فهرست

مقدمه‌ای بر ویرایش دوم ۷

مقدمه‌ای بر ویرایش اول ۱۱

پیشگفتار ۱۵

کدهای رنگی قراردادی برای نیروها ۱۷

بخش ۱: مبانی و اپلاینس‌های متشکل از نیروی منفرد (single force) ۱۹

فصل ۱: چرا به بیومکانیک نیازمندیم؟ ۲۱

فصل ۲: سیستم‌های نیروهای همرو یا متقاطع (Concurrent Force Systems) (نیروهایی از یک نقطه می‌گذرند) ۲۹

فصل ۳: سیستم‌های نیروهای ناهمرو یا غیرمتقاطع (Nonconcurrent Force Systems) و نیروی‌های وارده به جسم آزاد ... ۴۳

فصل ۴: هدگیر ۵۷

فصل ۵: استفاده‌ی خلاقانه از الاستیکهای ماگزیلومندیبولار ۷۹

فصل ۶: نیروهای منفرد و اصلاح دیپ‌بایت با اینتروژن ۱۰۷

فصل ۷: تصحیح دیپ‌بایت توسط اکستروژن خلفی ۱۳۷

فصل ۸: تعادل ۱۵۵

بخش ۲: بیومکانیک حرکت دندانی ۱۷۹

فصل ۹: بیومکانیک تغییر موقعیت دندان ۱۸۱

فصل ۱۰: مفاهیم سه بُعدی در حرکت دندان ۲۱۷

فصل ۱۱: انکوریج در ارتودنسی ۲۲۳

بخش ۳: درمان با اپلاینس‌های پیشرفته ۲۳۳

فصل ۱۲: لینگوآل آرچ‌ها ۲۳۵

فصل ۱۳: درمان‌های همراه با کشیدن دندان و بستن فضا ۲۸۳

فصل ۱۴: نیروهای ناشی از سیم‌ها و براکت‌ها ۳۳۳

فصل ۱۵: مبانی دستگاه‌های قابل تعیین به شکل ایستا (Statically Determinate) و مکانیک‌های خلاقانه ۳۷۹

بخش ۴: مکانیک‌های پیشرفته‌ی مواد ۴۰۳

فصل ۱۶: نقش اصطکاک در اپلاینس‌های ارتودنسی ۴۰۵

فصل ۱۷: ویژگی‌ها و ساختار مواد سازنده‌ی سیم‌های ارتودنسی ۴۳۱

فصل ۱۸: نحوه‌ی انتخاب یک آرچ‌وایر ۴۴۷

بخش ۵: ضمائم ۴۵۹

نکاتی برای طراحی نمودارهای کارآمد نیرو ۴۶۱

واژه‌نامه ۴۶۷

پاسخنامه‌ی سوالات ۴۷۳

کیت ابزار Bender's ۵۱۹

واژه‌یاب ۵۲۱

مقدمه‌ای بر ویرایش دوم

خوش آمدید! این کتاب شما را در سفری ماجراجویانه هدایت می‌کند که قبل از این در دانشکده‌های دندانپزشکی تجربه نکرده‌اید. امیدوارم که این کتاب تازِشی پر از طراوت و مهیج برای دنیای بیومکانیک فراهم نماید.

وقتی نیرو به دندان وارد می‌شود، قوانینی وجود دارد که حرکت ارتودنتیک دندان را تضمین می‌کند. اگرچه ممکن است در مورد ضرورتِ بحث پیرامون کارِ دکتر برستون سوالاتی وجود داشته باشد، لازم است اذعان کنم که قانون نیروی ارتودنسی به‌وسیله‌ی ایشان پایه‌گذاری شده است. این امتیاز ویژه و مایه‌ی مباهات است که طی سال‌ها مباحثه‌ی شخصیْ بیومکانیک را از او آموختم.

با نگاهی به گذشته، سفر تحصیلی من بسیار مشابه گوش دادن به شرلوک هلمز است قبل از اینکه دلایل نتیجه‌گیری خودش را توضیح دهد شخص را به نمایش می‌گذارد یا مشابه تماشای مجدد فیلمی است که بار اول آن را کاملاً نفهمیده بودم. تنها پس از پرداختن به مجلات بسیار زیاد توانستم قطعات پراکنده‌ی پازل را کنار هم قرار دهم تا برخی از سوالات متعددم را پاسخ دهم. این فرآیند دقیقا نشان می‌دهد که چرا من به دکتر برستون پیشنهاد کردم که یک مجموعه‌ی سازماندهی شده را منتشر کنیم که بتواند بیانگر سفر من باشد تا درک مفهومی ساده‌تر بیومکانیک را فراهم کند.

سالها بعد، تمامی سخنرانی‌های ما در دانشگاه Connecticut و Yonsei در قالب اسلایدهای فیلم ۳۵ میلی‌متری و تخته سیاه‌هایی که با گچ سفید پر شده بودند، در کنار هم قرار داده شد و ویرایش اول این کتاب منتشر شد - میراث او. در حالی که روی ویرایش اول کتاب کار می‌کردیم میخواستیم روی اهدافی که در ادامه ذکر می‌شود تمرکز کنیم: یادگیری و تفکر در مورد بیومکانیک در اصل مفرح و سرگرم کننده است. می‌خواستیم این کتاب هم برای آموزگاران و هم برای فراگیران یک سفر فکریِ سرگرم‌کننده باشد. همچنین کیس‌های بالینی را اضافه کردیم به گونه‌ای که خواننده بتواند نحوه‌ی کاربرد بالینی اصول نظری را ببیند. فصل‌های کتاب براساس مراحل درمان تنظیم شده است. به بیانی دیگر، کتابْ روش فزاینده در آموزش و یادگیری را دنبال می‌کند؛ بدین لحاظ، خواننده بهتر است به ترتیب صفحات پیش رود. چند فصل اول ممکن است برای هر کسی که زمینه‌ی مهندسی دارد آسان باشد، اما آنها همچنان برای آشنا کردن خواننده با اصطلاحات جدیدی که علمی هستند ولی منحصر به رشته‌ی ارتودنسی هستند و همچنین اصطلاحات ارتودنسی که کمتر علمی هستند کمک‌کننده می‌باشند. (ما تلاش کردیم تا حد امکان استفاده از اصطلاحات تخصصی را کاهش دهیم.) بنابراین پیشنهاد شخصی من این است که فصول مقدماتی را رَد نکنید. بسیاری از ارتودنتیست‌ها بیومکانیک را به عنوان موضوعی دشوار می‌پندارند، اما اگر با دنبال کردن توالی این کتاب خوانندگان بتوانند این کلیشه را بشکنند، من این را موفقیت بزرگی برای خودم در نظر می‌گیرم.

