فصل ۶

نیروهای مگنت در درمان‌های ارتودنسی

نیروی مگنت یکی از اجزاء مهم طبیعت است. کوچک‌ترین مگنت‌ها، الکترون و اتم هستند (شکل A ۱-۶). الکترون‌ها دارای خواص مگنت هستند بطوری که دو قطب آنها 10^{-10} سانتی متر از همدیگر فاصله دارند[۱]. گشتاور جاذبه اتم با حرکت چرخشی الکترون‌های آن، ایجاد می‌شود (شکل ۱-۶).

هر چه مگنت کوچک‌تر باشد قدرت کمتری دارد، چون شامل تعداد کمتری اجزاء مگنت است، که بر روی قطب مخالف، تأثیر می‌گذارد. باید بین طول و قطر مگنت نسبت ۲ به ۱ وجود داشته باشد[۲،۳]. انرژی ذخیره شده باید به اندازه کافی باشد که بتواند بر روی واکنش‌های مخالف، غلبه نماید.

در استفاده از مگنت مشکلی وجود دارد به طوری که، مگنت‌های طبیعی خاصیت خود را، در دمای اتاق از دست می‌دهند[۳،٤]. pierre curie که در بین سالهای ۱۸۵۹ تا ۱۹۰۶ زندگی می‌کرده است، گزارش داد، که اگر مگنت‌ها در معرض دمای خاصی قرار گیرند، خواص خود را از دست می‌دهند، حرارت معین باعث می‌شود مولکول‌های مگنت به حالت نامنظم در آیند. این دما curie point نامیده می‌شود. curie point آلیاز مگنت ALNICO به مقدار کافی بالا است و مانع برگشت مولکول‌ها به حالت نامنظم می‌گردد، اما مگنت‌های طبیعی مانند آنهایی که در ارتودنسی استفاده می‌شود، curie point پایینی دارند، بنابراین استریل کردن آنها با دمای زیاد امکان پذیر نیست. یا استفاده از عناصر دیگر، می‌توان بر این دمای خاص غلبه نمود. Neodymium-iron-boron می‌تواند در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴/۰۰۰ ساعت بدون از دست دادن انرژی مقاومت نماید. عناصر ساختاری مگنت حتماً نباید فلزی باشند (مثل boron).

مهمترین خصوصیت مگنت anisotropy (وضعیت قرار گرفتن کریستال‌ها) می‌باشد، کلمه anisotropy یک لغت یونانی است، یعنی این که تمام نیروها در یک جهت فعال نمی‌باشند. anisotropy می‌تواند به صورت طبیعی یا به وسیله چکش خواری یا با غلطاندن (rolling)، یا با کشیده شدن ایجاد شود. ligature wire مثال خوبی از anisotropy است که اگر ان را به اندازه خاصی بکشیم، علی‌رغم این که توسط یک مگنت دیگر جذب نشده باشد، به صورت مگنت در می‌آید. خصوصیات مگنت بستگی به ترتیب الکترون‌های قسمت‌های مختلف جسم دارد، و باعث منظم شدن آنها در یک مسیر، می‌شود.

اصطلاح مگنت دائم عنوان اشتباهی است، چون نه تنها قدرت مگنت به طور تدریجی از دست داده می‌شود، بلکه حتی قطب آنها بطور بر عکس جابجا می‌شود ولی در طی دو سال درمان ارتودنسی، کاهش انرژی مگنت قابل توجه نیست.

در قطب‌های همنام دور شدن خطوط میدان از همدیگر دیده می‌شود، چون همدیگر را، دفع می‌کنند، در جلوی قطب‌های همنام، اثر منظم شدن خطوط میدان وجود ندارد و باعث می‌شود از هم دور شوند (شکل B ۱-۶). در میدان مغناطیسی طرفی، دورتر از نواحی قطب علائم تحلیل انرژی دیده می‌شود، این حالت در سیستم نیروهای دافعه همان گونه که Dellinger در vertical corrector استفاده کرده است، می‌تواند مشکل آفرین باشد. برای جبران این نقطه ضعف مقدار زیادی خطوط منظم میدان، در ناحیه قطب مورد نیاز است، بطوری که این حالت با افزایش رابطه طول به قطر به دست می‌آید. این اثر به طور قابل توجه‌ای با پخش براده‌های فلز در اطراف هر قطب مگنت دیده می‌شود. خطوط نیروهای مگنت همیشه موازی و برآمده تر نسبت به فاصله هوایی (air gap) موجود بین دو قطب است (شکل C ۱-۶).

مگنت طبیعی مانند انواعی که در ارتودنسی به کار می‌رود، در مقابل کاهش قدرت مقاومت می‌نمایند. در مگنت طبیعی crystalline anisotropy یا پتانسیلی که بر اساس نظم مولکولی ایجاد می‌شود، پایدار است و در جه بالای نقطه curie نیز، مشاهده می‌گیرد. و نیروی فعال قابل توجه‌ای خواهند داشت. برای مثال Alnico دارای نیرویی برابر ۶۳۰ oersteds می‌باشد، در حالیکه samarium cobalt که بیشتر مورد استفاده واقع می‌شود، دارای ۸۵۰۰ oersteds و neodymium-iron-boron دارای نیروی برابر ۹۲۵۰ oersteds است[۸]. اگر مگنت به طور صحیح در حفره دهان استفاده شود و به طور مناسب در مقابل خوردگی محافظ گردد، وجود گرما، مواد شیمیایی و تحریکات فیزیکی روی مگنت مؤثر نخواهد بود[۸].

در درمان‌های ارتودنسی نیروهای مگنت از ۱۶ سال پیش مورد مطالعه قرار گرفته‌اند ولی در تاریخ، استفاده آنها از زمان‌های بسیار قدیم ذکر شده است[۱۶]، بر اساس نوشته‌های، Matasa اولین کسی که کتابی در رابطه با مگنت نوشت، William Gilbert پزشک مخصوص ملکه الیزابت بود[۲۰]. او این نیرو را، به ارواح نسبت داد و لغت مقاربت coitus را، نسبت به جاذبه ترجیح داد. او میدان مگنت را، orbis vertutis نامید که نماینگر محدوده عمل مگنت است. قبل از آن در ۲۳ تا ۹۰ سال قبل از میلاد pliny ادعا نمود که اثرات مگنت، مانند اثرات جنسی مورد توجه قرار می‌گیرد[۲۱]. در قرن ۱۷، Balthazar در اسپانیا اظهار نمود که همه چیز تحت تأثیر مگنت قرار می‌گیرد و باعث ایجاد هماهنگی، تحریک، ناسازگاری، سازش و تغییرات نفسانی می‌شود. اصطلاح mesmerize در حقیت توسط Franz Anton Mesmer (۱۸۱۵- ۱۷۳۴) عنوان گردیده است. او صفحات فلزی مگنت را، روی بدن انسان‌های عریان در مؤسسه مگنت خود در پاریس به کار می‌برده است، و بر روی حیوانات با استفاده از مگنت فعالیت داشته است. او دوست صمیمی Mozart بود، به طوری که Mozart از مگنت Mesmer در اپرای Cosi-Fan-Tutti استفاده کرد[۱].

استفاده جدی از مگنت در پزشکی در اوایل قرن ۱۹ گزارش داده شده است. یک مرد انگلیسی به نام Abraham با استفاده از مگنت در سال ۱۸۲۰ در پاریس در خارج کردن فولاد از چشم سوزن تیزکن‌ها موفق بود[۲۲].

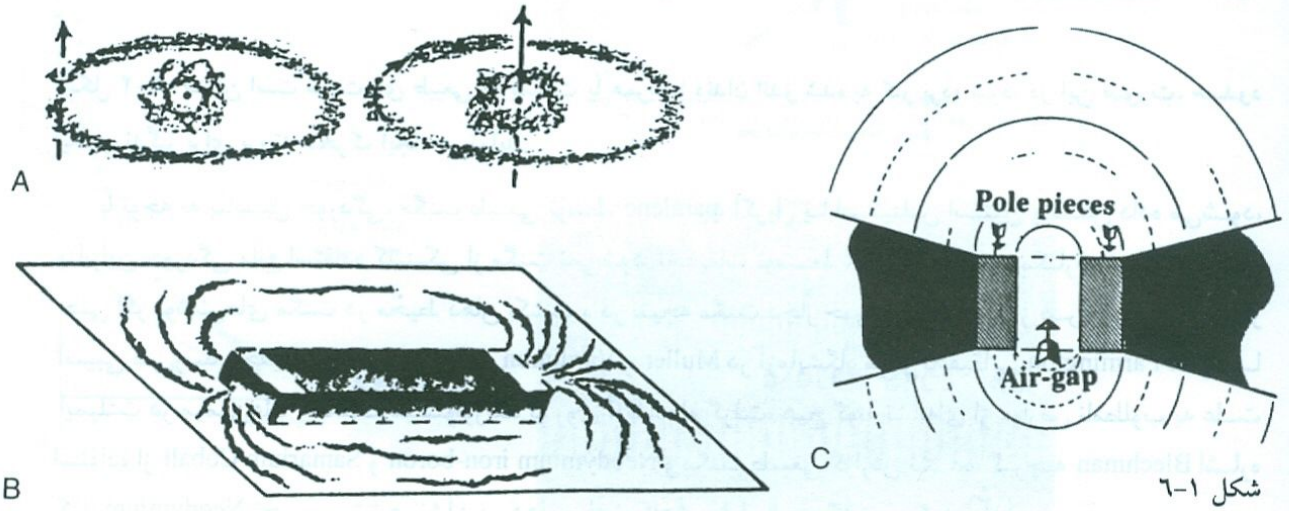
استفاده وسیع از نیروهای مگنت توسط جراحان ارتوپدی برای مقابله با عدم جوش خوردن استخوان‌های بلند مورد توجه قرار گرفته است [۲۲]، به طوری که با قرار دادن میدان مگنت در مجاور محل شکستگی، فعالیت استئوبلاست‌ها افزایش می‌یابد. شکستگی‌های استخوان‌های در از تحت تأثیر فشار و میدان مغناطیسی، باعث بهبودی سریع در دست و پا بدون ایجاد کالوس اولیه می‌شود. serendipitously همراه با یک جراح ارتوپد در سیبری، در سال ۱۹۶۸ نشان دادند که ترمیم سریع‌تر و مطمئن‌تر شکستگی‌ها با مگنت، در ۳۹/۰۰۰ بیمار انجام شده است[۲۲].

متخصصین پروتز ارزش مگنت را، خیلی سریع تشخیص دادند، Behrman از مگنت به عنوان افزایش گیر در پروتز کامل در ۱۹۵۳ استفاده کرد[۲۳،۳۸]. با پیشرفت و تکاملی که در ایمپلمنت و مگنت ایجاد گردید، استفاده از مگنت

برای ایجادگیر همراه پروتز کامل تحول اساسی بوجود آورد و یک راه حل عملی برای درمان‌های پروتز کامل ایجاد نمود(۳۹).

