دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	دراسة آثار انحراف محور التعويض على نجاح الزرع السني
المؤلف الرئيسي:	مراد، محمد لؤي
مؤلفين آخرين:	رعيدي، أوس، العادل، عمر(م.مشارك، مشرف)
التاريخ الميلادي:	2006
موقع:	دمشق
الصفحات:	1 - 200
رقم MD:	582331
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة دكتوراه
الجامعة:	جامعة دمشق
الكلية:	كلية طب الاسنان
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	طب الأسنان ، زراعة الأسنان، تعويضات الأسنان ، العظام
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/582331

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

الجمهورية العربية السورية

جـــامعـــة دمـــشـــق

كليـــة طـــب الأسنان

قسم التيجان والجسور

دراســـة آثار انحراف محـــور التعويض على نجاح الزرع السني

Study of the effect of prosthesis axis inclination on implant success

بحث علمي أعد لنيل درجة الدكتوراه في علوم طب الأسنان

إعداد

الدكتور محمد لؤي مراد

بإشراف

الأستاذ الدكتور عمر العادل

أستاذ في كلية طب الأسنان

المشرف المشارك

المدرس الدكتور أوس رعيدي

مدرس في كلية الهندسة الميكانيكية

١٤٢٦ هـ ـ ٢٠٠٦ م

بسم الله الرحمن الرحيم

" وأعدوا لهم ما استطعتم من قوة "

صدق الله العظيم

سورة الأنفال – الآية ٦٠

الإهـــداء

إلى من عشت في كنفهما سنين طوال ...

فلم أعرف عنهما غير الرعاية والعطاء .... و لم أجد منهما غير الإخلاص والنقاء

إلى مقامكما الأسمى أرفع هذا العمل راجياً من الله أن أنال رضاكما

– والديّ –

إلى من يخفق الفؤاد سروراً بحبهم ....

وتبرق العيون ضيـــاءً بلقياهم ....

إلى حلم الماضي ..... وشركاء الحاضر ..... وأمل المستقبل

– زوجتي وأولادي –

إلى من اتخذوا في قلبي مسكناً

وحلّوا في مهجـــتي أحباباً

رفاقي في درب الحياة والعلم والنور

–أخوتي –

إلى من كانوا عوناً في سلوك درب العلم

إلى من تقاسمت معهم أيام المعرفة والعلا

– أساتذتي وزملائي –

إليكم جميعاً أهدي هذا العمل

كلمـــة شـــكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين ....

اليوم وأنا على عتبات نيل أعلى درجة علمية في طب الأسنان ، وأنا أعلم أنما قـــد بدأت الآن ، لا بد لي أن أحمد الله عز وجل على نعمة العلم ، والتي أعلم أن شكره تعالى عليها إنما يكون بتعليم هذا العلم .. ولابد لي وأنا أرى شريط حياتي في كلـــيتي العزيـــزة ماثلاً أمام عيني إلا أن أشكر كل من علمني حرفاً ، فله علي دَين وأي دَين ، وعســـى أن أرده لكل أستاذ علّم وفهّم وبذل من وقته وعلمه ما جعلني وغيري في هذه الدرجة العلمية العالية . وإني لأتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من مد يد العون وساهم في إنجاز هذا العمل العلمي ، وأحتسبه ليكون مدماكاً راسخاً في صرح هذه الأمة الكريمة ....

أبدأ بالشكر والاحترام والتقدير إلى أستاذي المشرف **الأستاذ الدكتور عمـــر العادل** الأستاذ في قسم التيجان والجسور في كلية طب الأسنان جامعة دمشـــق والـــذي كان له الفضل الكبير في هذا العمل ، من خلال مساعدته ونصائحه وتوجيهاته القيمـــة ، والذي لم يبخل علي بشيء من الوقت والجهد والعلم .

وأتقدم بجزيل الشكر للمشرف المشارك **المدرس الدكتور أوس رعيدي** أستاذ مادة العناصر المنتهية في كلية الهندسة الميكانيكية جامعة دمشق والذي أشرف على الدراسة التحليلية علماً وعطاءً وتوجيهاتٍ ، وذلك من خلال عمله الدؤوب الدقيق ومتابعته لكل الجوانب العلمية حتى المتصلة بطب الأسنان .

كما أشكر **الأستاذ الدكتور فندي الشعراني** رئيس قسم التيجان والجسور في كلية طب الأسنان جامعة دمشق لتفضله بقبول المشاركة في لجنة الحكم ، والذي تشرفت بإشرافه السابق على رسالة الماجستير ، والذي أستأذنه بأن ألقبه (أبو التيجان والجسور) .

وأشكر الشكر الكبير **الأستاذ الدكتور عصام الخوري** رئيس قسم جراحـــة الفم والفكين في كلية طب الأسنان جامعة دمشق لقبوله التحكيم ، والذي تكرم علينـــا بعيناتٍ لهذا البحث ولمتابعته مراحل العمل رويداً رويداً وتوجيهاته العلمية حتى رأى النور.

والشكر الجزيل **للأستاذ الدكتور نزيه عيسى** رئيس قسم التيجان والجسور في كلية طب الأسنان جامعة تشرين ، الذي شرفني بمشاركته في لجنة الحكم ، وأعطاني من المعلومات القيمة ما ساهم في إغناء البحث ، وأشكره على تكبده عناء التنقل.

والشكر العميم **للأستاذ الدكتور محمد سلطان** الأستاذ في قسم التيجان والجسور في كلية طب الأسنان جامعة حلب والذي تكرم بقبول المشاركة في لجنة الحكم ، وأعطاني نصائح دقيقة ومفيدة ، والذي أشكره أيضاً على تكبده وعثاء السفر .

وأتقدم بالشكر الجزيل لإدارة كلية طب الأسنان ممثلة **بالأستاذ الدكتور محمد عاطف درويش** عميد الكلية والذي كان له أيادٍ بيضاء علي وعلى بحثي هذا **وبالأستاذ الدكتور محمد يوسف** الوكيل الإداري **وبالأستاذ الدكتور صفوح البني** الوكيل العلمي والذين أشكرهم جميعاً على مساهمتهم الغراء في نهضة العلم في جامعتنا .

ولا أنسى الجهد الدؤوب والعلم الكبير **للمهندس حسان الأسود** الذي تجلى في الدراسة التحليلية للبحث دراسة وعملاً وعلماً ونصائح ، فكان له فضل كبير في إنجاز هذا الجانب الهام من البحث ، فله مني كل الشكر والامتنان .