در این ویرایش جدید، تلاش کردم که با رعایت امانت نسبت به ماموریت اصلیْ ساختار کتاب را دوباره شکل دهم. در نهایت، این کتاب به چرایی (مفاهیم ارتودنسی) می‌پردازد تا به چگونگی (تکنیک‌های ارتودنسی). بنابراین، بیشتر شالوده‌ی کتاب نسبت به ویرایش قبلی بدون تغییر مانده است. اگر با نگاه به عنوان جدید متوجه شده باشید، معتقدم که این بهترین کاری بود که واتسون می‌توانست در غیاب شرلوک انجام دهد. علاوه بر این، پیشنهادات بسیاری از خوانندگان در این ویرایش انعکاس داده شده است. به طور ویژه، تمام تصاویر کتاب دوباره بازآفرینی شدند به گونه‌ای که رزولوشن و جزئیات بیشتری را نمایش دهند. همچنین، جاهایی که تصاویر برای انتقال مفاهیم کافی نیستند از فایل‌های ویدیویی مکمل استفاده شده است. شما می‌توانید به راحتی و با اسکن کد QR با گوشی هوشمند یا تبلت به آنها دسترسی پیدا کنید.

ما همچنین یک گروه مباحثه برای پرسش و پاسخ ایجاد کردیم:

https://www.facebook.com/groups/Biomechanical Foundation.

در واقع، خوانندگان ویرایش اول به تعدادی خطا اشاره کردند که تصحیح شده‌اند، بنابراین لطفا همراه من باشید!

قدردانی

به راحتی نمی‌توان نام تمام افرادی که در نشر این کتاب کمک کردند را لیست کرد. از کارمندان انتشارات Quintessence - Bryn Grisham، که انتشار این کتاب را هدایت کرد؛ Leah Huffman، که با صرف وقت به نوشته‌ی خشن من لطافت بخشید؛ Sue Zubek، که طراحی جدید و تازه‌ای را پیشنهاد کرد؛ و به Sue Robinson، که تمامی اجزا را در صفحه‌آرایی کنار هم قرار داد - تشکر می‌کنم. از دانشجویانم، که در تمامی مراحل این سفرِ بیومکانیکی سوالات مسحور کننده می‌پرسیدند سپاسگزارم. اشتیاق شما در کلاس هر لحظه من را از شادی و هیجان لبریز می‌کرد. بدون کنجکاوی و اشتیاق شما، این کتاب تمام نمی‌شد. همچنین مایل هستم از دکتر Nazario Rinaldi و دکتر Wislei de Oliveira برای مشارکت با اهمیتشان در شکل‌گیری مفاهیم یاد کنم. در نهایت، از نیمه‌ی بهتر از خودم، Annie، و دخترم، Christa، که همیشه در کنار من و مشوق من بودند سپاسگزارم.

"حالا، اجازه دهید که سفر رسیدن به استنتاج را شروع کنیم، بازی شروع شد!"

-Sherlock Holmes

مقدمه‌ای بر ویرایش اول

از نظر تاریخی، پایه‌ی اصلی درمان ارتودنسی اپلاینس بوده است. ارتودنتیست‌ها برای ساخت و استفاده از اپلاینس‌ها با توالی مشخص، که به آن تکنیک گفته می‌شود، آموزش دیده‌اند. با این حال، اپلاینس‌ها فقط ابزاری برای تولید سیستم‌های نیرو هستند که این خود پایه‌ای برای موقعیت دندان و تغییر استخوان است. و در عین حال درک کامل بیومکانیک به روش علمی بخشی کلیدی از آموزش و کار ارتودنسی نبوده است. دوره‌های قبل و بعد از فارغ‌التحصیلی در اکثر دانشکده‌های دندانپزشکی فاقد دوره‌های صحیح مکانیک و فیزیک هستند. چیزی که این مشکل را تشدید می‌کند این است که کتاب‌های درسی اندکی وجود دارد که بیومکانیک را به روش مناسب برای کلینیسین توصیف کنند. نویسندگان امیدوارند که این کتاب این خلأ را پر کند.

انگیزه‌ی نوشتن این کتاب به درخواست ارتودنتیست‌ها در تمامی سطوح - از دانشجویان تازه فارغ‌التحصیل گرفته تا کلینیسین‌های باتجربه - شکل گرفت تا بتوانند ارتودنسی علمی را فراگرفته، درک نموده و استفاده کنند و به طور ویژه بتوانند به نحو کارآمدی نیروها را در درمان روزمره‌ی خود به کار ببرند. این موضوع به ویژه در این زمان، که مرزهای ارتودنسی در حال گسترش وسیعی است اهمیت دارد. در قرن بیست و یکم ارتودنسی با تغییرات اساسی در اهداف و رویکردها مواجه شده است: تغییرات استخوان با جراحی ارتوگناتیک و استخوان‌سازی تحت کشش (distraction osteogenesis)، ملاحظات راه هوایی، اپلاینس‌های انکوریج موقت، پلیت‌ها و ایمپلنت‌ها، براکت‌ها با نیروهای ligation کنترل شده، سیم با مواد جدید و سیستم‌های بدون براکت مانند الاینرها. کلینیسین‌ها دیگر نمی‌توانند فقط به مهارت‌های تکنیکال در ساخت و انتخاب اپلاینس (سخت افزار) برای درمان مناسب بیماران خود تکیه کنند. تعیین اهداف درمانی و طراحی سیستم نیروی لازم برای دستیابی به آنها به شاخص اصلی ارتودنسی معاصر تبدیل شده است.

مخاطبان مختلف ارتودنسی می‌توانند در درمان از رویکردهای مبتنی بر نیرو بهره ببرند. به این ترتیب به کلینیسین در انتخاب اپلاینس، طراحیِ خلاقانه‌ی اپلاینس‌ها و شبیه‌سازی درمان کمک می‌شود. شبیه‌سازی یکی از با ارزش‌ترین موارد است زیرا این روش به کلینیسین اجازه می‌دهد تا استراتژی‌های مختلف را با استفاده از سیستم‌های متفاوت نیرو طراحی کند و سپس بهترین آنها را انتخاب کند. این فرآیند باعث می‌شود که اشکالی از اپلاینس‌ها با قابلیت پیش‌بینیِ بیشتر امکان‌پذیر شود که به نیروی بهینه نزدیک‌ترند. برخلاف رویکرد قدیمی‌تر، روش‌های جدید درمانی که به طور مستقیم در دهان امتحان می‌شوند، مقرون به صرفه نیز هستند. به ویژه در ارتودنسی، ارزیابی بالینی نیاز به مشاهده‌ی طولانی مدت دارد. با تئوری و دانش صحیح، بسیاری از اپلاینس‌ها را می‌توان ارزیابی کرد لذا از مطالعات یا آزمایشات طولانی مدت اجتناب می‌شود.

شرکت‌های تجاری ارتودنسی ممکن است در ابتدا از ارتودنتیست‌هایی که دانش بیومکانیک دارند استقبال نکنند، اما این به نفع آنهاست زیرا هنگامی که محصولات مهم جدید معرفی می‌شود آنها می‌توانند در مورد این نوآوری‌ها به صورت علمی با کلینیسین‌های آموزش دیده بحث کنند. محققین در شاخه‌یِ فیزیکِ ارتودنسی و علم مواد نیز به زمینه‌ی علمی نیاز دارند. در تحقیقات بیولوژیکی نیز نیاز است که در تمامی مراحلْ متغیرهای نیرو کنترل شوند. در مطالعاتی که در آنها نیرو یا استرس به حیوانات آزمایشگاهی وارد می‌شود، برای حصول نتایج معتبر لازم است که سیستم نیرو کنترل شود. خیلی اوقات بیولوژیست‌ها نیروهای موجود در تحقیقاتشان را درک نمی‌کنند و لذا نتایج اشتباه یا بی‌معنا می‌شود.