کارهای اولیه توسط Kawata، Blechman، Smiley، Cerny با استفاده از مگنت Alnico توانست راهی برای استفاده کلینیکی از مگنت در ارتودنسی در آینده به وجود آورد(۱۰-۱۷). مگنت‌های اولیه مورد استفاده در ارتودنسی خیلی قوی نبودند. مگنت‌های بسیار کوچک از نوع طبیعی با از جنس عنصر lanthanide بدون ایجاد کاهش نیروی ذخیره شده، وجود دارند(۴۰-۴۴).

بیشتر مگنت‌های طبیعی توسط فشرده شدن پودر آلیاژهای خاص sintering در یک قالب و ایجاد یک توده غیر متخلخل چسبنده مانند روش ساخت براکت‌های ارتودنسی، تهیه می‌گردند. با کمک ایمپلنت برای به دست آوردن یک تکیه‌گاه محکم و طولانی مدت، مگنت‌های در دستگاه متحرک ارتودنسی، مکمل هستند. در پروتز کامل با توجه به کاهش تدریجی نیرو لازم است هر ۴ یا ۵ سال یکبار مگنت‌ها تعویض شوند (شکل ۲-۶). محافظت دائم مگنت از خوردگی در مقابل هوا و مایعات ضروری است(۱۳،۱۸،۲۳،۴۵-۵۳). مطالعات در مورد رابطه نیرو نسبت به فاصله، اندازه، شکل و نوع مگنت $SmCo_5$ و $Nd_2Fe_{14}B$ نشان‌دهنده روابط قابل پیش بینی است که بر اساس آن می‌توان از مگنت در ارتودنسی استفاده کرد (شکل A،B ۳-۶).



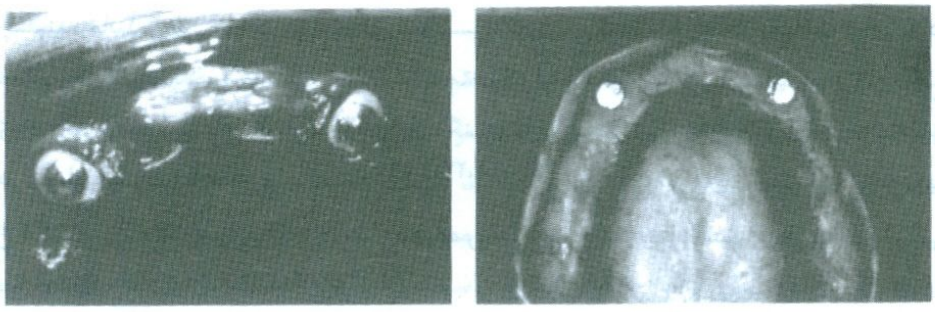
شکل ۱-۶

A، کوچک‌ترین مگنت‌ها، الکترون و اتم می‌باشد. B، همان گونه که با پخش براده‌های آهن دیده می‌شود، در نواحی دورتر از قطب یعنی در منطقه طرفی، علائم تحلیل انرژی دیده می‌شود. C، وجود قطب‌های مگنت taper از کاهش خطوط میدان جلوگیری می‌نماید.

میدان مغناطیسی، اثرات قابل توجهی روی درمان‌های ارتودنسی بر استخوان‌های membranous دارد (۱،۷،۹،۱۸،۲۲-۲۵،۲۹-۳۲،۵۲،۵۴). همه تحقیقات بجز یک یا دو مورد، نشان دادند، که عکس‌العمل بافتی همگی تایید کننده عدم ایجاد عوارض نامطلوب می‌باشد. Blechman تأکید می‌کند که نیروهای مگنت برای مدت ۴۰ سال در رشته پزشکی مخصوصا ارتوپدی به کار برده شده است. اگر چه پتانسیل میدان معناطیسی توسط سه تحقیق اخیر Angita Linder-Aronson و Lindskog مورد ارزیابی واقع گردید و نتیجه‌گیری شد که نیروی مغناطیسی باعث افزایش هیالینیزاسیون می‌گردد(۶۰-۶۲). نتایج تحقیقات دیگر با این ایده موافق نبوده، و به محدودیت‌های موجود در تحقیق Linder-Aronson اشاره می‌نماید. عوارض Iatrogenic حتی ماندخوردگی در مگنت، در صورتی که در تماس با بافت‌های حفره دهان باشد، گزارش نشده است. به طور معمول، برای جلوگیری از خوردگی پوشش حمایتی از جنس

paralene، آکریل، استینلس استیل بر روی مگنت قرار داده می‌شود[۶۳-۶۷]. دلایل زیادی راجع به مزایای میدان مغناطیسی گزارش شده است[۴۱].

تعدادی از آزمایشات روی حیوانات برای بررسی کارآیی و پتانسیل مکانیسم مگنت انجام گردید. مخصوصا تحقیقات Blechman، Bondemark، Cerny، Darendeliler، Sinclair، McDonald، Kalra، Nanda، Camilieri، Evans، Papadopoulos، Sandler، Vardimon، Demarco، متفق القول هستند، که فعالیت استخوان سریع می‌شود[۷،۱۳،۱۹،۴۵،۴۶،۶۳،۶۶،۶۷،۶۸،۷۰-۷۴]، در حالی که مطالعه Linder-Aronson مدعی بر کاهش فعالیت است[۶۳،۷۷].



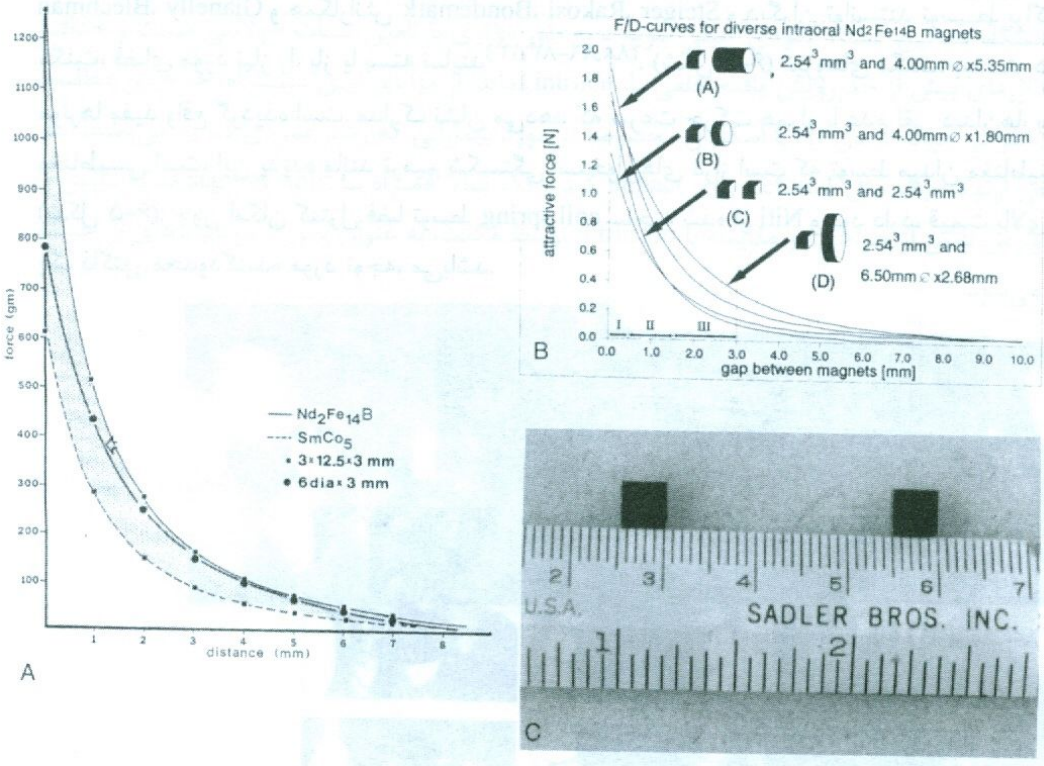
شکل ۲-۶ : ممکن است مگنت‌های طبیعی با ایمپلنت یا همراه با دندان اندو شده به کار برده شود. در این صورت، حدود یک پوندگیر برای پروتز متحرک ایجاد می‌نماید.

با توجه به پتانسیل خوردگی، مگنت طبیعی توسط، paralene، آکریل یا استینلس استیل پوشش داده می‌شود، بنابراین خوردگی مانع استفاده کلینیکی از مگنت نمی‌شود. تحقیقات توسط Bondemark و همکاران نشان داد که، حتی اگر پوشش‌های مگنت در محیط دهان بکشند و در نتیجه مگنت دچار خوردگی شود و از بین برود، به بیمار آسیبی نمی‌رسد. تحقیقات کاملی که توسط Vardimon و Muller در آزمایشگاه مرکز تحقیقاتی Farmington همراه با ایمپلنت در میمون‌ها و مطالعات هیستولوژیک بر روی آنها انجام گرفت، هیچ گونه نشانه‌ای از عوارض نامطلوب به علت استفاده از Samarium Cobalt و Neodymium iron-boron و مگنت طبیعی گزارش نشده، گرچه Blechman اشاره کرد Neodymium تخریب بیشتری نشان می‌دهد و باعث کاهش طول عمر مگنت می‌گردد[۱۳].

یکی از مزایای مهم استفاده از مگنت طبیعی قابل پیش بینی بودن جهت و مقدار نیرو است (شکل B ۳-۶). مقدار نیرو با اندازه مگنت، شکل آن و فاصله هوایی (air-gap) بین قطب‌ها متناسب است. به علت امکان پیش بینی مقدار نیرو در یک دوره زمانی، استفاده از مگنت در بعضی درمان‌های ارتودنسی امکان پذیر می‌باشد. در یک مگنت با قطر ۳ میلی‌متر امکان تولید نیروی ارتودنسی بین ۵۰ تا ۲۰۰ گرم وجود دارد. مگنت بزرگتر، نیروی بیشتری تولید می‌کند. و میدان مغناطیسی وسیع‌تری دارد بطور کلی فاصله بین قطب‌های جاذبه یا دافعه مگنت (air-gap) باید در حدود ۲ الی ۳ میلی‌متر باشد قرار دادن ۲ مگنت Neodymium-iron-boron به اندازه ۱mm × ۴mm × ۴mm نشان می‌دهد که نیروی جاذبه این مگنت در فاصله‌ای بیش از ۲۰ میلی‌متر، مؤثر خواهد بود (شکل ۳-۶). حرکت دادن یکی از مگنت‌ها به سوی مگنت دوم منجر به پرش و ایجاد تماس با مگنت مقابل می‌گیرد. برای نیروهای دافعه این محدوده حداقل ۲۰ میلی‌متر می‌باشد.

مگنت با ایجاد یک نیروی مداوم و با شدت قابل ملاحظه، نیاز کمتری به هم کاری بیمار، دارد و پیش‌گویی طول درمان به صورت صحیح‌تری وجود خواهد داشت.