وأما بيتي الثاني قسم التيجان والجسور ممثلاً بإخوتي الأساتذة أعضاء القسم ، والذين كانوا سباقين في التشجيع والدعم ، فأشكر لهم وقفاتهم ومشاعرهم النبيلة ، وبقية أهل الدار فهم أساتذتي وزملائي في بقية الأقسام ، والذين أشكرهم على عملهم في رفع راية العلم عالياً ، لتكون كليتنا منارة للعلم والأخلاق .

والشكر كل الشكر **للوالد الغالي الأستاذ أحمد فؤاد مراد** لمراجعته اللغوية الدقيقة للرسالة ، **والأستاذ عبد الرحمن نجيب** الذي ساعدني في إنجاز الدراسة الإحصائية بكل دقة وإتقان ، والسادة **فراس حمصي وغياث عويل** لمساعدتهم في إعطائنا كل ما يلزم عن نظامي عينات البحث .

ولا يسعني إلا أن أشكر كل من ساعدني وأمدني بفكرة أو نصح ، وأعانني على تأمين المراجع والكتب اللازمة ، كما أتقدم بالاعتذار لكل الجنود المجهولين ولكل من سهوت عن ذكره وذكر فضله في إنجاز هذا البحث بكافة مراحله .

مخطط البحث

الباب الأول : مقدمة والهدف من البحث.

الباب الثاني : المراجعة النظرية .

الفصل الأول : مقدمة وتعاريف .

الفصل الثاني : لماذا العناصر المنتهية .

الفصل الثالث : اعتبارات لثوية في زرع الأسنان .

الفصل الرابع : الاندماج العظمي .

الفصل الخامس : المراحل التعويضية فوق الزرعات .

الفصل السادس : الدعامات .

الفصل السابع : الإطباق والميكانيك الحيوي في زرع الأسنان .

الفصل الثامن : مراجعة نظرية لبعض الأبحاث والدراسات المجراة لدراسة الزرعات السنية تحليلياً و سريرياً .

الباب الثالث : مواد البحث وطرائقه .

الفصل الأول : مواد البحث وأجهزته .

الفصل الثاني : عينات البحث .

الفصل الثالث : طرائق البحث .

الباب الرابع : النتائج .

الباب الخامس : المناقشة .

الباب السادس : المقترحات والتوصيات .

الباب السابع : الملخص باللغتين العربية والانكليزية .

الباب الثامن : الوراقة .

- الملاحق .
- المراجع .

الباب الأول

الهدف من البحث

مقدمة البحث

١. الدراسات السريرية والتحليلية :

تسعى الاختبارات التحليلية بطريقة العناصر المنتهية إلى إيجاد حلول للمسائل المختلفة التي يمكن نمذجتها رياضياً عن طريق افتراض نماذج قريبة من الحالة الواقعية ولكنها أسهل حسابياً ، أي تقوم هذه الدراسات التحليلية بمحاكاة ما يحدث سريرياً من خلال دراسة الإجهاد المتولد في العظم المحيط بالزرعات عند تطبيق قوى مختلفة مماثلة للقوى الإطباقية الطبيعية عند الإنسان ، وبالتالي تحديد مقدار الإجهاد ومكانه على طول سطح التماس بين العظم والزرعة باستخدام المعادلات الرياضية أو البرامج الحاسوبية حيث يتم الحصول على تلك المعلومات كافة بدقة وبسرعة . أما الدراسات السريرية فعادة ما تستغرق وقتاً طويلاً لذلك تم العمل على تقصير مدة هذه الدراسات بإجراء الدراسات التحليلية سابقة الذكر ضمن وقت مقبول ، ناهيك عن وجود بعض الدراسات التي يصعب إجراؤها سريرياً فتكون الدراسات التحليلية هي الحل الملائم . ولكن تبقى الدراسات السريرية الأساس الذي لا غنى عنه ، فهي تلامس الواقع التطبيقي مباشرة ولا تحاكيه أو تقلده ، لذلك تعد أساس الدراسات والأبحاث العلمية . وإن لتلازم نوعي الدراسات السريرية والتحليلية ميزة إضفاء دقة ومنهجية وثقة بالبحث بشكل عام ، وهذا ما قمنا به في دراستنا .

٢. الإجهاد في العظم حول الزرعات :

تؤكد أنظمة الزرعات السنية كافة على نقطة هامة وهي ضرورة تجنب حدوث أي إجهاد في العظم المحيط حول الزرعات في مراحل العمل وبروتوكولاته كافة ، وذلك لتأمين حدوث الاندخال العظمي من جهة والحفاظ عليه بعد وضع التعويض ، ولقد أكدت الدراسات والأبحاث على ضرورة إيلاء الإطباق فوق الزرعات كل العناية والانتباه خوفاً من تطبيق قوى لا وظيفية (قوةً أو اتجاهاً) تؤدي لحدوث إجهاد في العظم وخاصة في منطقة العنق . من جهة أخرى كثيراً ما تواجه الجراح حالات يكون فيها من المتعذر وضع الزرعات وفق محور تعويضي ملائم للقوى الإطباقية ، فيجد الطبيب المعوض أن محور الزرعة غير ملائم فيعمد إلى اختيار الدعامات المائلة ذات الزاوية حتى يتم صنع التعويض بشكل مناسب لاصطفاف الأسنان الطبيعية المجاورة . ولكن هل لتوجيه هذه القوى وفق محور الدعامة المائل أية انعكاسات سريرية سلبية ؟ وبمعنى آخر : هل يؤثر ميلان الدعامة على حدوث الفشل السريري بسبب زيادة الإجهاد في العظم ؟

فكرة البحث :

نشأت فكرة البحث من النقاط سابقة الذكر حيث حاولنا افتراض نماذج قريبة من الواقع السريري من زرعة ودعامة وبرغي التثبيت والعظم ، وتطبيق القوى المختلفة عليها ودراسة النتائج ومقارنتها مع القيم الطبيعية المسموح بها لحدود تحمل العظم ، كما عملنا على دراسة النسج الداعمة سريرياً وشعاعياً حول الزرعات مختلفة ميلان الدعامات لتقييم الأثر السريري لهذه الدعامات .

الهدف من البحث :

١. دراسة توزع وقيم الإجهادات المتولدة في العظم حول الزرعات المتوضعة بشكل عمودي ومائل مع مستوى الإطباق باستخدام تحاليل العناصر المنتهية ثلاثية الأبعاد .

٢. دراسة الآثار السريرية شعاعياً ولثوياً لاستخدام الدعامات المستقيمة والمائلة .