از آنجا که اکثر ارتودنتیست‌ها پیش‌زمینه‌ی قوی در فیزیک و ریاضی ندارند، هدف این کتاب این است که با رویکردی ساده و دقیقْ پایه‌ای علمی برای درمان ارتودنسی ایجاد کنیم. با رویکردی منظم و گام به گام، مفاهیم مهم از فصلی به فصل دیگر شکل می‌گیرد طوریکه بیشتر فصل‌ها بر پایه‌ی فصل قبلی هستند. مثال‌هایی از اپلاینس‌های ارتودنسی برای نشان دادن اصول بیومکانیکی از ابتدایی‌ترین مفاهیم

تا پیشرفته‌ترین آنها استفاده می‌شود؛ بنابراین، کتاب مانند یک متن ارتودنسی خوانده می‌شود نه یک رساله‌ی فیزیک. با این حال اصول، راه‌حل‌ها و اصطلاحات از نظر علمی دقیق هستند.

بیومکانیک شرح داده شده در این کتاب برای اساتید و دانشجویان ایده‌آل است. ساده‌ترین راه برای آموزش ارتودنسیِ بالینی این است که سیستم‌های نیروی مورد استفاده را توصیف کنیم. نمودارهای واضحِ نیرو به مراتب از توصیفات مبهم بهتر هستند. آموزش‌های گذشته، مثلا " اینجا یک tip-back قرار دادم " یا " کرو اسپی معکوس در سیم قرار می‌دهم " به وضوح ناقص است.

بهترین راه برای یادگیری بیومکانیک چیست؟ ساده‌ترین روش این است که هر فصل را با دقت بخوانید و اصول اساسی را درک کنید. سپس همه‌ی سوالات پایان فصل را حَل کنید. با این کار مشخص می‌شود که چه کسی واقعاً مطالب را فهمیده است. با گذشت زمان، بیومکانیک را در کار عملی خود وارد کنید. زمانی که عوارض جانبی مشاهده می‌شود، از آنچه آموخته‌اید برای توضیح مشکل استفاده کنید. چگونه می‌توان با تغییر سیستم نیرو و اپلاینس از این عارضه‌ی جانبی جلوگیری کرد؟ همچنین گوش دادن دقیق به سخنرانی‌ها و خواندن مقالات برای تسلط یافتن بر مباحث بیومکانیکال مفید خواهد بود. ارتودنتیست به سرعت یاد می‌گیرد که براکت را چگونه باند کند، اما ایجاد مهارت تفکرِ خلاقانه در استفاده از بیومکانیک نیاز به زمان دارد.

هدف نویسندگان این بود که یک کتابِ پایه پیرامون بیومکانیک ارتودنسی بنویسند که زبانی ساده و خواندنی داشته باشد. نمودارهای واضح و مثال‌های بالینی این اطمینان را ایجاد می‌کند که کتاب نه کسل‌کننده است و نه اظهار فضل. فلسفه‌ی ما این است که تفکر خلاقانه‌ی دخیل در کاربرد نیروها و طراحی اپلاینس می‌بایست جذاب و سرگرم کننده باشد.

یادداشتی در مورد سیستم متریک

نویسندگانْ سیستم متریک را به عنوان سیستم واحد انتخابی خود پذیرفته‌اند. با این حال، سایه‌ی طولانی ارتودنسی آمریکا بر اصطلاحات این کتاب تأثیر گذاشته است. از آنجا که ایالات متحده تنها کشور اصلی است که سیستم متریک را به طور کامل نپذیرفته و سهم عمده‌ای در مقالات دارد، برخی از واحدهای استفاده شده در کتاب متریک نیستند. رسوم و انس با آن ایجاد ناهماهنگی می‌کند: اینچ برای اندازه‌ی سیم و اسلات براکت استفاده می‌شود، و یک واحد غیر استاندارد - "نیرو براساس گرم" -واحد نیرو است. امیدواریم که در آینده تخصص ارتودنسی به طور کامل به سیستم‌های واحد بین المللی پایبند باشد؛ بنابراین، نسخه‌های آینده این کتاب به احتمال زیاد فقط از واحدهای متریک استفاده خواهد کرد.

قدردانی‌ها

نوشتن این کتاب بدون کمک بسیاری از دانشجویان دوره‌ی تخصص و همکاران امکان‌پذیر نبود. یکی از نویسندگان(CJB) برای بیش از ۶۲ سال به دانشجویان دوره‌ی تخصص تدریس کرده است. تدریس طولانی مدت هر دوی ما را در انتخاب موثرترین روشِ ارائه‌ی مطالب راهنمایی کرده و کمک کرد تا بتوانیم دشوارترین مسائلِ پیش‌رو در کسب مهارت‌های بیومکانیکال در گروهی از ارتودنتیست‌های آموزش دیده را شناسایی کنیم. بدون پرسش‌ها و تعامل جذاب آنها نمی‌توانستیم این کتاب را به این روش گردآوری کنیم.

از کارکنان انتشارات Quintessence برای مشارکت ارزشمندشان در گردآوری این کتاب به طور ویژه تشکر می‌کنیم: Lisa Bywaters، مسئول انتشارات؛ Sue Robinson، مدیر تولید، بخش کتاب؛ و به خصوص Leah Huffman، ویراستار ما که در این پروژه‌ی دشوار که ترکیبی از بیولوژی، فیزیک و کار بالینی است و با اصطلاحات تخصصی دندانپزشکی و معادلات فیزیک پیچیده‌تر شده است، تلاش فراوانی کردند.

دکتر Choy مایل است از همسرش Annie و دخترش Christa که در تهیه‌ی نسخه‌ی این کتاب به او کمک کرده‌اند، قدردانی کند. او همچنین از دانشجویش دکتر Sung Jin Kim که زمانی را خارج از برنامه‌ی فشرده‌ی خود برای بررسی سوالات و پاسخ آنها اختصاص داده قدردانی می‌کند.

متاسفانه، پس از اتمام این کتاب، یک اسطوره ما را ترک کرد.

بیشتر مطالب این کتاب برگرفته از تحقیقات جدی و دقیق دکتر برستون در بیش از ۲۰۰ مقاله‌ی تحقیقاتی است. قالب این کتاب از سخنرانی‌های ما درباره‌ی بیومکانیک که برای چندین سال در دانشگاه Connecticut و Yonsei ارائه دادیم اقتباس شده است. همکاری من با دکتر برستون در ۳ سال گذشته برای تبدیل آن سخنرانی‌ها و ایده‌ها به این کتاب یکی از چالش برانگیزترین، هیجان انگیزترین و شادترین لحظات زندگیم بود. به عنوان یکی از دانشجویانش، یک دوست قدیمی و یک همکار، باید اعتراف کنم که تمام مفاهیم این کتاب متعلق به اوست.