یکی از خصوصیات منحصر بفرد مگنت، ایجاد نیرو در سه بعد می‌باشد اگر مگنت‌ها روبروی هم قرار گیرند، نه تنها در راستای عمودی و افقی نیرو اعمال می‌کنند، بلکه در بعد سوم یعنی در راستای عرضی هم، فعال می‌باشند. اگر قطب‌های مگنت در محورهای طولی در امتداد همدیگر واقع نشوند، نیروهای تولید شده دو مگنت بر اساس نیروهای جاذبه یا دافعه از همدیگر، در سه بعد دور یا نزدیک می‌شوند. این بدین معنی است که درمان‌ها می‌توانند در جهت قدامی خلفی، ورتیکالی و عرضی (کراس بایت) همزمان انجام گیرد (شکل A،B ۴-۶). با توجه به نظر متخصص ارتودنسی به منظور کنترل مسیر عمودی و افقی و یا در یک جهت خاص، نیروهای ارتودنسی می‌توانند اعمال گردندمتخصص ارتودنسی نوع دستگاه و محل قرار گرفتن مگنت را طرح‌ریزی می‌کند، این موضوع به ساخت تجارتی مگنت، انتخاب وایرها و شکل آنها و عوامل دیگر بستگی دارد. بعلت کاهش نیرو در کش، در بیشتر موارد از مگنت استفاده می‌گردد.



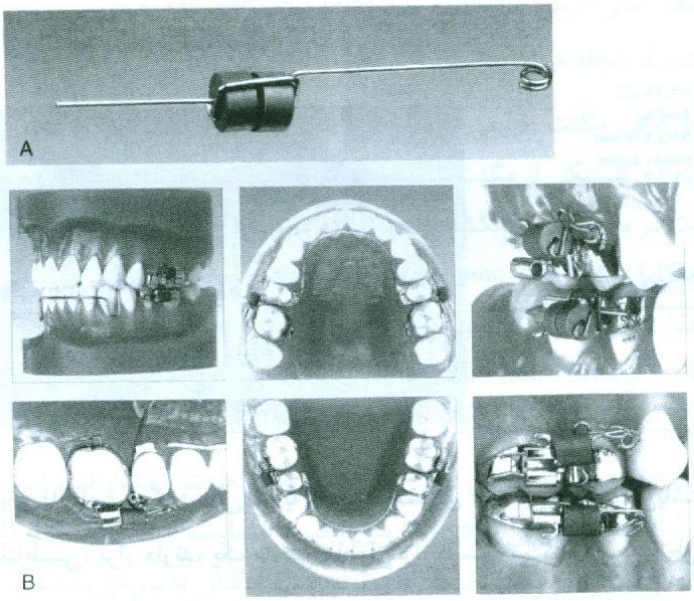
شکل ۳-٦ : A، رابطه نیرو و فاصله در مگنت‌هایی که به صورت عمودی از همدیگر جدا می‌باشند و در یک مسیر افقی و موازی، نسبت به محور مغناطیسی، قرار دارند، یک منحنی هذلولی را، درست می‌کنند. نیرو به طور معکوس با توان دوم فاصله رابطه دارد. (قانون coulomb $F \approx \frac{1}{d^2}$). با ایجاد فاصله‌ای برابر ۳ میلی‌متر (habitual rest position) در مگنت‌های neodymium – iron- boron (منحنی بالایی) نیروی برابر ۱٦۰ گرم ایجاد می‌شود که بیش از ۲ برابر مگنت samerium است. (مگنت samerium با ابعاد مربع مستطیل که همانند مگنت neodymium می‌باشد، نیروی برابر ۷۵ گرم تولید می‌نماید که در منحنی پایینی مشاهده می‌گردد). حداکثر نیروی جاذبه ۳۸۵ گرم (ناحیه فلش) با مگنت‌های دیسک شکل nd ایجاد شده است که در مطالعه Vardimon-Grabar با فاصله هوایی (air-gap) ۱/۲ میلی‌متر که برابر ضخامت پوشش می‌باشد، به کار برده شده است. (منحنی وسط) B، تغییر در مقدار نیرو نسبت به فاصله در مگنت باند شده به دندان و مگنتی که در آکریل دستگاه ارتودنسی قرار دارده شده است. C، این دو مگنت در فاصله تقریبی ۲/۵ سانتی متری بر روی همدیگر تأثیر می‌گذارند حرکت مگنت‌های ٤mm × ٤mm به سوی همدیگر منجر به جذب سریع و تماس کامل آنها می‌شود.

این بخش از کتاب به استفاده کلینیکی از مگنت اختصاص داده شده است. مطالعات براساس کارهای Blechman، Dellinger، Darendeliler، Joho، Hoehne، McNamara، Kalra، Burstone، Nanda، Vardimon Graber، Petrovic، Voss، Stutzmann و غیره، پایه گذاری شده است (۱۲،۳۲،۵۲،۵٤،۵۹،٦٦،٦۷،٦۹،۷۰-۷٤،۷۵،۷٦-۷۹،۸۰).

بیمارانی که در این بخش نشان داده خواهند شد، شامل کنترل فضا، درمان openbite expansion، کنترل رشد و درمان دندان‌های نهفته کانین و مولر می‌باشند.

کنترل فضا

بعلت وجود نیروی جاذبه با دافعه، مگنت می‌تواند مانند یک coil spring یا کش برای کنترل فضا عمل نماید. Blechman، Gianelly و همکارانش Bondemark، Rakosi، Steiger و دیگران توانستند توسط براکت‌هایی به اندازه مگنت، فضای مورد نیاز را، باز یا بسته نمایند(۱۳،۸۳-۸۸،۸٦). (شکل ۴-۶). نیروهای مگنت، بیشتر در دیستاله کردن مولرها مفید واقع گردیده است. مدارک نشان می‌دهد که سرعت حرکت همراه با عدم لقی دندان‌ها، بر اثر وجود میدان مغناطیسی است، این پدیده مانند ترمیم شکستگی استخوان‌های دراز است که توسط میدان مغناطیسی انجام می‌شود (شکل ۵-۶). چون امکان کنترل فضا توسط coil spring ساخته شده از Niti وجود دارد، قیمت بالای مگنت به عنوان یک فاکتور محدودکننده مورد توجه، می‌باشد.

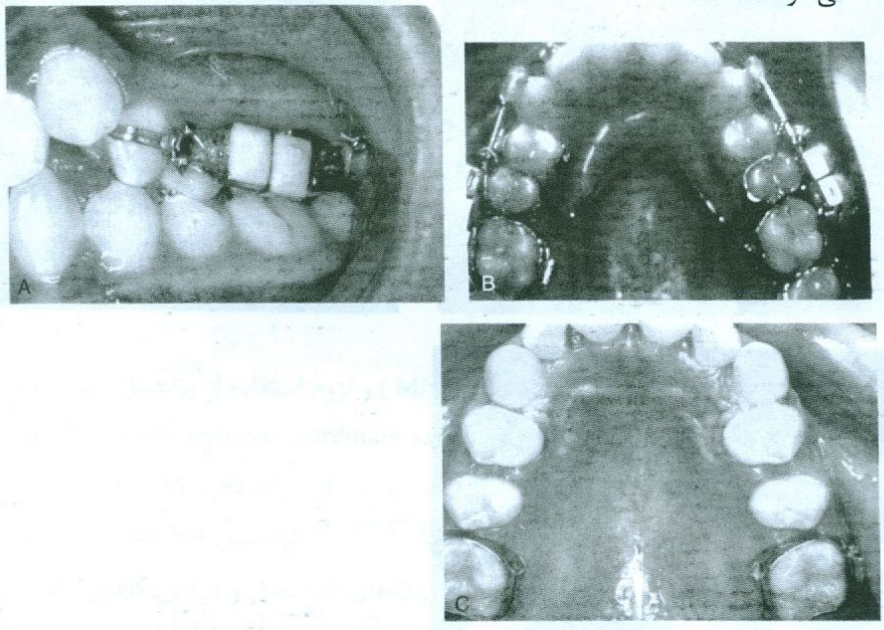


شکل ٤-٦ : مجموعه جدید و ساده مگنت Blechman برای کنترل فضا نشان داده می‌شود. A، دو مگنت با ایجاد نیروی دافعه روی قسمتی از وایر قرار دارند که در بالای تیوب مولر واقع شده، سپس گیره نگهدارنده دو مگنت به منظور فعال شدن نیروی دافعه (باز کردن فضا) برداشته می‌شود. B، شش نمای کنترل فضا در قوس‌های بالا و پایین دیده می‌شود. به تیوب‌های کمکی double توجه نمائید. palatal arch فک بالا در ناحیه پلاتال با پوشش آکریلی و lingual arch فک پایین با وایر در سمت لبیال، باعث تقویت تکیه‌گاه به صورت reciprocal می‌گردد. جزئیات قسمت‌های سمت راست نشان داده شده است.

Intrusion دندان‌های خلفی

یکی از مشکل‌ترین درمان‌های ارتودنسی، Intrude کردن دندان‌های خلفی است. بستن بایت با استفاده از کش‌های عمودی برای مدت طولانی انجام می‌شد. عارضه این روش، رویش بیش از حد دندان‌های قدامی همراه intrusion کم در مولرها و پره مولرها بود (شکل ۶-۶). این عمل بر خلاف نیاز واقعی یعنی intrusion دندان‌های خلفی، انجام می‌شود. مکیدن انگشت و وجود نقص در فعالیت زبان، باعث رویش بیش از حد دندان‌های خلفی می‌گردد. استفاده از کش عمودی در بیماران مبتلا به open bite ناموفق بوده است. استفاده از step-down در وایر فک بالا به مقدار زیاد مؤثر نیست. استفاده از bite block توسط Graber، Melsen و تعدادی از طرفداران دستگاه‌های فانکشنال برای جلوگیری از رویش دندان‌های خلفی توصیه گردید اما intrusion بسیار کمی ایجاد می‌شود(۸۹،۹۰).

Dellinger با دستگاه تصحیح کننده عمودی خیلی سریع و به طور مؤثری با تامین ثبات طولانی مدت و حداقل عوارض توانست دندان‌های بیش از حد رویش یافته خلفی را، intrude نماید. از مزایای این دستگاه، چرخش مطلوب فک پایین به بالا و جلو در جهت درمان C1II اسکلتال مخصوصا در مورد بیمارانی که رشد عمودی دارند، می‌باشد، این درمان نیاز به جراحی ارتوگناتیک مثل Lefort I برای impact کردن فک بالا همراه با sagittal split فک پایین را، کاهش می‌دهد و عوارض ناشی از جراحی در مقایسه با intrusion توسط مگنت، به عنوان یکی از موفقیت‌های بر جسته این روش شناخته می‌شود.