الباب الثانى

المراجعة النظرية

مقدمـــة وتمهيـــد

إن التطور الهائل في العلوم الطبية عامة والسنية خاصة جعل تأمين المعالجات الصحيحة ضـــرورة أخلاقية وعلمية لكل من الطبيب والمريض على حد سواء ، وفي هذا القرن زادت حاجات المرضـــى ومتطلباتهم لتأمين جمالية الأسنان الخلفية فضلاً عن الأسنان الأمامية . وإن الهدف الأساسي لطـــب الأسنان الحديث هو تأمين أسنان مرممة ذات صحة ووظيفة وجمالية وراحة وســـلامة نطـــق جيـــدة للمريض[٨٣] بدون التأثير على النسج الرخوة أو الصلبة المجاورة . ولقد تطور علم زرع الأسنان تطوراً كبيراً ليس على مستوى المواد والأدوات والتقانات فحسب بل على مستوى الأفكار والأهداف ، بل يمكن القول أن تطور هذا العلم غير الكثير من المفاهيم العلاجية القديمة .

ولقد أصبح اليوم الزرع السني جزءاً حيوياً من التعويضات بشقيها الثابتة والمتحركة[٨٣] ، حيـــث تؤمن الزرعات السنية طرقاً موثوقة للتعويض عن الأسنان المفقودة ، فمن الشائع فقدان السن نتيجـــة مشكلة لبية كبيرة أو إصابة متقدمة في النسج الداعمة أو رض على الأسنان أو فشـــل في الأجهـــزة الجزئية ، ومن المعروف أن الخيارات الحالية للتعويض عن أسنان مفقودة هي : جسر ثابت تقليدي أو تعويض جزئي متحرك أو تعويض ملصق بالراتنج أو تعويض محمول على زرعة، ويعتبر هذا الخيـــار الأخير الخيار الأفضل بسبب احترام بنية الأسنان المجاورة والنسج الداعمة ، والشيء الجيـــد هـــو أن لتعويضات الزرعات السنية نسبة البقاء الأعلى مقارنة مع أي نوع من التعويضات [٨٣] ، وبالتالي فهذا النجاح طويل الأمد للزرعات السنية كان له تأثير إيجابي على طيف المعالجات الممكنة والمتوفرة بعـــد فقد السن ، حيث ذكر تحسن الوظيفة الماضغة وزيادة قوى العض وتحسن الوظيفة بالإضافة إلى تحسن الناحية النفسية والاجتماعية عند المريض بعد تطبيق الزرع السني [٩١-١٢٣].

تبدأ المعالجة بالزرعات بفهم حاجيات المريض ورغباته والتي غالباً ما تكون وضع سن تجميلـــي يؤمن ابتسامة جميلة ووظيفة فعالة، ولمواجهة تحديات طب أسنان الزرع في الممارسة اليومية ، ينصح بقيام فريق عمل متكامل ، ويشمل هذا الفريق : الجراح، أخصائي اللثة ، الطبيب المعوض، التقني ذا المعلومات المتقدمة والخبرة السريرية ، وإن تضافر جهود هؤلاء كفيل بتأمين نجاح حـــالات الـــزرع المطبقة للمرضى [٣١] . يسعى الممارس لزرع الأسنان دوماً لتأمين حدوث الاندماج العظمي بعد وضع الزرعة والحفاظ عليه ، ومن المعروف علمياً أن حدوث هذا الاندماج إنما يتم بتضافر جهود عدد كبير من الخلايا سواء أكانت مصورات العظم أو كاسرات العظم أو الخلايا الميزانشيمية وغيرها كثير ، إن محصلة عمل كل هذه الخلايا وبآليات وطرق محددة توصل بالنتيجة إلى الاندماج العظمي ، لـــذلك نقول : يجب تضافر جهود فريق العمل كتضافر جهود الخلايا لتأمين نجاح الزرع السني . واليوم تغص المكتبات والمراجع العلمية من كتب أو مقالات بأبحاث ودراسات كثيرة ومعمقة عن موضـــوعات

الزرع السني ، بحيث لا يخلو أي مرجع من ذكر بحث أو مقالة أو دراسة عن زرع الأسنان ، ولقد نحت كلية طب الأسنان في جامعة دمشق هذا المنحى ووجدت الأبحاث العلمية طريقها إلى نور العمل والعلم ، ونفتخر بقسم التيجان والجسور أن نكون قد قدمنا بحثين علميين عن التعويض فوق الزرعات ، وسيكون هذا العمل البحث العلمي الثالث ، فيما سيكون البحث الأول على مستوى القطر الذي درس التعويض فوق الزرعات سريرياً وتحليلياً من خلال استخدام العناصر المنتهية ثلاثية الأبعاد بالتعاون مع كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق .

تاريخ الزرع السني

يعود موضوع الزرع إلى آلاف السنوات ، فهناك أدلة من الحضارات القديمة أن الإنسان حاول التعويض عن الأسنان باستخدام عدة مواد كالعاج والخشب والعظم، ثم ومع الزمن قلعت أسنان طبيعية من أشخاص ميتين وعوضت بها أسناناً مفقودة لأشخاص أحياء [١٠٩] .

لقد امتد موضوع الزرع من تلك السنوات وحتى الآن ، ولقد مر بتطورات عديدة سنراجعها بما يلي :

١. قبل ٤٠٠٠ سنة : نحت الصينيون القدماء أصابع الخيزران على شكل أوتاد، ووضعت ضمن العظم للتعويض عن سن [٨٣].
٢. قبل ٢٠٠٠ سنة : استعمل المصريون معادن ثمينة بطريقة مماثلة للصينيين، ولقد وجدت جماجم في أوربا تحوي أسناناً معدنية، كذلك استخدم سكان أمريكا الوسطى قطعاً من صدف البحار ووضعوها ضمن العظم للتعويض عن الأسنان المفقودة [٨٣].
٣. في عام ١٨٠٩ : أدخل Maggiolo أول تاريخ حديث لطب أسنان الزرع باستعمال الذهب على شكل جذر سن ووضعت في الأسناخ [٨٣-١٠٩].
٤. في عام ١٨٨٧ : ذكر Harris استعمال أسنان مصنوعة من البورسلين مرتكزة على أوتاد مغطاة بالبلاتين [٨٣].
٥. في أوائل القرن التاسع عشر صنع Lambotte زرعات من الألمنيوم، الفضة، النحاس الأصفر والنحاس الأحمر، المغنزيوم ، الذهب والفولاذ الطري ، ودرس موضوع تآكلها في نسج الجسم [٨٣].
٦. في عام ١٩٠٩ وضع Greenfield lattical-cage أول تصميم بشكل الجذر يختلف عن شكل جذر الأسنان مصنوعة من خليط من الإيريديوم والبلاتينيوم [٨٣] .
٧. في عام ١٩١٣ وصف Greenfield عملية حفر أخاديد أسطوانية في عظم الفك ووضع زرعات تشبه السلة مصنوعة من البلاتينيوم – إريديوم [٣٣].