در آغاز نیرو (Force) با Big Bang ایجاد شد. پانزده میلیارد سال بعد، نیوتن قانون نیرو در جهان را کشف کرد. با این حال، دانشِ چگونگی کنترل نیرو در ارتودنسیْ پنهان باقی ماند و و تنها در سالها کارآموزی ارتودنسی آشکار شد. این دکتر برستون بود که این جادو را کشف کرد و اصول حاکم بر این روش درمانی را که زمانی تصور می‌شد مبهم است، پیدا کرد. شکی نیست که قانون نیروی ارتودنسی کشف او بوده است.

من می‌خواهم سخنان دکتر برستون در آخرین سخنرانی او با من در ۱۱ فوریه ۲۰۱۵، در سئول را به اشتراک بگذارم: " کورکورانه به تجربه باور نداشته باشید، اما به تئوری ایمان داشته باشید و خلاقانه فکر کنید."

پدرم جسمم را شکل داد؛ تو اندیشه‌ی من را شکل دادی. چارلز، عزیزترین دوست ما، باشد که در آرامش بخوابی.

Kwangchul Choy

پیشگفتار

با یاد پروردگار دانش

بیومکانیک، حلقه‌ی گمشده‌ی زنجیره‌ی درمان ارتودنسی، موضوعی است که به صورت بنیادین در این کتاب به آن پرداخته شده است. این کتاب مشکلات و مسائل را با فاصله‌ی مشخصی نسبت به سایر منابع موجود مورد بررسی موشکافانه و دقیق قرار می‌دهد و با ارائه‌ی راهکارهای بالینی مفید به شکلی خلاقانه دسترسی به اهداف نهایی درمان را تسهیل می‌نماید.

با کمال خرسندی ترجمه ویرایش دوم کتاب «مبانی بیومکانیکال ارتودنسی بالینی برستون» متشکل از ۱۸ فصل که حاصل زحمات ارزشمند و شبانه‌روزی دو تن از همکاران فرهیخته و توانمند اینجانب (سرکار خانم دکتر مریم سرباز و جناب آقای دکتر میثم حقیقت) می‌باشد، تقدیم علاقه‌مندان می گردد.

مفاهیم ژرف، نوآورانه و جذاب موجود در کتاب، ما را ملزم به رعایت نهایت دقت در ترجمه‌ی مباحث نمود تا در حد بضاعت خویش با رعایت وفاداری تام به مطالب، جان کلام را به پیشگاه خوانندگان عزیز ارائه نماییم.

لازم می‌دانم که بابت سهیم شدن خویش در ویرایش این کتاب ارزشمند از این دو همکار عزیز که با نهایت دقت و وسواس در ترجمه‌ی کتاب اهتمام ورزیدند کمال سپاسگزاری را به جای آورم. یکی از دلایل این قدردانی مربوط به مواجه شدن اینجانب با مفاهیم ناب و متمایز بیومکانیک است که نمونه‌ی آن را قبلا در سایر منابع مشاهده نکرده بودم.

روی صحبت پایانی به همکاران ارجمندی است که همچون اینجانب در سالهای تحصیلی دوره‌ی تخصص خویش از مطالعه این کتاب بی بهره مانده‌اند. بر اساس تجربه‌ی شخصی اذعان می‌نمایم که بهره‌گیری از مباحث کتاب با تکیه بر درک و استفهام مطالب بیومکانیک کمک شایانی به ارتقا درمان بیماران و همینطور حل مشکلات پیش آمده در ضمن درمان‌های روزمره‌ی ارتودنسی می‌نماید.

لذا مطالعه‌ی این کتاب شگفت انگیز و کاربردی برای متخصصین ارتودنسی با هر میزانی از سابقه‌ی کاری به طور قطع مفید فایده و البته جذاب خواهد بود.

با سپاس

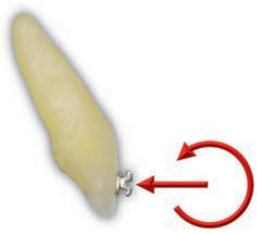
دکتر هومن ظریف نجفی

دانشیار بخش ارتودنسی دانشگاه علوم پزشکی شیراز

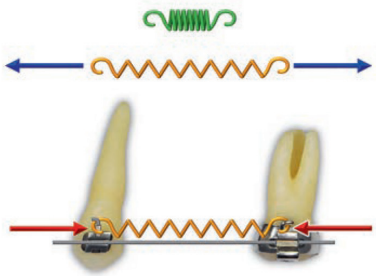
زمستان ۱۴۰۱

کدهای رنگی قراردادی برای نیروها

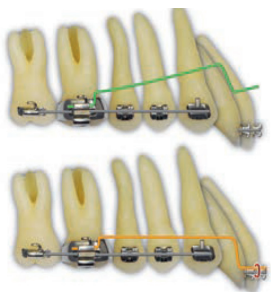
در این کتاب نیروها به چند روش نمایش داده شده‌اند که برای کاربردهای مختلفی استفاده می‌شوند که شامل نیروهای فعال‌سازی و غیرفعال‌شدن، نیروهای معادل، و نیروهای برآیند و مؤلفه‌های نیرو می‌باشند. برای تسهیل درک منطق پشت مفاهیم برای خواننده، از کدهای رنگی قراردادی در این کتاب استفاده شده است. در شرایطی که می‌بایست نیروهای متعدد نشان داده شوند، ممکن است از رنگ‌های دیگری استفاده شود.



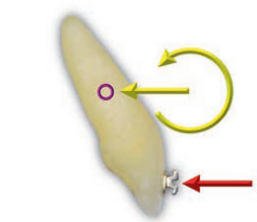
فلش‌های مستقیم و فلش‌های منحنی توپر به ترتیب نشان‌دهنده‌ی نیروها و گشتاورها هستند. فلش‌های قرمز نیروهایی هستند که به دندان‌ها وارد می‌شوند. قانون سوم نیوتن به ما می‌گوید که نیروهای برابر و مخالف هم به سیم یا اپلاینس وارد می‌شود.



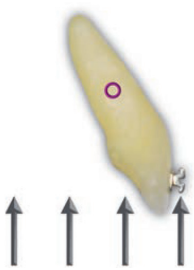
نیروهایی که به سیم وارد می‌شوند با رنگ آبی ترسیم می‌شوند. در شرایط خاص، نیروها می‌توانند هم روی سیم و هم روی دندان عمل کنند؛ بنابراین در این کتاب، بسته به اینکه کدام عملکرد در نظر گرفته می‌شود رنگ فلش تعیین خواهد شد.



سیم سبز، سیم را در موقعیت غیرفعال شده نشان می‌دهد. سیم *نارنجی*، سیم را در موقعیت فعال شده، زمانی‌که به صورت الاستیک خم شده نشان می‌دهد. سیم *خاکستری*، آرچ‌وایر محکم تثبیت کننده را نشان می‌دهد. این طور در نظر گرفته می‌شود که این آرچ‌وایر سفتی (stiffness) بی‌نهایت دارد.

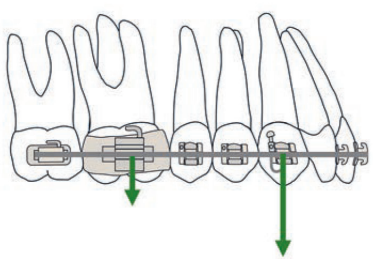


نیروهای معادل مانند یک نیرو و یک کوپل یا مؤلفه‌های نیرو با فلش‌های زرد مشخص می‌شوند.