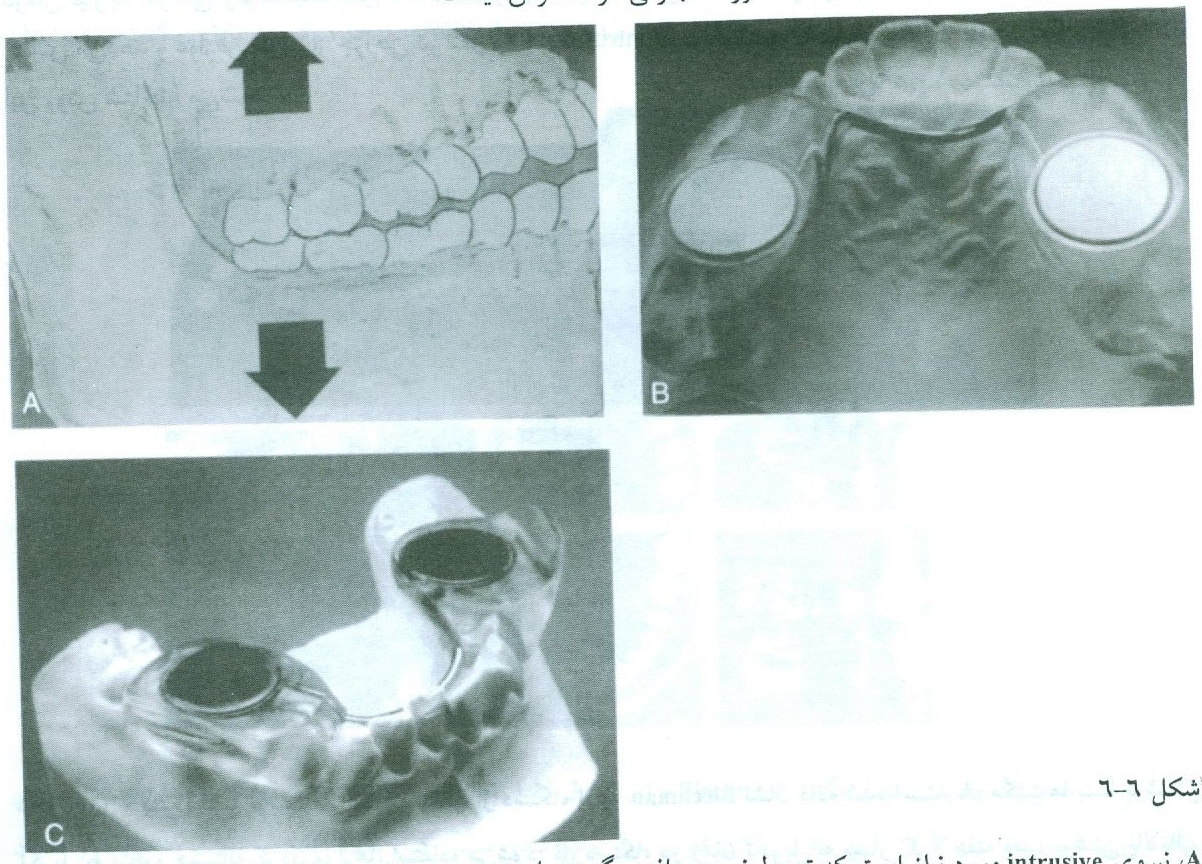
شکل ۵-۶ : کنترل فضا توسط مگنت با استفاده از دستگاه اولیه Blechman نشان داده شده است. A، مگنت‌ها با پوشش آکریل به منظور دیستاله کردن مولرها، استفاده می‌شود. B، دستگاه در زمان تحویل به بیمار C، ۶ هفته بعد، پوشش پالاتالی آکریل باعث تقویت تکیه‌گاه می‌گردد.

یکی از عوارض نامطلوب، استفاده از نیروهای دافعه مگنت، وجود نیروهایی طرفی یا shearing است. این نیروها در هنگامی که دو قطب همنام مگنت در مقابل هم قرار می‌گیرند، مورد توجه است. این اثر در مطالعه اولیه Hoenie و Mcnamara، با نیروهای intrusive غیر قابل کنترل، نشان داده شده است. این نیروها باعث ایجاد آسیمتری، در بعضی از حیوانات گردید(۸۰). Dellinger دستگاه تصحیح کننده و رتیکالی را، با اضافه کردن flange طرفی اصلاح نمود و

باعث حذف این عارضه ناخواسته شد. Dellinger، Karla، Nanda، Kuster، Noar، Woods و دیگران با این روش از مزایای impaction حقیقی در دندان‌های خلفی حیوانات و صدها بیمار استفاده کردند که با درمان‌های ارتوپدیک امکان پذیر نیست(۹۴-۹۱،۷۵،٦۹).

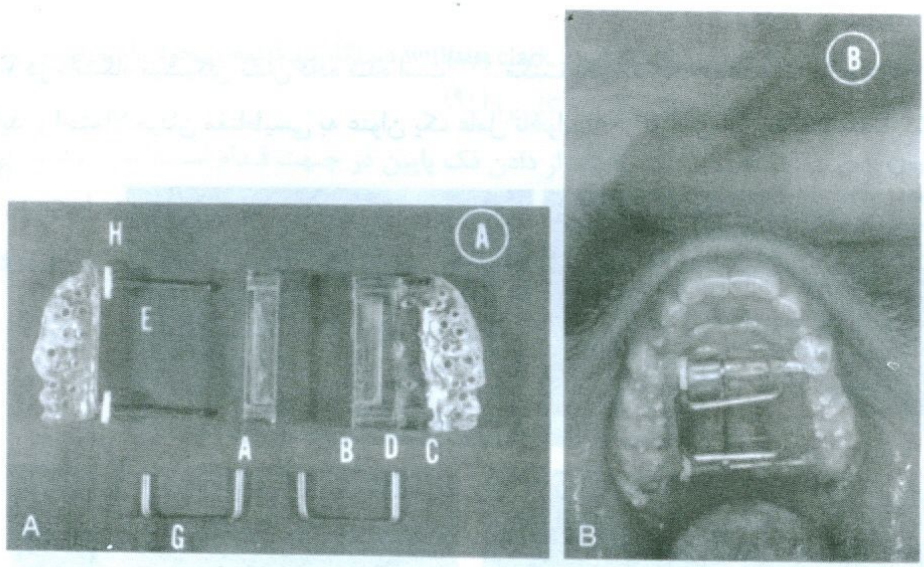
Palatal expansion

vordimon و Graber و همکاران تعداد قابل توجهی تحقیقات در رابطه با مگنت در مرکز تحقیقاتی ADA انجام دادند. بعد از این که مشخص گردید که مگنت عوارضی ایجاد نمی‌نماید و زیان آور نیست، یک پروژه تحقیقاتی برای مقایسه expansion با روش معمولی توسط پیچ و استفاده از مگنت مطرح گردید(٦۷،٦٦،۵۳،٤۲). این پروژه تحقیقاتی در ژورنال Ajo ۱۹۸۷ چاپ شده است و نتایج آن در گزارشات بعدی شرح داده شده است. نتیجه نهایی این بود که expansion با نیروهای دافعه مگنت قابل انجام است و خیلی کندتر از expansion با پیچ انجام می‌گیرد، در این روش با نیروی بسیار کمی که در روی بافت‌ها اعمال می‌شود، عوارضی مثل dehiscence، fenestration وجود ریلاپس، تحلیل لثه که در روش RPE دیده می‌شود، در استفاده از مگنت، مشاهده نمی‌شود (اشکال ۷-۶ و ۱۰-۶). دستگاه expansion با مگنت بر خلاف vertical corrector به صورت تجارتی در دسترس نیست.



شکل ٦-٦

A، نیروی intrusive مورد نیاز است که توسط نیروی دافعه مگنت برای تصحیح open bite قدامی اعمال می‌شود. B، C، دستگاه‌های متحرک فک بالا و پایین همراه مگنت‌های طبیعی با نیروی دفع کنند نشان داده می‌شود. توجه نمائید که صفحه آکریلی در سطح باکال از نیروی shearing ناشی از جابجایی مگنت‌ها در سمت لترال جلوگیری به عمل می‌آورد. طرح‌های معمولی، شامل مگنت‌های کوچک می‌باشد.



شکل ۷-۶

A، دستگاه vardimon شامل نواحی زیر است ناحیه sliding (A)، ناحیه stationary (B)، محفظه آکریلی برای قرار گرفتن مگنت‌های با پوشش آکریل در سطح اکلوزال (C) که به دندان‌ها bond می‌گردد، ناحیه تیوب‌های افقی (D) برای جاسازی انتهای آزاد میله‌های u-shaped (E)، سوراخ‌های عمودی (F) برای نگه‌داری holder ها (G) و حلقه‌های تفلونی (H) به عنوان سدی در هنگام فعال شدن عمل می‌کند. B، وقتی که فاصله‌ای، بین مگنت‌ها ایجاد شد، عمل فعال شدن انجام شده است. ناحیه sliding (A) و ناحیه stationary (B) در تماس کامل با همدیگر واقع می‌شوند و به طور موقت با نگه دارنده‌ها (G) ثابت می‌گردند. این قسمت‌ها بعد از باندینگ دستگاه، از محل برداشته شده در نواحی که باندینگ وجود ندارد بتدریج آکریل self-curing در سمت لترال حلقه تفلونی (H) اضافه می‌گردد.