٨. في عام ١٩٣١ اكتشف Moyes أقدم أثر يدل على إجراء الـزروع السـنية في منطقـة الهندوراس ، ويعود هذا الأثر إلى حوالي ٦٠٠ عام بعد المـيلاد ، وقـد قـام Welson Papeno بفحص هذا الأثر ووجد أنه جزء من فك سفلي يحوي ثلاث قطع صغيرة شبيهة بالأسنان مصنوعة من الصدف ومغروسة في أسناخ ثلاثة قواطع سفلية مفقودة [٩].

٩. في عام ١٩٣١ أدخل Alvin Strock أول زرعة من الفيتاليوم على شكل برغي [١٣٩].

١٠. في عام ١٩٣٨ أدخل Strock نفسه خليطة الكروم كوبالت الموليبديوم إلى علم الـزرع الفموي من خلال زرعة عاشت أكثر من ١٥ سنة [٨٣].

١١. دخلت الزرعات فوق العظمية في الأربعينات، ولكن تبين أن لها مشكلات متعددة [١٠٩] .

١٢. في عام ١٩٤٠ ذكر Bothe ومساعدوه موضوع التحام العظم مع التيتانيوم ، ويمكـن القول إنه حتى تلك الفترة أي قبل الخمسينات كان وضع الزرعة فناً أكثر منه علماً [٨٣].

١٣. في عام ١٩٤٢ أدخل Dahl الشبكة تحت السمحاقية ، ثم طورهـا Goldberg عـام ١٩٤٣ [٩- ١٢٠] .

١٤. في عام ١٩٤٦ صمم Strock زرعة محلزنة ذات طورين حيث وضع وتد الدعامة والتاج بعد الشفاء الكامل وقد بقيت وظيفية مدة ٤٠ سنة . في تلك الفترة كان تداخل الزرعـة مع العظم يوصف بمصطلح الالتصاق Ankylosis والذي يعـادل المصـطلح السـريري المسمى الثبات الصلب Rigid fixation [٨٣].

١٥. في عام ١٩٥٢ بدأ العالم الطبيب Brånemark دراسات تجريبية بالمجهر العـادي عـن موضوع شفاء نقي العظام في الأرانب في جامعة Lund في السويد ، وتبين له أن التيتانيوم يرتبط بوضوح مع النسج العظمية الحية حيث يمكن له أن يندخل بنيوياً في العظم بدون أي التهاب للنسج الرخوة أو رفض لهذا التيتانيوم وأطلق على هذه الظاهرة اسـم الانـدماج العظمي ، وبالتالي أصبحت المعالجة بالزرعات السنية خياراً موثوقاً للعلاج . لقد قـادت هذه الدراسات إلى تطبيق الزرعات السنية في أوائل الستينات [٨٣ - ١٠٣- ١٢١ -١٤٣].

١٦. في أوائل الستينات أجريت تجارب لدراسة استجابة نقي العظام لعدة رضوض من خـلال الفحص المجهري للنسج الحية [١٠٨].

١٧. في عام ١٩٦٥ بدأت الدراسات على البشر والتي استمرت حوالي ١٠ سـنوات، أي أن أول مريض أدرد عولج بزرعات التيتانيوم كان في ذلك العام [٨٣- ١٠٣- ١٢١] .

١٨. وفي عام ١٩٦٧ أطلق Branemark مصطلح الاندماج العظمي [١٠٩] .

١٩. في السبعينيات عرف Schröeder الالتصاق الـوظيفي (Functional Ankylosis) لتعريف الارتباط المباشر للنسج العظمية مع سطح الزرعة [٦٧] .

٢٠. في عام ١٩٧٢ طور Juillet زرعة T3D [١٠٨].

٢١. في عام ١٩٧٤ طور Schroeder مفهوم الزرعات غير المطمورة [٢٣].

٢٢. في عام ١٩٧٧ ظهر الجيل الجديد من الزرعات السنية في الممارسة العملية للدكتور P.I.Branemark ولكنه كان مقتصراً على الفك السفلي الأدرد الأمامي [٢١].

٢٣. في عام ١٩٧٨ بدأ عدة باحثين بدراسة نموذج جديد من الزرعات السنية داخل العظمية التي تعطي نتائج موثوقة دائماً في مناطق العظم القليلة [١٠٨].

٢٤. في أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات أصبح استعمال الزرعات السنية أكثر علمية وإن أول فريقين بحثيين مسؤولين عن نشوء هذا العلم كان Branemark وفريقه في أواخر الستينات، وSchroeder وفريقه في أواسط السبعينات. ولقد تحدث الفريقان عن التماس المباشر الموجود بين العظم والزرعات التيتانية السنية والذي يؤدي إلى ثبات سريري للزرعة خلال التحميل [٢٣-١٠٩-١٢٠].

٢٥. في أوائل الثمانينات استعمل Schoeder ومساعدوه الزرعات وحيدة الطور غير المنطمرة لتوضيح ارتباط/تماس النسج الرخوة حول الجزء الأملس، ومنذ ذلك الوقت استعملت عدة علامات سريرية ونسيجية لتحديد استجابة المخاطية حول الزرعات [٦٥].

٢٦. في عام ١٩٨١ نشر Adell ومساعدوه تقارير حالاتهم السريرية لمدة ١٥ سنة لاستعمال الزرعات في الفكوك الدرداء الكاملة في المنطقة الأمامية [٨٣].

٢٧. في عام ١٩٨٤ أوجد Scortecci الزرعة ذات الشكل القرصي Disk implant ، كما دخل أول جيل من الزرعات السنية التيتانية المدخلة جانبياً من قبل Scortecci [١٠٨].

٢٨. في منتصف الثمانينات عرّف برنمارك الاندماج العظمي على مستوى المجهر الضوئي أنه : اتصال بنيوي ووظيفي مباشر بين عظم حي Ordered وسطح زرعة حاملة للحمل [٣٣].

٢٩. في عام ١٩٨٦ أوجد Albrektsson وطلابه مجموعة المعايير المقيمة لنجاح الزرعات الوظيفية [١٠٣- ١٠٩].

٣٠. في عام ١٩٨٨ أُطلق مصطلح الزرعة جذرية الشكل [٨٣].

٣١. في عام ١٩٨٩ وضع Misch خمسة خيارات متوفرة للتعويض فوق الزرعات [٨٣].

٣٢. في التسعينات كان دخول الزرعات السنية عصر طب الأسنان التجميلي [١٣٩].

٣٣. في عام ١٩٩١ دخلت زرعات Structure® المحلزنة مجهرياً داخلياً وخارجياً ذات ذروة مدورة غير راضة وهي تستخدم في حالات كثافة العظام كلها [١٠٨].