فلش‌های خاکستری نشان‌دهنده‌ی نیروهای مجهول یا نادرست هستند.

حرکت جسم از جمله حرکت دندان با فلش مستقیم یا منحنیِ نقطه‌چین نشان داده می‌شود. فلش‌هایی که برای توصیف جابه‌جایی‌های خطی و زاویه‌ای به‌کار می‌روند هدفمندانه متفاوت با فلش‌های نیرو و گشتاور طراحی شده‌اند تا با همدیگر اشتباه نشوند. نقطه‌ی آبی بیانگر مرکز چرخش است.



نمودارهای "سوالات" در هر فصل و پاسخ‌های آنها در پایان کتابْ طراحی ساده‌ای دارند، بنابراین از کدهای استاندارد بالا استفاده نشده است. در تصاویر نیروهای معلوم و مجهول جهت تاکید با فلش‌های سبز نشان داده شده‌اند. راه‌حل‌ها با فلش‌های قرمز نشان داده شده‌اند. در قسمت پاسخ‌ها، در نمودارهای تعادل (مثلاً نیروهای وارده بر سیم) فلش‌های نیرو به رنگ آبی نشان داده شده‌اند.

بخش ۱

مبانی و اپلایبنس‌های متشکل از نیروی منفرد (single force)

۱

چرا به بیومکانیک نیازمندیم؟

"کورکورانه تجربه را باور نداشته باشید، بلکه به تئوری ایمان داشته باشید و خلاقانه فکر کنید."

-Charles J. Burstone

تغییرات دنتوفاسیال به طور اولیه توسط نیرویی که ارتودنتیست به دندان‌ها، پریودنشیوم و استخوان وارد می کند، ایجاد می‌شود. از این رو، پایه‌ی علمی ارتودنسی، فیزیک و مکانیک نیوتونی است که به یک سیستم بیولوژیک اعمال می‌شود. یک کلینیسین مدرن دیگر نمی‌تواند علم ارتودنسی را به عنوان یک تجارت یا یک تکنیک یاد بگیرد یا تمرین کند. ارتودنتیست باید نیروها و چگونگی اعمال آنها برای بهینه‌سازی حرکت فعال دندان و انکوریج را درک نماید. ارتباط با کلنسین‌ها و سایر همکاران در زمینه‌های دیگر تنها از طریق یکسری اصطلاحات خاص انجام نمی‌شود، بلکه نیاز به اصطلاحات علمی مشترک دارد. چیزی تحت عنوان "فیزیک ارتودنسیِ" منحصر به فرد که از بقیه‌ی جامعه‌ی علمی جدا باشد، وجود ندارد. وسایل و روش‌های درمانی جدید برای ایجاد پیشرفت و کارایی، نیازمند پایه‌ی بیومکانیکی صحیح هستند.

هر حرفه‌ای ابزار تجارت خاص خود را دارد. نجّار از چکش و اره استفاده می‌کند. پزشک ممکن است دارو تجویز کند و لذا لازم است داروی مناسب و دوز صحیح آن را انتخاب کند. در گذشته، متخصص ارتودنسی با براکت، سیم و دیگر وسایل شناخته می‌شده است. چنین سخت افزارهایی فقط وسیله‌هایی برای رسیدن به هدف نهایی هستند: مرتب‌سازی دندان‌ها، ریمادلینگ استخوان و تغییر رشد. متخصص ارتودنسی با دستکاری نیروها به این اهداف دست می‌یابد. این کنترل نیرو در ارتوپدی دنتوفاشیال، مشابه دوزهای تجویز دارو توسط یک پزشک است. یک "Orthodontic Dosage" شامل اجزایی مانند بزرگی نیرو، جهت نیرو، نقطه‌ی اعمال نیرو (نسبت گشتاور به نیرو)، و تداوم نیرو است.

از نظر تاریخی، به‌دلیل آنکه رسیدن به سیستم نیروی مناسبْ نقطه‌ی پایان درمان است، انتظار می‌رود توسعه و استفاده از وسایل ارتودنسی مبتنی بر مفاهیم و اصول فیزیک و مهندسی باشد. با این حال، برخلاف آنچه گفته شد، بیشتر وسایل بصورت تجربی و توسط آزمایش و خطا بوجود آمده‌اند. به همین دلیل، احتمال ایجاد ناکارآمدی درمان وجود دارد. بسیاری از اوقات عوارض جانبی نامطلوبی ایجاد می‌شود. جدا از اپلاینس، سیم، یا براکت‌ها، اگر قرار است اپلاینس‌ها کار کنند، دستِ‌کم نیروها باید درست باشند. برعکس، زمانی‌که اتفاقات نامطلوب رخ می‌دهد، به احتمال زیاد سیستم نیرو نادرست است.

اپلاینس‌هایی که به صورت تجربی ابداع شده‌اند بندرت نیروها را در نظر می‌گیرند. نیروها اندازه‌گیری نمی‌شوند یا در طرح درمان گنجانده نمی‌شوند. چگونه ممکن است از چنین مکانیزمی برای درمان مختص هر فرد استفاده کرد؟ پاسخ این است که طرح درمان به جای اینکه مبتنی بر نیرو (Force driven) باشد، مبتنی بر شکل (Shape driven) است. به این معنی که اَشکال (Configurations) مختلف برای حرکت مورد نظر دندان استفاده می‌شوند. این رویکرد غیرمنطقی نیست زیرا اَشکال کنترل‌شده می‌توانند خمیدگی‌های مشخصی در سیم (Defined wire deflections) ایجاد کنند که با نیروهای تولید شده مرتبط است. متاسفانه، تنوع آناتومیکی بسیار زیادی در میان بیماران وجود دارد که استفاده از یک شکل استاندارد برای براکت یا سیم یا حتی تغییر شکل آن همیشه نتایج مطلوبِ قابل پیش‌بینی ایجاد نمی‌کند.

یک مثال از اپلاینس ارتودنسی مبتنی بر شکل همان چیزی است که E. H. Angle آن را آرچ ایده‌آل (Ideal arch) نامید. کاربرد معمول آرچ ایده‌آل این‌گونه است که یک آرچ‌وایر به شکل موردنظر فرم داده می‌شود بنابراین اگر دندان‌های به هم ریخته (یا براکت‌ها) به آرچ متصل شوند، سیمِ خم شده تمایل بازگشت به شکل اصلی خودش را دارد و دندان‌ها را به‌درستی منظم خواهد کرد. امروزه، با پیشرفت در ساخت، انواعی از سیم تولید می‌شوند که می‌توانند بدون اینکه دچار تغییر شکل دائمی شوند میزان بیشتری خم شوند، و همچنین از براکت‌هایی استفاده می‌شود که دارای جبران‌هایی برای تصحیح تنوع مورفولوژی تاج دندان‌ها هستند. اصلْ همان آرچ ایده‌آل Angle است، اما این رویکرد اکنون Straight wire نامیده می‌شود. اپلاینس‌های Straight wire به طور موثری دندان‌ها را منظم می‌کنند اما در شرایط دیگر نیز می‌توانند منجر به عوارض جانبی شوند. نظم نهایی دندان ممکن است صحیح باشد، اما ممکن است پلن اکلوزال شیبدار (Canted) شود یا مشکل بُعد عرضی قوس به وجود آید. مل‌اکلوژن‌های ثانویه نیز می‌تواند در حین درمان رخ دهد. درک اصول بیومکانیک می‌تواند درمان ارتودنسی را، حتی با وسایل مبتنی بر شکل، با شناسایی عوارض جانبی نامطلوب احتمالی قبل از قرار دادن هرگونه وسیله‌ای بهبود بخشد. الاینرها نیز از اصلِ مبتنی بر شکلِ یک شکل ایده‌آل استفاده می‌کنند.