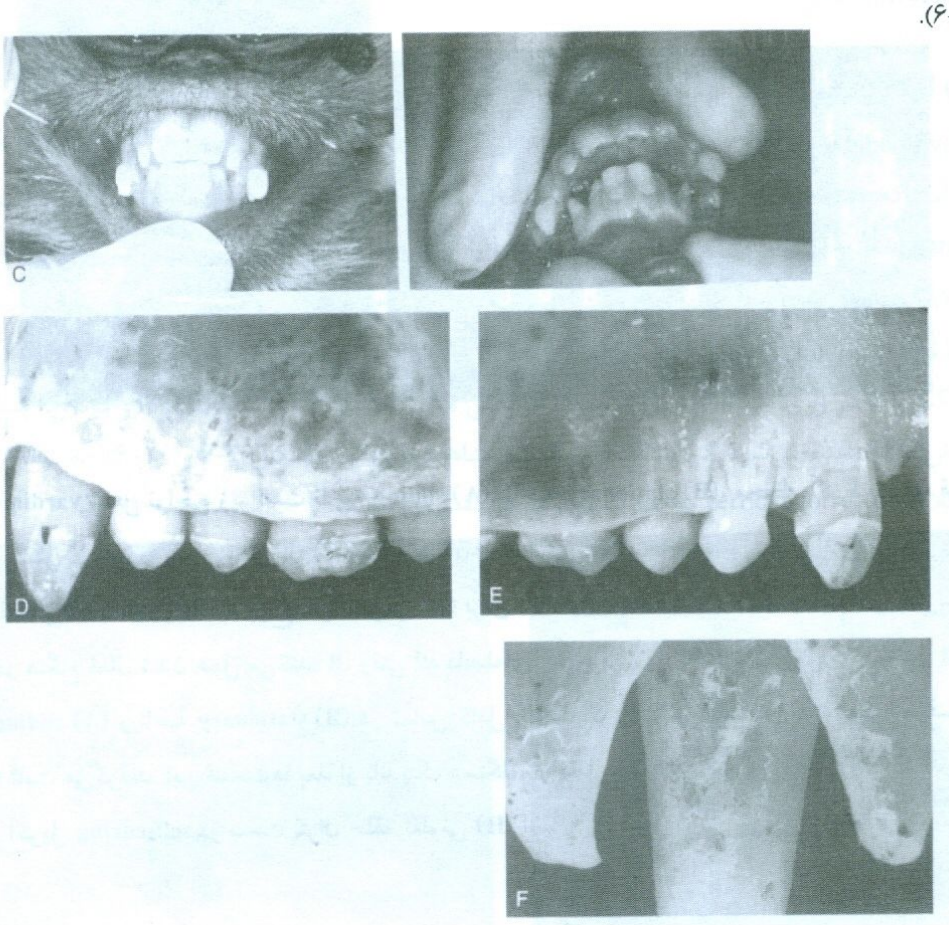
کنترل رشد

با توجه به اهمیت درمان در دوره دندان‌های مختلط (Mixed) و لزوم استفاده از پتانسیل رشد، اخیرا دستگاه‌های فانکشنال در آمریکا مورد توجه قرار گرفتند. تحقیقات گسترده vardimon، petrovic، stutzmann، verrusio، Graber، به طور واضح نشان داد که این دستگاه‌ها، می‌توانند رشد را، به مقدار زیاد، تحریک نمایند. این تحریک توسط دستگاه‌های ثابت معمولی و C1II مکانیک کمتر ایجاد می‌شود[۹۵،۷۲،۷۱]. فرانکل تحقیقاتی در مورد دستگاه (FR) function regulator انجام داده[۹۶]، ولی بعدا ، استفاده از دستگاه‌های فانکشنال و فرانکل کاهش یافت. با وجود بزرگی و حجیم بودن دستگاه فرانکل و سایر دستگاه‌های فانکشنال، بیماران این دستگاه‌ها را می‌پذیرند. استفاده از دستگاه‌های حجیم فانکشنال برای بچه‌هایی که به مدرسه میروند، بازی می‌کنند، یا غذا می‌خورند، سخت است. استفاده از دستگاه فانکشنال در ساعات خواب برای به دست آوردن تعییرات در رشد کافی نیست[۹۵].

دستگاه فانکشنال همراه با مگنت و بدون مگنت، باعث تسریع و هدایت رشد در بیماران C1II می‌شود[۷۲،۷۱]. برای اولین بار طراحی مناسب دستگاه متحرک فک بالا و پایین همراه بامگنت برای بیماران انجام شد و ترم Functional orthopedic را، می‌توان برای آن بکار برد[۹۸،۹۵].

Karal، Burstone، Nanda نشان دادند که تحریک رشد با مگنت، به علت ایجاد condylar distraction ایجاد می‌شود[۶۹]. ایجاد چهار میلی‌متر رشد، در فک پایین در خلال چهار ماه، بیشتر از مقدار طبیعی، به حساب می‌آید، حذف فشار از روی کندیل، باعث رشد بیشتر در ناحیه کندیل می‌گردد که در سال ۱۹۷۲ توسط Melanson و

Van Dyken در دانشگاه میشیگان نشان داده شده است[۹۷]. مگنت یک مکانیک ساده مؤثر برای ایجاد این تحریک به حسب می‌آید. و احتمالا میدان مغناطیسی به عنوان یک عامل ناخواسته در افزایش این تحرک مشارکت دارد. (اشکال ۸-۶ و ۹-۶).

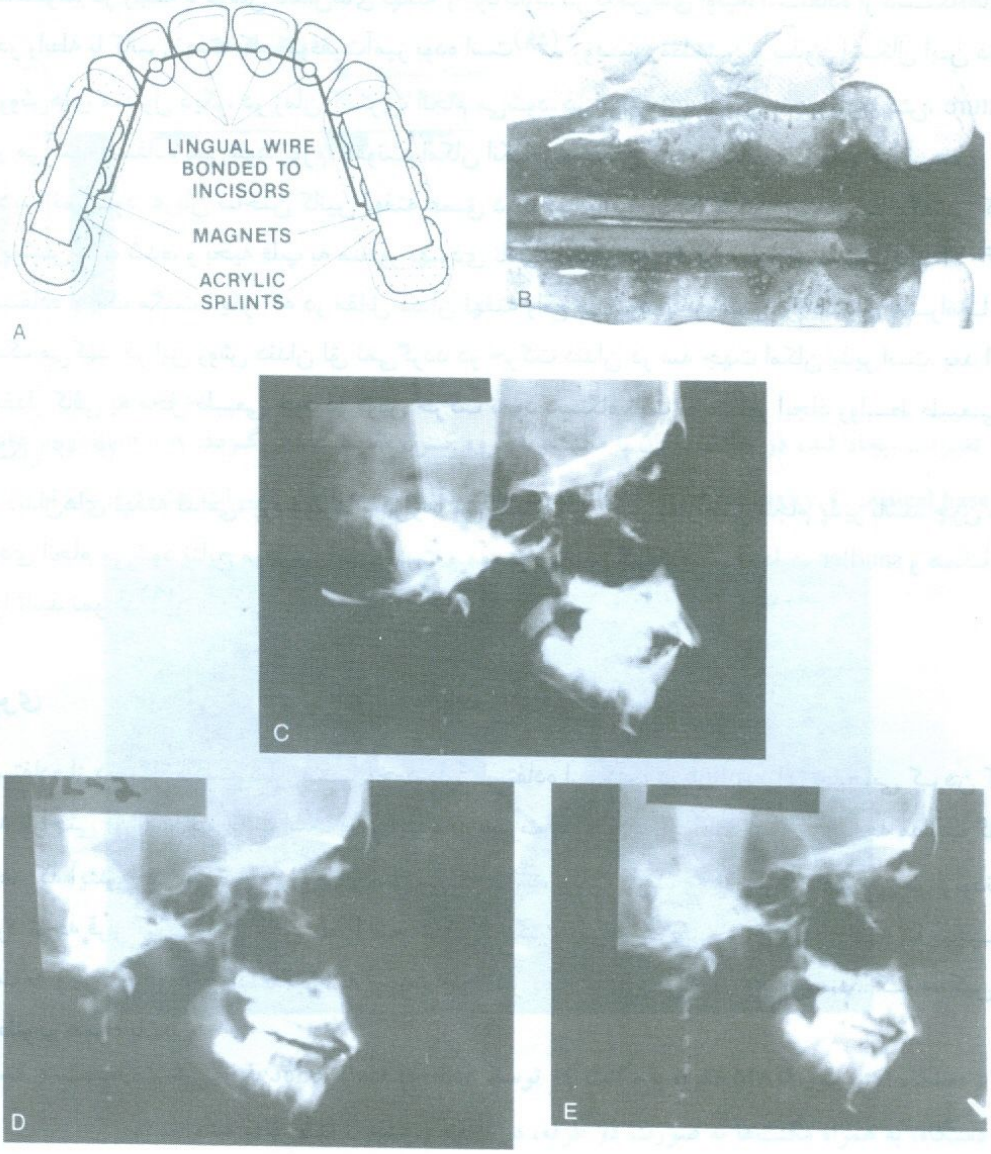


شکل ۷-٦ : (ادامه شکل قبل) : C، قبل و بعد از expansion با مگنت نشان داده شده است. به افزایش اورجت و افزایش در bilateral overexpansion توجه نمائید. protraction فک بالا در میمون احتمالا به premaxillary suture و transverse palatine suture نسبت داده می‌شود. D، نمای زائده استخوان آلوئول در میمونی که قوس فک بالابه طرقه مگنت expand شده است. تخریب استخوانی در ساختمان این استخوان وجود ندارد.E ، ناحیه مشابه‌ای که به طور مکانیکی از طریق پیچ expand شده است وجود fenestration در استخوان آلوئول را، نشان می‌دهند. F، در expand کردن قوس در حیوانات به طریقه مگنت و RPE ، تحلیل در furca دیده می‌شود. همانگونه که مطالعات اخیر نشان داده، این حالت را می‌توان در انسان‌ها تعمیم داد. gingival dehiscence در اثر RPE ایجاد می‌شود اما در expansion به طریقه مگنت که آهسته‌تر انجام می‌گردد، دیده نمی‌شود.

با دستگاه اصلاح شده monobloc همراه با مگنت (دستگاه حجیم یک پارچه همراه با آکریل و وایر) نتایج بسیار درخشانی به دست آمده است (شکل‌های ۱۰-۶ و ۱۱-۶). باید توجه نمود که نیروهای جاذبه مگنت خیلی زیاد نباشد، چون دو قطعه دستگاه توسط مگنت به صورت یک قطعه در می‌آید و کارآیی ساختار دو تکه‌ای، مختل می‌شود[۹۵،۷۱]. زمانی که دستگاه با حجم کمتر ساخته شد استفاده روزانه، همراه با تکلم و غذا خوردن، همانند استفاده از دستگاه

ریتینرهالی بالا و پایین آسان گردید. (شکل ۱۲-۶). william clark دستگاه دو قطعه‌ای خود را، به همین شیوه با اضافه کردن مگنت به منظور تسریع هدایت فانکشنال، به کار برد[۹۰].

Games Moss از نیروهای دافعه مگنت برای قرار دادن فک پایین در جهت قدام استفاده نمود. در این دستگاه تماس واقعی بین مگنت‌ها وجود ندارد، چون یک لایه آکریلی روی سطح مگنت فک پایین موجود است. در این دستگاه حداکثر تحریک فانکشنال ایجاد گردید[۹۵] (شکل ۱۳-۶). بعضی از طرح‌های مگنت به صورت تجارتی وجود دارد و پیش بینی می‌شود که این طرح‌ها قابل افزایش باشد.



شکل ۸-۶ : دستگاه condylar dystraction همراه با مگنت، که توسط Kalra و Burstone و Nanda طراحی شده است. A، طرح دستگاه بر روی قوس فک بالا، که به دندان‌های خلفی همراه با وجود مگنت باند شده است واير در سمت لینگوال به دندان‌های قدامی باند شده و یک تکه کوچک splint در قوس فک پایین به کار برده شده است. B، splintهای آکریلی در مدل مطالعه دیده می‌شود. توجه شود که مگنت‌های مربع مستطیل با نیروی دافعه در سطح اکلوزال واقع

شده‌اند.C ، D، E سفالومتریهای قبل، در خلال و بعد از ۳/۵ ماه درمان دیده می‌شود شکل ۹-٦ تغییراتی که توسط condylar dystraction ایجاد شده را، نشان می‌دهد. درضمن مقداری autorotation مشاهده می‌گردد.