٣٤. في عام ١٩٩٢ أدخل Misch مصطلحات الزرعات بشكل عام [٨٣].

٣٥. في عام ١٩٩٧أدخل Kanomi الزرعات الصغيرة (٥ مم × ١ مم) والتي تختلف عن براغي تثبت الصفائح في الجراحة التعويضية. وفي التقويم نستفيد منها كمراكز لجر الأسنان تقويمياً [٤٥] .

٣٦. في عام ٢٠٠٠ وصف Davis المراحل النسيجية لآلية شفاء العظم وحدوث الاندخال العظمي بعد وضع الزرعة [١٠٠] .

٣٧. في عام ٢٠٠١ قام Ohmale ومساعدوه بأولى التجارب على الزرعات الصغيرة (٤ مم× ١مم) في اليابان [٤٥].

٣٨. في السنوات ٢٠٠٢ – ٢٠٠٣ تم العمل على تطوير أشكال اندخال الدعامات في الزرعات لتأمين ثبات الدعامة واستقرارها ، كما تم تطوير سطوح الزرعات لتأمين أفضل اندخال عظمي ، والمثبت اليوم أن سطح الزرعة المخرش والمرمل SLA هو الأفضل [٨٣] .

٣٩. في عام ٢٠٠٦ تركز الاهتمام حول إيجاد طرق حديثة لمعالجة التهاب النسج الداعمة حول الزرعات كاستخدام الليزر بالجرعات المنخفضة والعالية وما زالت الدراسات بحاجة إلى وقت لتأكيد النتائج أو نفيها [١٠٧].

تعاريف و مصطلحات

١. مصطلحات زرع الأسنان :

- علم الزرع الفموي Oral Implantology : فن أو علم طب الأسنان المهتم بالادخال الجراحي لمواد أو أدوات تثبت داخل العظم أو عليه أو حوله بهدف التعويض الوجهي الفكي أو إعادة البناء الإطباقي [١٣٨].
- الزرعة Implant , Fixture : هي مادة أو طعم أو جسم يوضع ضمن النسج [١٣٨].
- الزرعة السنية Dental Implant : هناك عدة تعاريف للزرعات السنية سنوردها كالتالي :
  - هي مادة مغايرة (alloplastic) توضع جراحياً ضمن النسج الفموية تحت الطبقة المخاطية و/أو السمحاقية، وعلى/أو ضمن العظم، لتأمين دعم واستقرار لتعويض ثابت أو متحرك [١٢٠].
  - هي جذر سن صناعي يوضع ويثبت ضمن عظم الفكين ، وهو يستعمل للتعويض عن الأسنان أو لدعم الجهاز المتحرك وتثبيته [١٤٤] .
  - هي وتد يزرع ضمن العظم ويوضع فوقه تاج أو جسر أو جهاز متحرك [١٥٠].
  - هي أداة مصممة خصيصاً لتوضع جراحياً ضمن الفك العلوي أو السفلي كوسيلة لدعم التعويض السني [١٠٨].

- الزرعات جذرية الشكل Root-form Implants : أصناف من الزرعات داخل العظمية صممت لتستعمل البعد العمودي للعظم وتشبه جذر السن الطبيعي [٨٣].
- الزرعات الأساسية Primary Implants /الزرعات الثانوية Secondary Implants : الزرعات الأساسية هي الزرعات التي تبقى لحدوث الاندماج العظمي ثم يتم التعويض والتحميل عليها ، أما الزرعات الثانوية فهي الزرعات التي تحمل التعويضات المؤقتة مباشرة بعد الجراحة ريثما يتم الاندخال العظمي للزرعات الأولية ، إذا فشلت الزرعات الثانوية بعد ذلك تزال أما إذا نجحت وحدث لها اندماج عظمي فيمكن أن تشمل في التعويض ، وغالباً ما تستعملان في حالات إعادة بناء فك أو فم كامل [٤٤].
- فقدان الزرعة : حالة مرضية ناجمة عن عدم استجابة المضيف الحيوية للزرعات بالاشتراك مع وجود حمل إطباقي وعوامل أمراضية جرثومية فموية (Gross ١٩٨٨، Swanberg & Henry ١٩٩٥، Leonhardt ومساعدوه ١٩٩٩) . أما التعريف السريري لفقدان الزرعة فهو حركة متزايدة للزرعة السنية مترافقة مع الألم [٧٨].
- التقبل الحيوي Biocompobility: ظروف حيوية لا يكون للمادة أي تأثير ضار على النسج الحيوية، ومادة التيتانيوم المعدنية المستخدمة في الزرعات هي مثال على مادة متقبلة حيوياً [١٤٣].
- التحمل الحيوي Biotolerance : مصطلح يشير إلى أن الزرعة لم ترفض عند وضعها في النسج الحية ولكن أحيطت بطبقة ليفية بشكل غلاف، والزرعة متقبلة حيوياً.. والزرعة عندئذ قد تبدي درجات مفاجئة من النجاح السريري [٣٣].

٢. مصطلحات تعويضية مرتبطة بزرع الأسنان :

- الدعامة Abutment: جزء يمتد عبر النسج اللثوية المغطية للزرعات ويتثبت على سطح الزرعة [٤٢] . والدعامة نوعان خلال فترة المعالجة :
  - دعامة الشفاء Healing Abutment أو مشكلة اللثة Gingival Former أو الامتداد عبر المخاطي : وهي الدعامة التي توضع خلال فترة شفاء اللثة ، وتكون عبارة عن جزء يعبر النسج البشرية يوضع على الزرعة بعد الطور الجراحي الثاني ويؤمن ختماً مخاطياً حول الزرعة [٨٣] .
  - الدعامة النهائية Permanent Abutment : وهي الدعامة التي تعمل كجزء وسيط بين الزرعة والتعويض النهائي لتثبته على سطح الزرعة . إذاً فهي الجزء الذي يربط التعويض النهائي أو البنية الفوقية إلى الزرعة ، واصطلح على تسميتها باسم الدعامة فقط [٨٣] .