تمامی روش‌های درمانی ارتودنسی، شامل براکت‌ها، سیم‌ها و تکنیک‌های مختلف می‌تواند با استفاده از بیومکانیک صحیح بهبود یابد، هرچند امروزه هنوز بیشتر خدمات ارتودنسی بالینی بدون در نظر گرفتن نیروها یا سیستم‌های نیرو ارائه می‌شود. این نشان می‌دهد که بسیاری از کلینیسین‌ها معتقدند که اطلاعات پایه‌ای از بیومکانیک و کاربرد آن ارتباط اندکی با درمان روزانه‌ی بیمار دارد.

بیومکانیکِ علمی

اصول و تعاریف زیادی در فیزیک استفاده می‌شوند که مورد قبول جامعه‌ی علمی قرار گرفته است. در یک طرف، فیزیک کلاسیک وجود دارد - مفاهیمی که توسط بزرگانی مانند نیوتون، گالیله و هوک مطرح شدند. رشته‌های علمی دیگری مانند مکانیک کوانتوم نیز وجود دارد. آنچه نویسنده را نگران می‌کند، چیزی است که آن را ***شبه بیومکانیک (pseudo-biomechanics)*** می‌نامند - اصول فیزیکی جدیدی که توسط ارتودنتیست‌ها مطرح شدند ولی متفاوت و در تضاد با مکانیک کلاسیک هستند. مقالاتِ ژورنال‌های ارتودنسی و سخنرانی‌ها از شکل‌ها و محاسباتی پر شده است که از اصول مکانیک کلاسیک پیروی نمی‌کنند. ارتودنتیست‌ها ممکن است باهوش باشند، اما نباید تصور کنیم که می‌توانیم با افرادی همچون نیوتون مقابله کنیم.

در بکارگیری مکانیک علمی یا کلاسیک یک مزیت عمده دیگر نیز وجود دارد. متودولوژی، اصطلاحات و اصول راهنما در علم

فیزیک به ما امکان برقراری ارتباط با همکاران علمی را می‌دهند و زمینه‌ای برای تحقیقات مشترک هستند. کلمات غیردقیق می‌توانند گیج‌کننده باشند. ما از power arms صحبت می‌کنیم، اما کلمه‌ی power معنای متفاوتی برای مهندس نسبت به یک سیاستمدار یا پزشک دارد. تفسیر نمودارهای نیرو در مجلات ارتودنسی دشوار است و ممکن است با همدیگر در تعادل نباشد. مفاهیم، نمادها و اصطلاحات ارائه شده در این کتاب اصطلاحات تجاری نیست بلکه به طور گسترده‌ای در تمام رشته‌های علمی شناخته خواهد شد.

توجه داشته باشید که موضوع این کتاب بیومکانیک ارتودنسی است. "Bio" به معنای ادغام مفاهیم بیولوژیک با اصول مکانیکِ علمی است. اکنون برخی از دلایل این امر که چرا در ارتودنسی مدرن، ارتودنتیست به یک زمینه‌ی قوی بیومکانیک نیاز دارد را بررسی می‌کنیم و راه‌های عملی که این پس‌زمینه باعث افزایش اثر درمانی می‌شود را بیان می‌کنیم.

بهینه‌سازی حرکت دندان و انکوریج

برای کنترل کامل روی حرکت دندان، استفاده از نیروها و گشتاورهای مناسب ضروری است و این امر خود بر سرعت حرکت، آسیب بالقوه‌ی بافت، و پاسخ درد تاثیرگذار است. علاوه بر این، محورهای چرخشِ (axes of rotation) متفاوتی مورد نیاز است که با نسبت گشتاور به نیروی وارد شده در سطح براکت تعیین می‌شوند. به عنوان مثال، اگر بخواهیم یک دندان انسیزورْ حول محور چرخشی در نزدیکی مرکز ریشه به سمت لینگوآل تیپ شود، یک نیروی لینگوآلی در براکت اعمال می‌شود. اگر محور چرخش در اپکس انسیزور باشد، باید سیستم نیرو تغییر کند. یک نیروی لینگوآلی و تورک لینگوآلی ریشه با نسبت مناسب (M/F ratio) برای این حرکت لازم است. این اصول بیومکانیکی در ارتباط با همه‌ی درمان‌ها و اپلاینس‌های ارتودنسی- از قبیل هدگیر، اپلاینس‌های فانکشنال، مکانیک‌های اسلایدینگ، لوپ‌ها، قوس‌های سرتاسری (continuous arches)، سگمنت‌ها و الاستیک‌های ماگزیلومندیبولار (که گاهی اوقات به آنها الاستیک‌های بین‌فکی می‌گویند) است. وسایل و اپلاینس‌ها فقط ابزاری برای تولید سیستم نیروی مورد نظر هستند.

به همان اندازه که حرکت فعال دندان مهم است، کنترل بر دندان‌های دیگر برای جلوگیری از حرکات نامطلوب آنها نیز دارای اهمیت است. معمولاً از این موضوع تحت عنوان انکوریج یاد می‌کنند و به ترکیب و انتخاب مطلوب نیروها بستگی دارد. برخی از ارتودنتیست‌ها ممکن است تصور کنند که انکوریج توسط عواملِ مستقل از نیرو تعیین می‌شود. برای مثال، این ایده که هرچه تعداد دندان‌ها بیشتر باشد انکوریج نیز بیشتر خواهد بود بسیار محدودکننده است. کار کردن با نیروها می‌تواند در تقویت انکوریج موثرتر باشد، مانند قرار دادن حرکت تیپینگ در برابر حرکت انتقالی (بادیلی). همه‌ی آرچ‌وایرها اثرات چندگانه دارند. بسیاری از این اثرات نامطلوب هستند، که می‌توان آنها را نوعی از دست رفتن انکوریج (Anchorage loss) درنظر گرفت. در واقع، مل‌اکلوژن جدیدی ایجاد می‌شود که منجر به افزایش زمان درمان می‌شود. بگذارید فرض کنیم که حرکت انتقالی دندان‌ها با سرعت ۱ میلی‌متر در ماه انجام می‌شود. به طور معمول در یک بیمار ارتودنسی، به ندرت دندان بیشتر از ۵ میلی‌متر حرکت می‌کند. بدون در نظر گرفتن زمان انتظار برای وقوع رشد، کل زمان درمان نباید بیشتر از ۵ ماه باشد. پس چرا درمان طولانی‌تر می‌شود؟ معمولاً، برای اصلاح عوارض جانبی درمان، زمان بیشتری لازم است. کاربرد اپلاینس‌های انکوریج موقت (TADs) ممکن است عوارض جانبی را کاهش دهد. درک خوب از بیومکانیک برای استفاده موفقیت‌آمیز از TADs لازم است؛ در غیر این صورت، عوارض جانبی ممکن است همچنان رخ دهند.