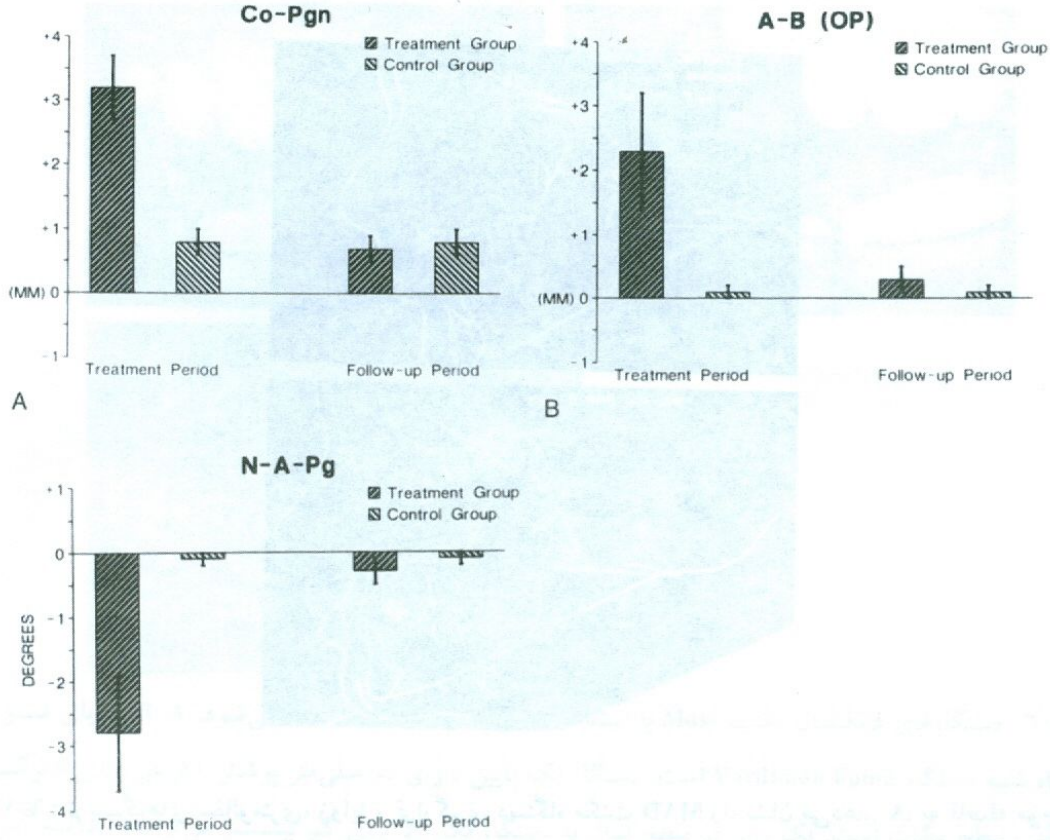
درمان دندان‌های نهفته

استفاده از مگنت، بستگی به طرح دستگاه و مهارت عمل کننده دارد. به علت این که مگنت به عنوان دستگاه ارتودنسی، در بازار به صورت آماده، وجود ندارد، استفاده از آن برای متخصص ارتودنسی با مشکلاتی همراه است. این مشکلات مخصوصا در رابطه با درمان دندان‌های نهفته وجود دارد. در تلاش‌های اولیه، استفاده از دستگاه‌های متعدد، مخصوصا در رابطه با کانین نهفته کام، موفقیت‌آمیز بوده است(۵۹). رویش مطمئن و بدون اشکال این دندان‌ها در مقایسه با روش‌های متداول دیگر، در زمان کمتری، انجام می‌شود. در این روش، ازکش زنجیره‌ای، کش، ligature که از پالیت عبور می‌کند، استفاده نمی‌شود. تورم، عفونت، امکان انکیلوز و فقدان کانتور مناسب لثه و درمان‌های اضافی در این روش دیده نمی‌شود. عریان ساختن کانین نهفته عمیق در ناحیه پالیت و باند کردن دندان با مگنتی که توسط paralene پوشش داده شده، و بخیه فلپ به منظور بهبودی ناحیه، یک روش خیلی ساده است (اشکال ۱۴-۶ و ۱۵-۶). سپس با استفاده از یک مگنت دیگر، که در مقابل دندان نهفته واقع می‌شود، به رویش آن دندان همراه با بافت‌های طبیعی کمک می‌کند. در این روش دندان لق نمی‌گردد دو حرکت دندان در سه جهت امکان پذیر است. بعد از این که دندان به مقدار کافی به محل طبیعی خود در قوس حرکت نمود دستگاه ثابت به منظور ایجاد روابط طبیعی استفاده می‌شود (شکل ۱۶-۶).

درمان دندان‌های نهفته قدامی، پره مولرها و مولرها می‌تواند با این روش به راحتی انجام پذیر باشد. چون درمان در جهت عمودی انجام می‌شود نتایج موفقیت آمیز است و معمولا زمان کمتری نیاز دارد، sandler و همکارانش این گزارشات را تائید نمودند(۱۹).

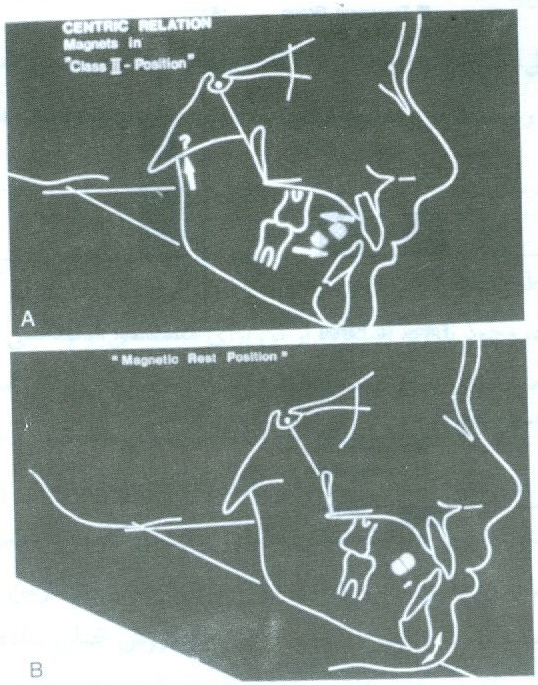
نتیجه‌گیری

برای استفاده از دستگاه مگنت، نیاز به فضا وجود دارد. استفاده از مگنت در splint برای جابجایی کردن کندیل در بیمارانی که ناراحتی TMj دارند جالب است و در آینده به صورت مقاله چاپ خواهد شد (۹۵) گرچه مطالب گفته شده نشان می‌دهد که آینده خیلی روشنی برای متخصصینی که قدرت ابتکار دارند، وجود دارد اصطلاحی در ارتودنسی است که باید مورد توجه قرار گیرد "راحت‌ترین راه را انتخاب کن". مگنت طبیعی فرصتی را جهت مقابله با پیچیدگی‌های دستگاه ثابت به وجود می‌آورد.این دستگاه‌ها به صورت خود کار تمام مراحل را، انجام می‌دهند. که ممکن است با عوارض نامطلوب همراه باشد.

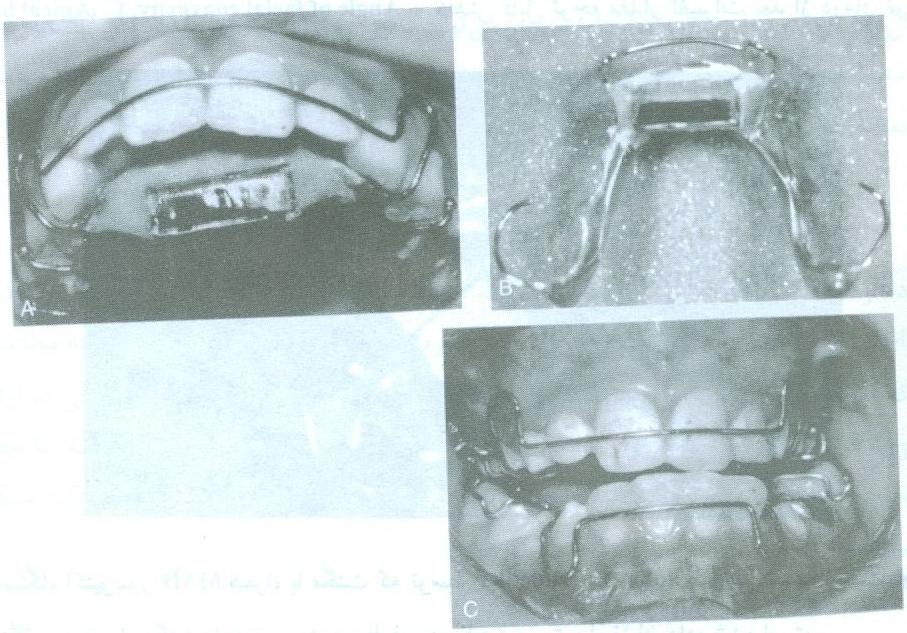


شکل ۹-۶ : تغییرات ایجاد شده در خلال درمان با مگنت، با گروه کنترل مقایسه می‌گردد. A ، condylare-pogonion ، Apical base change , B، Angle of facial convexity, C به کاهش قابل توجه مقدار تغییرات بعد از درمان توجه نمائید.

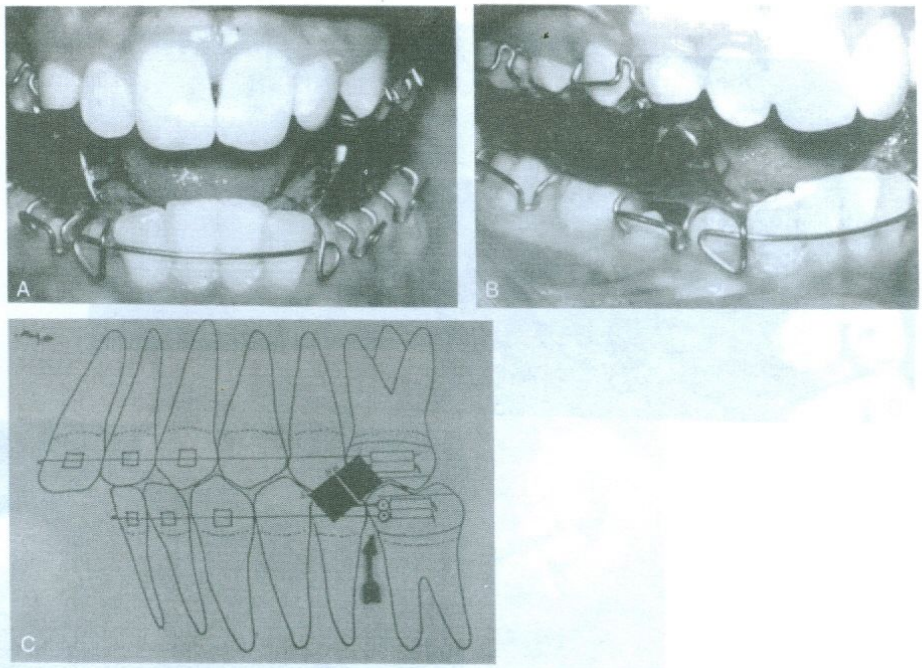
شکل ۱۰-۶ : دستگاه اکتیویتور MAD همراه با مگنت که توسط Darendeliler ،Joho طراحی شده است، و قسمت‌های بالا و پایین دستگاه، به همراه مگنت‌ها به صورت دو طرفه، در ناحیه و ستیبول نشان داده شده است.