- غطاء الطور الأولي First-stage Cover : غطاء يوضع في قمة الزرعة لمنع العظم والنسج الرخوة والفضلات من غزو مكان ارتباط الدعامة خلال الشفاء . وغالباً ما يكون الغطاء محلزناً فيسمى البرغي المغطي Cover Screw [٨٣].
- البنية الفوقية Superstructure : هيكل يربط دعامات الزرعات ويؤمن ثبات التعويض المتحرك كذراع الوصل Bar Attachment أو يؤمن هيكلاً للتعويض الثابت [٨٣].
- الناقل Transfer: جزء يستعمل في الطبعة النهائية لنقل مكان الزرعة ومحورها ، حيث يوضع نظير الزرعة مع الناقل في الطبعة وتصب للحصول على المثال النهائي ولهذا الناقل نوعان تبعاً للتقنية المستخدمة في أخذ الطبعة:ناقل الطبعة غير المباشر وناقل الطبعة المباشر[٨٣] .
- نظير الزرعة أو الزرعة المخبرية Analogue Implant : زرعة توضع ضمن المثال النهائي لتعكس وضعية جسم الزرعة أو الدعامة حيث يربط نظير الزرعة مع ناقل الطبعة ضمن الطبعة ويصب الجبس لصنع المثال النهائي[٨٣].
- غطاء التعويض Prosthetic Coping : غطاء رقيق يغطي دعامة الزرعة المثبتة بالبرغي ويعمل كاتصال بين الدعامة والتعويض أو البنية الفوقية [٨٣].
- برغي التعويض Prosthetic Screw : برغي يثبت التعويض أو البنية الفوقية للتعويض على جسم الزرعة أو الدعامة في التعويضات المثبتة بالبرغي[٨٣].
- التعويض المحمول على الزرعة والمثبت بالبرغي: تعويض مثبت بالبرغي على الدعامة والتي بدورها تثبت ببرغي على الزرعة [٦٧].
- التعويض المحمول على الزرعة والمثبت بالإسمنت: تعويض مثبت بالإسمنت على الدعامة والتي بدورها تثبت ببرغي على الزرعة [٦٧].

٣. مصطلحات النسج الداعمة المرتبطة بزرع الأسنان :

- التهاب النسج حول الزرعات Periimplantitis : وهو تشكل جيوب مخاطية عميقة مع حدوث التهاب في المخاطية حول الزرعات السنية [١٤٣].
- عمق السبر Probing Depth : هو المسافة الموجودة بين قمة اللثة وقمة العظم ، يتم السبر في ٦ نقاط : الدهليزي الأنسي ، الدهليزي ، الدهليزي الوحشي ، اللساني الوحشي ، اللساني ، اللساني الأنسي [١٤٣] .
- امتصاص العظم Bone Resorption : تناقص في العظم الداعم لجذور الأسنان أو الزرعات السنية وهي نتيجة للمشكلة حول الأسنان أو حول الزرعات [١٤٥].

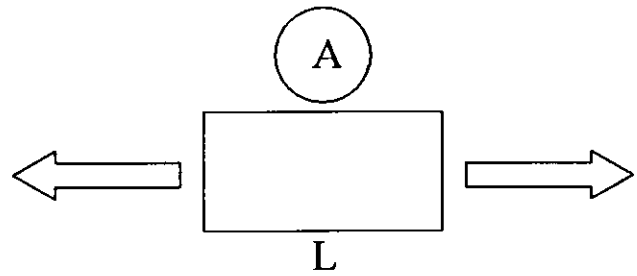
٤. مصطلحات ميكانيكية مرتبطة بزرع الأسنان :

- البيوميكانيك Biomechanics: العلاقة بين القوة المطبقة على النسج الحية(كالأسنان واللثة) وكيف تتحرك النسج وتتبدل [١٤١].
- الوحدة المثبتة للزرعة Implant anchorage unit: تتألف من الزرعة والدعامة والتعويض وبرغي الدعامة وبرغي التعويض في حال وجوده. هذه الوحدة مسؤولة عن نقل كل القوى إلى العظم المحيط بالزرعة.. وعلى الجهة المقابلة هناك الأسنان الطبيعية ولها ما يسمى الجهاز الرابط الذي يتألف من العظم وألياف الرباط حول السني والملاط العظمي للجذور [١٠٣].

معلومات فيزيائية ميكانيكية عامة

تمتلك المواد على اختلاف تصنيفاتها وأوساطها (عضوية – لا عضوية – غازية – سائلة – صلبة) مجموعة من الصفات التي تحدد سلوكها ، وطريقة تأثرها بالعوامل الخارجية ، وفي دراستنا يعتبر الوسط الهام هو الوسط الصلب ، ولهذا الوسط مجموعة من الخواص كالمرونة والليونة والقساوة والصلابة ، فعندما يتعرض أي جسم إلى تأثير خارجي كقوة مثلاً ، يتكون في هذا الجسم رد فعل أو انفعال تجاه هذه القوة الخارجية ، يطلق على ردة الفعل تلك مصطلح **الإجهاد** .

فعندما يتعرض جسم ما (أسطوانة) طوله L ومقطعه A ونصف قطر المقطع R إلى قوة شد F ، فإن هذا الجسم سوف يستطيل بمعنى آخر سوف يتغير توزع مادته ، فالقوة أثرت عليه فغيرت في مواصفاته أو بارامتراته : فيصبح طوله الجديد يعادل الطول الأصلي مع الزيادة في الطول ، وقطر مقطعه الجديد يعادل الفرق بين القطر الأصلي وتغير القطر



$L \rightarrow L+\Delta L$ بالاتجاه الطولي ، $R \rightarrow R-\Delta R$ بالاتجاه العرضي

ويعطى مقدار **الإجهاد** في هذا الجسم بالمعادلة : $\sigma = F / A$

حيث σ الإجهاد وواحدها الباسكال .

و F القوة وواحدها النيوتن .

و A مساحة المقطع وواحدها المتر المربع .

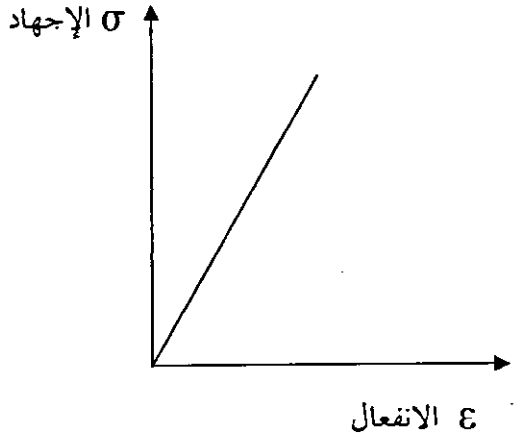
أما **انفعال** هذا الجسم بالاتجاه الطولي فهو : $\varepsilon = \Delta L / L$