انتخاب یا طراحی یک اپلاینس جدید

اپلاینس‌های جدید و انواع قدیمیِ موجودْ به طور مستمر در مقالات یا در گردهمایی‌ها ارائه می‌شوند. بهترین روش ارزیابی این اپلاینس‌ها چیست؟ یک روش این است که آنها را در کار بالینی خودتان امتحان کنید. این ارزیابی کاملاً محدود خواهد بود زیرا تنوع زیادی حتی در یک نوع مل‌اکلوژن وجود دارد. علاوه بر این، این روش ارزیابی زمان‌بر و غیرمنصفانه است. از آنجا که درمان ارتودنسی طولانی مدت است، ممکن است سالها طول بکشد تا در مورد کارایی یک اپلاینس جدید به نتیجه برسید. یک روش بهترْ ارزیابی مبتنی بر اصول منطقی و بنیادی بیومکانیک است. ترسیم برخی از نمودارهای نیرو بسیار آسان‌تر از درمان طولانی مدت است. این مسأله مخصوصاً زمانی اهمیت پیدا می‌کند که بدانیم بیشتر تکنیک‌ها و اپلاینس‌های جدید، برای آزمون زمان صبر نمی‌کنند.

ارتودنتیست‌ها همیشه بسیار خلاق بوده‌اند. همه‌ی مطالعات، از تحقیقات در آزمایشگاه‌های دانشگاهی حاصل نشده‌اند. کلینیسین‌ها، حتی در مطب خودشان یا روی تایپودنت در آزمایشگاه، دستاوردهای قابل توجهی در طراحی براکت، شکل‌های (Configurations) مختلف سیم، و توالی‌های درمانی (تکنیک‌ها) داشته‌اند. کار با مداد و یک ورق کاغذ (یا یک کامپیوتر) از آنچه قرار است از طریق روش آزمون و خطا به‌دست آید بسیار کارآمدتر است. در آینده، بهترین اپلاینس‌ها به مهندسی دقیق و پایه‌ی بیومکانیکی صحیح نیاز دارند.

بگذارید فعلاً فرض کنیم که بهترین دستگاه را برای بیمارمان انتخاب کرده‌ایم. هنوز متغیرهای بسیاری وجود دارد که به انتخاب یک بیومکانیک صحیح نیاز دارد. برای مثال، چه اندازه‌ای از سیم باید استفاده کنیم؟ یک سیم سوپرالاستیک نیکل-تیتانیوم (Ni-Ti) ۰/۰۱۴ اینچ با سیم نیتینول ۰/۰۱۴ اینچ یکسان نیست. انتخاب بین آرچ‌وایر استیل ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱۸ اینچ مهم است. سیم بزرگتر تقریباً دو برابر نیروی بیشتری وارد می‌کند.

تحقیق و ارزیابی نتایج درمان

کلینیسین می‌تواند از پیشرفت درمان یک بیمار متعجب شود. وقتی بیمار برای معاینات دوره‌ای مراجعه می‌کند، گاهی تغییرات عجیبی مشاهده می‌شود. چرا اکنون یک اپن‌بایت یا یک آرتیکولاسیون معکوس (کراس‌بایت) جدید بوجود آمده، یا چرا مل‌اکلوژن بهبود نمی‌یابد؟ این وقایع غیرمنتظره ممکن است به تنوع بیولوژیکی نسبت داده شود. یا ممکن است اپلاینس نادرست باشد (یا اپلاینسِ درست به شکل نادرستی ساخته شده باشد). در واقع، بیشتر مشکلات بالینی ایجاد شده را می‌توان با انحراف از اصول بیومکانیک صحیح توضیح داد. بنابراین، درک بیومکانیک به‌کار رفته به ارتودنتیست اجازه می‌دهد تا هم دلیل وقایع گیج‌کننده و مشکل‌ساز حین درمان و هم چگونگی اصلاح آنها را مشخص کند. گاهی اوقات سیستم نیرو کاملاً غلط است؛ ولی گاهی تغییر کوچکی در سیستم نیرو می‌تواند یک پیشرفت چشم‌گیر ایجاد کند.

پیش بینی نتایج درمان نیازمند کنترل و درک دقیق از سیستم نیروی به‌کار رفته و همچنین تکنیک‌های آماری و سفالومتریک است. در تحقیقات بالینی خوب، در صورتیکه قرار است یک اپلاینس با دیگری مقایسه شود، باید تمام متغیرهای شناخته شده کنترل شوند. مطالعه‌ای را در نظر بگیرید که برای مقایسه‌ی نتایج درمان با اپلاینس فانکشنال و هدگیر سرویکال طراحی شده است. اینکه به سادگی در مورد هدگیر یا هدگیر اکسیپیتال صحبت کنیم کفایت نمی‌کند. هدگیر، نه تنها در اندازه‌ی نیرو بلکه می‌تواند در جهت و نقطه‌ی اعمال نیرو به طور قابل توجهی متفاوت باشد. جای تعجب نیست که برخی از تحقیقات، منجر به نتیجه‌گیری مبهم و گیج‌کننده شود.

رویکرد بیومکانیکی به مطالعات بالینی راه‌های جدیدی برای تحقیق در جهت کمک به پیش بینی نتایج درمان بیمار باز می‌کند. رابطه‌ی بین نیروها و حرکت ارتودنتیک و ارتوپدیک به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد. روابطی که باید مورد مطالعه قرار گیرند عبارتند از اندازه‌ی نیرو، تداوم نیرو (Force constancy)، نسبت گشتاور به نیرو در براکت، و استرس-استرین در استخوان و لیگامان پریودنتال.

سیستم‌های نیرو و "Dosage" نه تنها جابه‌جایی دندان یا استخوان و ریمادلینگ همراه آن، بلکه تغییرات پاتولوژیک ناخواسته شامل تخریب بافت را که می‌تواند رخ دهد را نیز تعیین می‌کنند. تحلیل ریشه، از دست دادن استخوان آلوئولار، و درد حوادث نامطلوب شایع در طول درمان هستند. برخی از مطالعات بافت‌شناسی و مولکولی رابطه‌ای بین نیرو یا استرس و تخریب بافت را نشان می‌دهند. هر چند متغیرهای دیگری ممکن است درگیر باشند، ارتباط امیدوارکننده‌ای بین استرس-استرین و مکانیسم‌های تغییرات ناخواسته‌ی بافت جهت تحقیق وجود دارد. برای کنترل درد و تخریب بافت، احتمالاً تحقیقات آینده این مسئله را تأیید خواهد کرد "Dosage" در نظر گرفته شود.