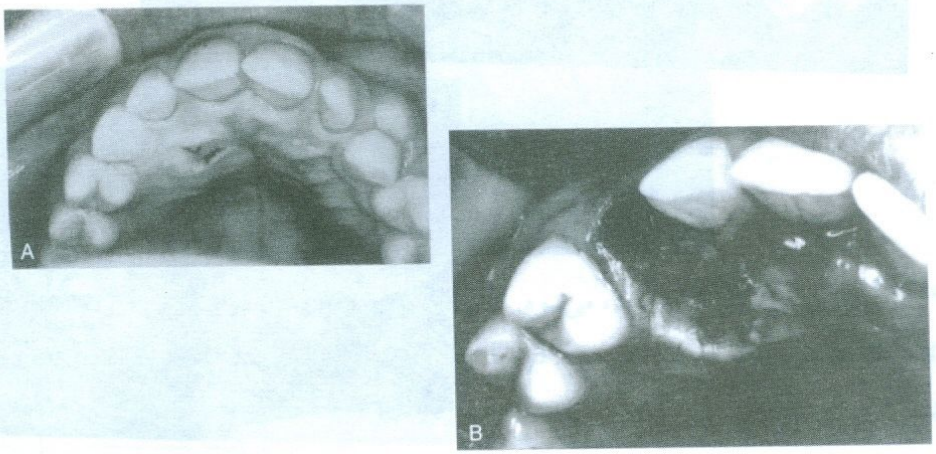
شکل ۱۱-٦ : تریسنگ‌های سفالومتری، زوایا و قرارگیری دستگاه مگنت MAD را، نشان می‌دهد. A، به فاصله موجود بین مگنت‌ها در دستگاه ارتودنسی توجه نمائید. B، فک پایین در اثر نیروی جاذبه مگنت‌ها به جلو آورده می‌شود.



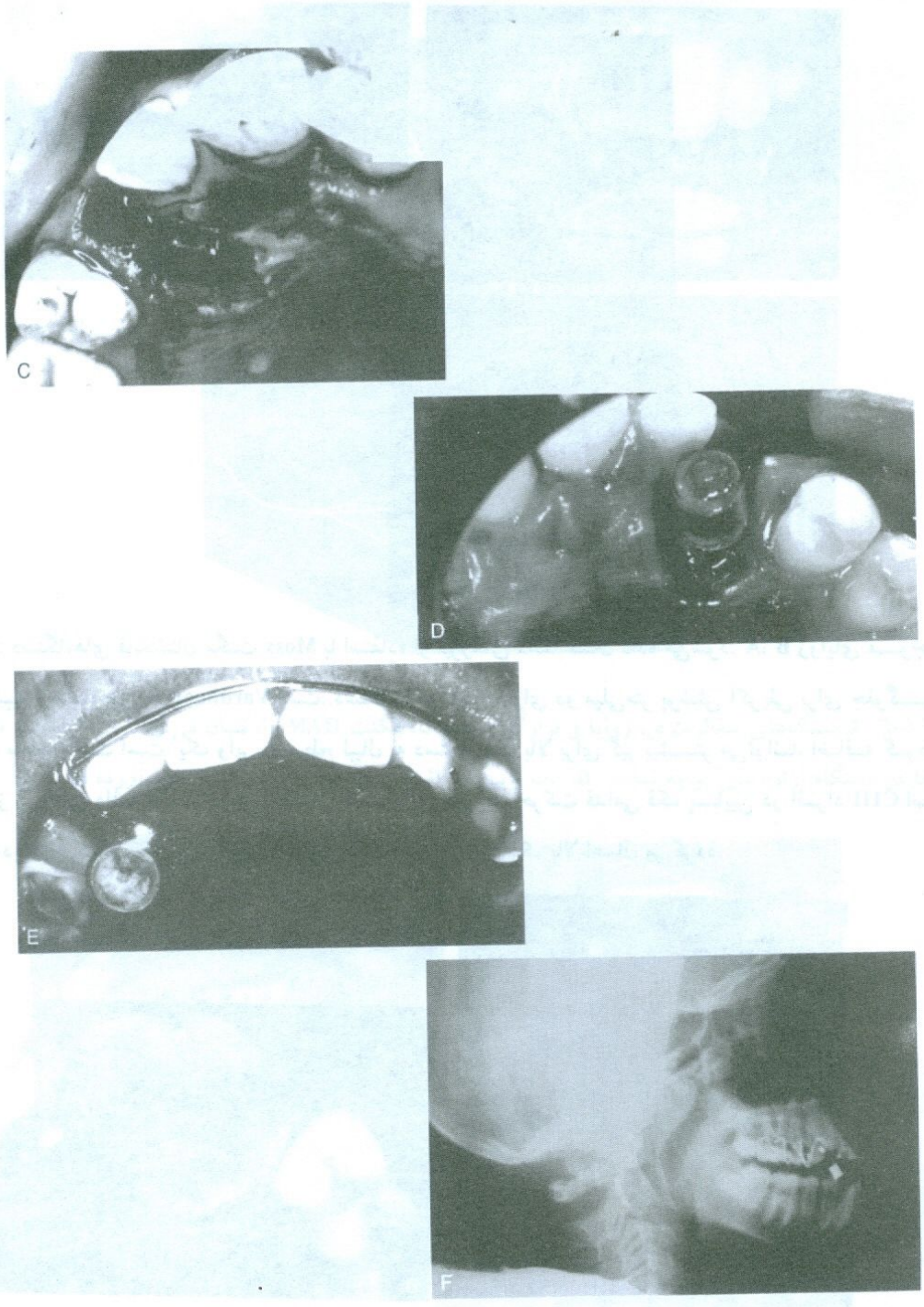
شکل ۱۲-٦ : در این بیمار درمان توسط مگنت انجام شده است. دستگاه‌های مگنت در فک بالا و پایین در طرح هالی(Hawley) باعث جلو آمدگی فک پایین در اثر نیروی جذابه می‌گردد. C، به زاویه مگنت‌ها در شکل A ، B توجه نمائید بجای این که مگنت‌ها در یک دستگاه به صورت یکپارچه باشند، این طراحی، باعث تحریک فانکشنال می‌گردد.



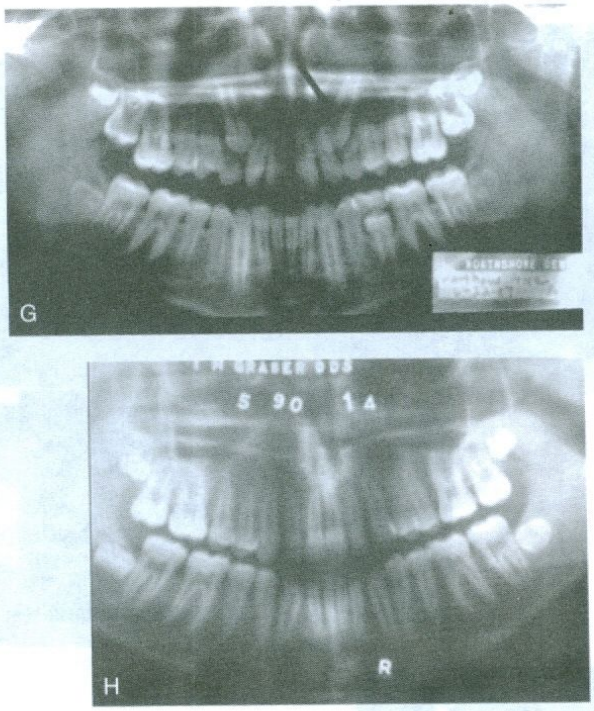
شکل ۱۳-٦ : دستگاه‌های فانکشنال مگنت Moss با استفاده از نیروهای دافعه نشان داده می‌شود. A، B زوایای موجود در این دستگاه شبیه دستگاه Vardimon Foma است. دستگاه فک پایین دارای دو میلی‌متر پوشش آکریلی برای جلوگیری از تماس واقعی سطح مگنت است. یک وایر در سطح لبیال به دستگاه فک بالا برای گیر بیشتر می‌تواند اضافه گردد. C، Blechman از نیروهای دافعه مگنت در دستگاه‌های ثابت برای تحریک حرکت قدامی فک پایین در افراد CIII استفاده نمود. نیروی دیستاله کننده برابر و در خلاف جهت حرکت قدامی، در فک بالا اعمال می‌گردد.



شکل ١٤-٦ : درمان کانین نهفته با مگنت نشان داده شده است. A، B جراحی به منظور expose کردن کانین سمت راست فک بالا انجام شده است.



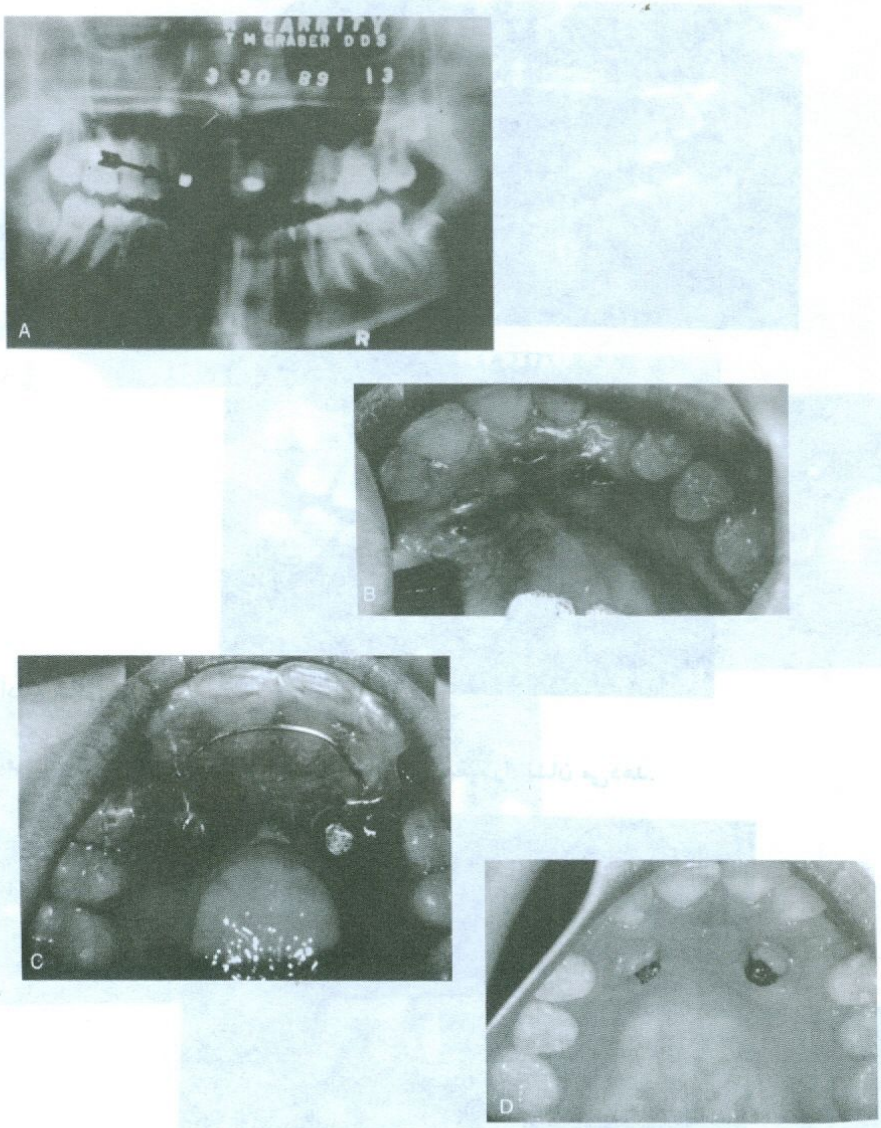
شکل ۱۴-۶ : (ادامه شکل قبل)C، مگنت برروی کانین باند شده است.D ، E، spacer و مگنت در محل قرار داده شده است و آماده برای اتصال به دستگاه فک بالا است.F، در فیلم سفالومتری، مگنت‌ها و فاصله بین آنها، مشاهده می‌شود.