وأما **انفعال** هذا الجسم بالاتجاه العرضي فهو : $\varepsilon = \Delta R / R$

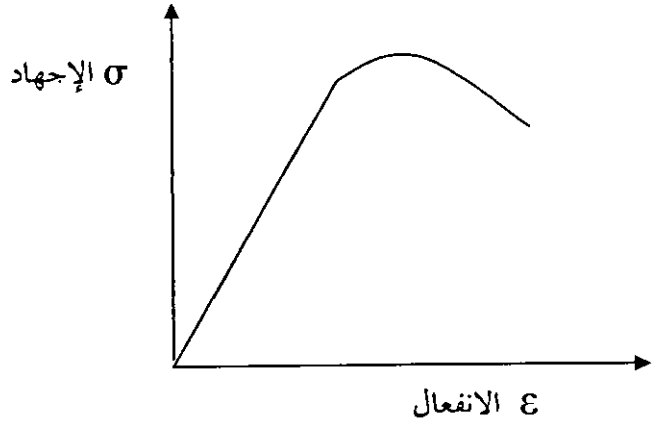
والعلاقة بين الانفعال العرضي إلى الانفعال الطولي تسمى **نسبة بواسون**

وتسمى العلاقة بين الإجهاد والانفعال **بعامل المرونة** : $E = \sigma / \varepsilon$ **عامل المرونة**

وهذا ما يسمى **قانون هوك** حيث يتناسب الإجهاد مع الانفعال خطياً كما في الشكل :



إن ميل المستقيم يسمى **عامل المرونة أو عامل يونغ** ويساوي ظل الزاوية التي يصنعها المستقيم مع المحور الأفقي ، ويرتبط ميل هذا المستقيم مع نوع المادة ، ففي المعادن مثلاً عندما يزيد مقدار الإجهاد عن حد معين تصبح العلاقة بين الإجهاد والانفعال غير خطية ، فنقول عندئذ إن المعدن أصبح في مرحلة الليونة .



نلاحظ مما سبق أن العلاقة تمر بـــ :

- علاقة خطية (مرحلة المرونة) : حيث يعود المعدن إلى وضعه الطبيعي بعد زوال القوة .
- علاقة لا خطية (مرحلة الليونة) : حيث لا يعود إلى وضعه الطبيعي حتى بعد زوال القوة .
- لا توجد علاقة : عندما يستمر الإجهاد بالازدياد إلى حد معين ، حيث يتحطم الجسم وينفصل إلى جسمين .

- إن خواص المادة لها دور أساسي في استخدامها ، حيث يتم استخدام المادة بحيث يكون الإجهاد المسموح به للمادة أكبر من الإجهاد الأعظمي للقوى المؤثرة ، وكلما زاد الفرق بين الإجهادين

زادت وثوقية المادة ، وتعرف النسبة بين الإجهاد المسموح به والإجهاد الأعظمي المؤثر على أنها **عامل أمان** المادة .

- في حال كانت الحالة الإجهادية وشكل الجسم أكثر تعقيداً (أي أن الجسم يتعرض لقوى باتجاهات مختلفة) عندئذ يتم الرجوع إلى معامل إجهاد خاص يسمى Von Mises Stress .

خواص المرونة :

وهي الخواص الميكانيكية في مرحلة المرونة ، والتي تعبر عن قدرة المادة على مقاومة الحمولات والتشكل وامتصاصها للطاقة في هذه المرحلة ، منها :

- المقاومة المرنة : وهي قدرة المادة على مقاومة الحمولات دون أن تغير في شكلها تغييراً دائماً ، وتقاس بالإجهاد عند حدود التحول من المرحلة المرنة إلى اللدنة .
- حد التناسب : ويحدد بنهاية مستقيم تناسب الاجهاد مع الانفعال ، فبعد هذه النقطة لا يتناسب الاجهاد مع الانفعال .
- حد المرونة : وهو أقصى إجهاد يمكن أن تتحمله المادة دون أن يتغير شكلها تغيراً باقياً بل تعود إلى أبعادها الأساسية بعد زوال القوة ، وقد يصعب التمييز بينها وبين حد التناسب .
- حد الخضوع : وله حدان أعلى وأدنى ، الحد الأعلى غير ثابت لذلك لا يعتمد عليه ، أما حد الخضوع الأدنى فيعبر عن المقاومة المرنة ومنها يحسب إجهاد التصميم بعد تقسيم إجهاد الخضوع على عامل الأمان .
- الصلابة : وهي مقاومة المادة المجهدة ضد الانفعال ، ومقياس الصلابة هو عامل الصلابة ويساوي عامل المرونة في حدود التناسب ، أما خارج حدود التناسب فيساوي ميل المماس لمنحني العلاقة بين الجهاد مع الانفعال .
- الاسترجاع : وهي قدرة المادة على امتصاص الطاقة ثم إرجاعها بالكامل مع زوال الانفعال .

خواص الليونة :

وهي الخواص التي تحدد قدرة المادة على مقاومة الحمولات والتشكل ، وقدرتها على امتصاص الطاقة خارج حدود المرونة ، منها :

- مقاومة الشد : وهي أقصى إجهاد يمكن أن تتحمله المادة .
- المرونة : وهي العمل المبذول لكسر عينة بطول ومساحة مقطع معينين .

تصانيف الزرعات

تصنف الزرعات إلى أصناف مختلفة تبعاً لطرق التصنيف المتعددة ، حيث تصنف تبعاً لـــ : مراحل الشفاء ، طريقة إدخالها إلى الفكين ، تركيبها الكيماوي ، شكلها الهندسي ، طبوغرافية سطحها ، وتبعاً لحجم العظم .

☒ تصنيف الزرعات حسب مراحل الشفاء [٨٣] :

١. الزرعات المغمورة Submerged Implants :وهي الزرعات التي تغمر وتوضع تحت اللثة في الطور الجراحي الأولي ، ثم يكشف عنها في الطور الجراحي الثانوي وتوضع دعامة الشفاء .

٢. الزرعات غير المغمورة Nonsubmerged Implants : وهي الزرعات التي تبرز منها الدعامة مباشرة في الطور الجراحي الأولي ، ولا حاجة عندئذ للطور الجراحي الثانوي .

☒ تصنيف الزرعات حسب طريقة وضعها أو زرعها بالفكين [١٠٨] :

١. الزرعات السنية المدخلة محورياً (من قمة السنخ) : وتشمل الزرعات جذرية الشكل وذات شكل الصفيحة Plate .

٢. الزرعات السنية المدخلة جانبياً (من السطح الدهليزي) : كالزرعات ذات شكل القرص Disk implant .

☒ تصنيف الزرعات حسب تركيبها الكيماوي [١٣- ٨٤-١٤٣]:

١. زرعات التيتانيوم : وتتركب كيماوياً من معدن التيتانيوم المتقبل حيوياً وهي المستخدمة الآن . والتيتانيوم Titanium عنصر معدني له لون مثل الفولاذ ، صفاته الكيماوية :

الرقم الذري ٢٢.

الكتلة الذرية ٤٧,٩.

الكثافة ٤,٥٤ غرام/سم^{٣}.