اصطلاحات علمی چگونه کمک می‌کنند

همانطور که قبلاً بحث شد، اپلاینس‌های ارتودنسی با اعمال سیستم نیرو کار می‌کنند. در این کتاب، اصول و اصطلاحات رشته‌ی فیزیک اقتباس شده است. حرکت دندان تنها بخشی از مجموعه‌ی وسیع‌تری بنام فیزیک است. این امر باعث می‌شود محققان ارتودنسی و کلینیسین‌ها با جامعه علمیِ خارج از دندانپزشکی در ارتباط باشند، و برای تحقیق‌های مشترک برنامه‌ریزی کنند. بسیاری از اصطلاحات تخصصی ارتودنسی برای سایر افراد در سایر رشته‌ها، دقیق و قابل درک نیست. ارتودنتیست درباره‌ی "Torque" صحبت می‌کند. تورک گاهی اوقات به معنای گشتاور است (به عنوان یک سیستم نیرو). در برخی مواقع دیگر، به معنای شیب دندان است (برای مثال، دندان انسیزور ماگزیلا تورک بیشتری نیاز دارد). این ابهام در معنای اصطلاحات منجر به استفاده اشتباه از اپلاینس می‌شود، که بعداً مورد بحث قرار خواهد گرفت.

یک زبان بیومکانیکی و علمیِ همگانی و مشترک، ساده‌ترین راه برای توصیف یک اپلاینس و نحوه‌ی کار با آن است. این نه تنها امکان برقراری ارتباط کارآمد با سایر رشته‌ها برای تحقیقات مشترک را فراهم می‌کند بلکه بهترین روش برای آموزش ارتودنسی به رزیدنت‌ها یا بقیه‌ی دانشجویان است. رویکرد قدیمی، در درجه‌ی اول آموزش ساخت اپلاینس بود. معالجه‌ی بیماران فقط پیروی از یک تکنیک بود. آن تکنیک این بود که شما چگونه یک قوس را شکل (Shape) می‌دهید: "ببینید چگونه می‌توانم یک خم Tip-back در یک سمت آرچ‌وایر ایجاد کنم و آن را در سمت دیگر تکرار کنم!!" تاکید روی شکل بود، بنابراین می‌توانیم آن را ارتودنسی مبتنی بر شکل (Shape-driven orthodontics) بنامیم.

رویکرد بیومکانیکی (Biomechanical approach) بر اصول و سیستم نیرو تأکید دارد. این رویکرد، یعنی ارتودنسی مبتنی بر نیرو (Force-driven orthodontics)، موضوع این کتاب است.

با اصطلاحات مشخص و اصول علمی صحیح، دانشجو درک بهتری از چگونگی ساخت و استفاده از هرگونه اپلاینس پیدا می‌کند. این رویکرد باعث کاهش زمان و سردرگمی در آموزش دانشجویان می‌شود. گفته می‌شود که چندین سال کسب تجربه برای تکمیل تحصیلات یک ارتودنتیست لازم است. برخی می‌گویند تا ۱۰ سال. چرا؟ این زمان لازم است تا شما اشتباه کنید و از اشتباهاتتان یاد بگیرید. اگر دانشجو مبنای بیومکانیکی یک اپلاینس را بفهمد، بسیاری از اشتباهاتِ معمول هرگز رخ نخواهد داد.

فقط دانشجوی مقدماتی نیست که از آموختن بیومکانیک سود می‌برد. با ابداع اپلاینس‌های جدید، ارتودنتیست باتجربه بهتر می‌تواند "چگونگی" و "چرایی" را دریابد، بنابراین فواصل یادگیری کوتاه می‌شود. مهمتر اینکه خطای کمتری رخ خواهد داد. سخنرانی‌ها در گردهمایی‌ها کوتاه‌تر و درک آنها آسان‌تر خواهد بود.

انتقال دانش بین اپلاینس‌ها

ارتودنتیست ممکن است در درمان با یک اپلاینس احساس راحتی کند زیرا درمانْ روتین، رضایت‌بخش و قابل پیش‌بینی است. با این حال، اگر او بخواهد اپلاینس را عوض کند (مثلاً استفاده از ارتودنسی لینگوآل بجای فاسیال)، ممکن است مکانیک یکسان نباشد. زمانی‌که چند سال پیش ارتودنسی لینگوال معرفی شد، بعضی از ارتودنتیست‌ها نگران بودند که مکانیک آنها (اَشکال مختلف سیم و الاستیک‌ها) نتواند در سطح لینگوآل همان کاری را انجام دهد که در سطح باکال می‌توانست. اصول بیومکانیک که مفاهیم سیستم نیروی معادل (Equivalent force system) را تعیین می‌کند، به سادگی در سطح لینگوآل قابل استفاده است. کلینیسین‌ها می‌توانند در "زمان یادگیریِ" صرف شده برای آزمون و خطا صرفه‌جویی کنند. تعدادی از محاسبات ساده در فصل ۳ می‌تواند کلینیسین را در جلوگیری از هرگونه اتلاف وقت کمک کند.

مزایای دانش بیومکانیک

از نظر تاریخی، ادعاهای اغراق‌آمیز زیادی توسط کلینیسین‌ها و شرکتهای ارتودنسی در مورد برتری وسایل یا تکنیک خاصی مطرح شده است. این ادعاها با عباراتی مانند ***کنترل شده (Controlled)***، ***ماورا (Hyper)***، ***بیولوژیک و بدون اصطکاک (Frictionless)*** بیان می‌شدند. مجلات و انجمن‌های ارتودنسی در حال حاضر در

شکل ۱-۱ نقاشی پارچ از ژاک کارلمن. با اینکه پارچ منطقی به نظر می‌رسد، ولی توانایی ریختن قهوه را ندارد، دقیقاً مانند برخی از وسایل ارتودنسی که منطقی به نظر می‌رسند اما در واقع کار نمی‌کنند.

کار نظارت بر مسئله‌ی تعارض احتمالی منافع بهتر عمل می‌کنند. بهترین دفاع در برابر فروش ناخواسته این است که هوشیار باشید و همیشه از بیومکانیک علمی استفاده کنید. آنچه در اثر تبلیغات محتمل (Possible) به نظر می‌رسد، وقتی اصول اساسی درک شود به وضوح غیرممکن (Impossible) می‌شود. پارچ در نقاشی ژاک کارلمن منطقی به نظر می‌رسد، اما نمی‌توان با آن قهوه ریخت (شکل ۱-۱). از طرف دیگر، زمینه‌ی بیومکانیکی می‌تواند مسائل غیرممکن را به ممکن تبدیل کند. بطری پر شده‌ی نوشیدنی در یک جانوشیدنی منحنی قرار گرفته است. جانوشیدنی به میز چسبانده نشده است، بنابراین ممکن است تصور شود که بطری می‌ریزد، اما این اتفاق نمی‌افتد (شکل ۲-۱). همانطور که بعداً بحث خواهد شد، بطری در تعادلِ ایستا (Static equilibrium) است و از این رو، غیرممکنْ ممکن می‌شود. شکل ۳a-۱ یک Root spring را که برای حرکت لینگوآلی ریشه‌ی دندان‌های انسیزور ماگزیلا در قوس اج‌وایز

شکل ۲-۱ یک بطری نوشیدنی در یک جانوشیدنی منحنی. با اینکه به نظر می‌رسد که بطری خواهد افتاد، در یک حالت تعادل ایستا (Static equilibrium) قرار دارد به طوری که حرکت نمی‌کند. به طور مشابه، برخی از اصول ارتودنسی که غیر منطقی به نظر می‌رسند در واقع کاملاً کارآمد هستند زیرا بر پایه بیومکانیک بی‌نقص بنا شده‌اند.