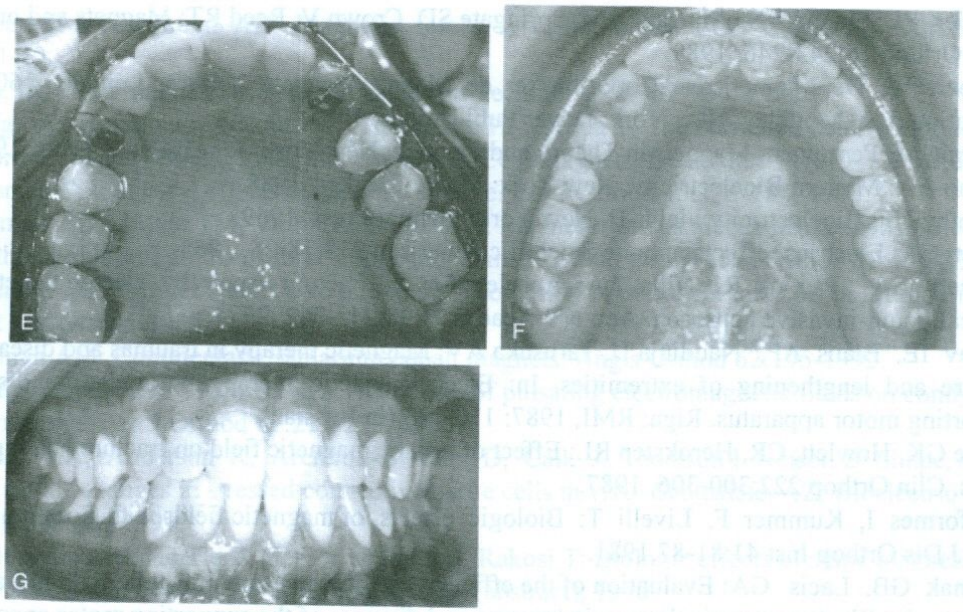
شکل ۱۴-۶ : (ادامه شکل قبل)

C، H، رادیوگرافی پانورکس قبل و بعد از آوردن دندان‌های نهفته را، نشان می‌دهد.

شکل ۱۵-۶ : در اینجا بیمار شکل ۱۴-۶ دیده می‌شود. کانین‌ها در محل خودشان در قوس آورده شده‌اند. دستگاههای ثابت برای کامل کردن درمان، به کار برده می‌شود. لترالها ترمیم شده‌اند، دیاستم بسته شده و کانین‌ها در محل طبیعی خود قرار گرفته‌اند.



شکل ۱٦-٦ : هر ۲ کانین در سمت پالاتال نهفته است. A، مگنت‌ها در رادیوگرافی پانورکس دیده می‌شوند. B، شروع جراحی را، نشان می‌دهد، کانین‌ها expose شده‌اند و مگنت‌ها به آنها باند گردیده‌اند و در محل فلپ پالاتال به منظور ترمیم، بخیه شده است. . C، D، مگنت‌های طبیعی توسط دستگاه متحرک فک بالا در مقابل هم قرار گرفته‌اند.



شکل ۱۶-۶ : (ادامه شکل قبل)

E، کانین‌ها از میان بافت عبور کرده‌اند و به موقعیت صحیح خود، توسط دستگاه ثابت برده شده‌اند. F، G، این شکل نتیجه درمان را، نشان می‌دهد، به موقعیت صحیح کانین توجه نمائید.

REFRENCES

1. Matasa CG: Magnets and orthodontics. Phoenix without ashes. 6(3):2-8, September 1993.
2. Barnothy MF: Biological Effects of Magnetic Fields I. New York:Plenum Press, 1964.
3. Chikazumi S: Physics of Magnetism. New Youk: John Wiley & Sons, 1966.
4. Giles D: Introduction to Magnetism and Magnetic Materials. London: Chapman & Hall,
5. Carrigan EA, Trower WP: Magnetic Monopoles. New Yourk: Plenum Press, 1983.
6. Barbre RE, Sinclair PM: A cephalometric evaluation of anterior open bite correction with the magnetic active vertical corrector. Angle Orthod 61:93-100, 1991.
7. Gandhi OP: Biological Effects and Medical Applications of electromagnetic Energy. Englewood cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.
8. Lemonick MD: Magnequench emerges. A new magnetic alloy will revolutionize electric motors. Science 93:18-20, 1985.
9. Barnothy MF: Biologic Effects of Magnetic Fields II. New York: Plenum press, 1969.
10. Kawata T, Takeda S: A new orthodontic appliance by menas of magnctic brackets. J Demt Res, Abstracls, 56A: 89, 1977.
11. Kawata T, Yamguchi, K, Uyama K, et al: The application of magnetic brackets to orthodontic treatment. Nippon Kyosei Shika Gakkai Zasshi 41:735-745, 1982.
12. Blechman A, Smiley H: Magnetic forces in orthodontics. Am J Orthod 79: 435-443, 1978.
13. Blechman A: Magnetic forces in orthodontics. Am J Orthod 87:201-210, 1985.
14. Cerny R: Magneto Orthodontics: The application of magnetic forces to orthodontics. Australian J Orthok 5:105-113,1978.
15. Cerny R. The reaction of dental tissues to magnetic fields. Aust Dent J 25:261-268, 1981.
16. Cerny R: The biologic effects of implanted magnetic fields. Part II. Mammalian blood cells. Aust orthod J 6:64-70, 1979.
17. Cerny R: the biologic effects of implanted magnetic fields. part II. Mammalian tissues. Aust Orthod J 6: 114-179, 1980.
18. Graber TM: Magnetic forces in Orthodontics. AAO Videotape, St. Louis, 1989.

19. Sandler PJ, Magneti S, Murray AM, Springate SD. Crown V, Reed RT: Magnets and orthodontics. Brit J Orthod 16:243-246, 1989.
20. Gilbert W: De Magnetisque Coporibus et de Magno Magnete Tellure. London, 1600. English translation, P.F. Mottelay. New York: Dover Publications, 1985.
21. McCraig M: Permanent Magnets in Theory and Practice. New York: JohnWiley & Sons, 1977.
22. Marino AA: Modern Bioelectricity. New York: Marcel Dekker, 1988.
23. Barnothy NF: Bioelectricity Fields II. New York: Plenum Press. 1969.
24. Bassett CA: Electrical effects in bone Scientific American 213:18-25, 1965.
25. Bassett CA, Pawluk RJ, Pilla AA: Acceleration of fracture repair by electomagnetic fields-A surgically non-invasive approach. Ann NY Acad Sci 238:242-262, 2974.
26. Detlav IE, Blaus AP, Naudinja IJ, Tarusuka AV: Magnetic therapy in traumas and diseases of bone fracture and lengthening of extremities. In: Electromagnetic therapy in traumas and diseases of the supporting motor apparatus. Riga: RMI, 1987: 110-123 (in Russian).
27. Bruce GK, Howlett, CR, Herokstep RL: Effect of a static magnetic field on fracture healing in a rabbit radius. Clin Orthop 222:300-306, 1987.
28. Erasformes I, Kummer F, Livelli T: Biologic effects of magnetic fields with CoSm magnets. Bull Hosp J Dis Orthop Inst 41:81-87,1981.
29. Gromak GB, Laeis GA: Evaluation of the efficient use of a constant magnetic field in traumatologic patients. In: Electromagnetic therapy in traumas and diseases of the supporting motor apparatus. Riga: RMI, 88-95:11, 1987 (in Russian).
30. Jones DB, Ruaby JT: Low energy time varying electromagnetic field interactions with cellular control mechanisms. IN: Block M, Findl E (eds): Mechanistic approaches to interactions of electric and electromagnetic fields with living systems. New York: Plenum Press, 1987, pp 389-397.
31. McLeod BR, Smith SD, Liboff AR: Timing and biosystem changes: Tow important parameters in modeling ELF interactions with living systems. Scottsdale, AZ: Bioelectric Repair and Growth Society, 1991.
32. Blechman A: Letter, 9-22-95, concerning electrical field effect.
33. Behrman SJ, Egan G: Implantation of magnets in the jaw and denture retention. NY State D Jour 19:353-371, 1953.
34. Behrman SJ: Magnets implantation of magnets in the jaw to aid denture retention. J Am Dent Assoc 68:206-215, 1964.
35. Behrman SJ: Magnets implanted in the mandible to aid denture retention. J Am Dent Assoc 68:206-215, 1964.
36. Gilling B: Magnetic retention for complete and partial overdentures. J Prosthet Dent 45:481-490, 1981.
37. Javid M: The use of magnets in maxillofacial prosthesis. J Prosthet Dent 25:334-341, 1971.
38. Tsutsui H, Kinouchi Y, Sasaki H, Shiota N, Ushita T: Studies on the samerium cobalt magnets as a dental material. J Dent Res 58:1597-1606, 1979.
39. Mitsubishi Metal Corporation, Japanese Patent 298,232,1990.
40. Robinson AL: Powerful new magnet material found. Science 92:920-922, 1984.
41. Blank M, Findl E: Mechanistic approaches to interaction of electromagnetic fields with living systems. New York: Plenum Press, 1987, pp. 389-397.
42. Muller, M: The use of magnets in orthodontics: An alternate means to produce tooth movement. Europ J Orthod 6:247-253, 1984.
43. Rönning O: The use of magnets in Orthodontic therapy. Panel discussion. Eur J Orthod 15:421-425, 1993.
44. von Fraunhofer JA, Bonds PW, Johnson BE: Force generation by orthodontic samerium cobalt magnet. Angle Orthod 62:191-196, 1992.
45.Bondemark L, Kurol J, Wennberg A: Biocompatabiliy of the clinically used and recycled orthodontic samarium cobalt magnets. Am J Orthod Dentofacial Orhtop 105:568-574, 1994.
46. Ecans RD, McDonald F: Effect of magnetic corrosion Products ($Nd_2Fe_{14}B$) on oral fibroblast proliferation. Europ J Orthod 15:335 (abutract), 1993.
47- Camilieri S, McDonald F: Static magnetic field effects on the sagittal suture in Rattus norveticus. Am J Orthod Dentofacial Orthop 103:240-246, 1993.