درجة الانصهار ١,٦٦٨ درجة مئوية .

٢. زرعات السيراميك : وتتركب كيماوياً من مادة السيراميك وقد قل استخدامها كثيراً .

☒ تصنيف الزرعات حسب شكلها الهندسي [٨٣] :

١. الزرعات الأسطوانية Cylinder Implants: وهي زرعات ذات شكل اسطواني تدخل ضمن العظم ، ويفيد شكلها الاسطواني بزيادة سطح التماس بينها وبين العظم .

٢. الزرعات المخروطية Conical Implants: وهي زرعات ذات شكل مخروطي تدخل ضمن العظم السنخي ، يفيد شكلها المخروطي بتأمين شكل جذر السن المعوض عنه نفسه ، وبالتالي تفيد لمنع الاقتراب من الجذور الطبيعية للأسنان المجاورة .

٣. الزرعات المخروطية الاسطوانية (المشتركة) Combination Implants: وهي زرعات ذات صفات أسطوانية ومخروطية معاً ، لتأمين إيجابيات الصفات الأسطوانية والمخروطية ، والتخلص من الصفات السلبية لها .

٤. زرعات البرغي Screw Implants : وهي زرعات لها شكل البرغي أي مستدقة .

☒ تصنيف الزرعات حسب طبوغرافية سطحها [١٠٩] :

تخضع سطوح الزرعات التيتانية إلى معالجات تؤمن طبوغرافية مختلفة ذات مزايا متعددة :

أ- التلميع الكهربائي للزرعات : يمكن أن يقلل درجة الاختلافات المقاسة على السطح ، ولكن هذه السطوح لا تؤمن اندخالاً عظمياً جيداً .

ب- يمكن الحصول على تعديلات طبوغرافية سطح الزرعة من خلال عدة معالجات كيميائية : كالتغليف (Coating) مثل زرعات التيتانيوم المرذوذة بالبلاسما TPS ، أو الكشط (Abrasion) مثل زرعات التيتانيوم المكشوطة بأكسيد التيتانيوم (TiO_2) أو زرعات التيتانيوم المكشوطة بمواد قابلة للامتصاص أو منحلة S/RBM ، أو الترميل (Blasting) ، أو الترميل والتخريش (Plasting & Etching) : - Al_2O_3 . HCl/H_2SO_4 ٦٣٣٦٢١

☒ تصنيف الزرعات حسب علاقتها بالعظم المستخدم [١٠٩-٤٢]:

١- الزرعات فوق العظمية Subperiosteal Implants .

٢- الزرعات عبر العظمية Transosseous Implants .

٣- الزرعات داخل العظمية Endosteal Implants .

٤- زرعات أخرى : كالأوتاد المثبتة لبياً والدبابيس المخاطية .

تصنيف الزرعات داخل العظمية Endosteal Implants [٤٢-٨٣]:

١) الزرعات جذرية الشكل Root-form Implants:

وهي أصناف من الزرعات داخل العظمية صممت لتستعمل البعد العمودي للعظم وتشبه جذر السن الطبيعي ، تتألف من ثلاثة أقسام رئيسية : جسم الزرعة بالخاصة ، العنق ، الذروة .

- جسم الزرعة بالخاصة : وهو الجزء الصلب من الزرعة ذو مقطع عرضي دائري بدون أي ميازيب أو أخاديد تخترقه ، قد يكون أملس أو محلزناً .
- العنق : وهو جزء مصمم لتثبيت الدعامة في النظام ذي الطورين ، كما يمثل منطقة النقل من جسم الزرعة إلى المنطقة العظمية على قمة الحافة السنخية. تتوضع مواصفات مضادة للدوران على هذا السطح (مثل المسدس الخارجي External Hex)، ولكنها قد تمتد ضمن جسم الزرعة (مثل المسدس الداخلي Internal

Hex أو الميازيب الداخلية Internal Grooves). غالباً ما يكون عنق الزرعة أملس وناعماً لمنع تراكم اللويحة عند فقدان العظم القمي.

- الذروة .

وللزرعات جذرية الشكل نوعان :

أ- الزرعات غير المحلزنة Unthreaded Implants : وهي زرعات ذات شكل جذري لا يوجد على سطحها حلزنات ، وتُدخل في العظم بالحشر أو الضغط Press-fit ، وقد تكون مغطاة بالهيدروكسي أباتيت الخشن (HA) أو تكون من التيتانيوم المرذوذ بالبلاسما (TPS) .

ب- الزرعات المحلزنة Threaded Implants : وهي زرعات ذات شكل جذري ويوجد على سطحها حلزنات بحيث تُدخل في العظم بالفتل ، والحلزنات قد تأخذ شكل V أو تكون مربعة ، وقد يختلف عمقها أو مكانها لإعطاء مواصفات متعددة للزرعة .

ولهذه الزرعات نوعان :

- الزرعات ذاتية الإدخال Self-tapping Implants .
- الزرعات مسبقة الإدخال Pre-tapping Implants .

٢) الزرعات الصغيرة Mini Implants :

وهي زرعات تيتانية محلزنة ذاتية الإدخال ، تستخدم لحمل التعويضات المؤقتة ريثما تتم فترة الشفاء للزرعات جذرية الشكل، أو لحمل الجهاز المتحرك مؤقتاً بعد القلع والتطبيق الفوري للجهاز.

٣) زرعات الشفرات Blade Implants:

وهي زرعات بشكل الشفرات تتألف من قطعة واحدة تدخل ضمن العظم .

٤) زرعات شفرات الرأد أو هيكل الرأد Ramus Blade - Ramus Frame:

وهي شفرة مؤلفة من قطعة واحدة تستعمل في الجزء الخلفي للفك السفلي .

لماذا العناصر المنتهية؟ [١٦-٦٠-٧٥-٩٧-١١٩]

تعنى طريقة العناصر المنتهية بإيجاد الحلول للمسائل المختلفة التي يمكن نمذجتها رياضياً إما بطريقة تحديدية تماماً أو بمقاربة الحل عن طريق افتراض نماذج قريبة من الحالة الواقعية ولكن تكون أسهل حسابياً . ففي الحالات البسيطة أي عند وجود عناصر دراسة بسيطة نسبياً كالأشكال البسيطة أو المتناظرة ذات الأحمال القليلة التوزيع وخاصة الخطية منها يمكن تطبيق نظريات الحل المبسطة ، أما عندما تتعقد الحالة فإننا نلجأ لطريقة العناصر المنتهية : أي تلك الحالات التي يتعقد الشكل فيها ويصبح متعذراً تطبيق نظريات الحل المبسطة كأن يكون الشكل غير متناظر - الأسطوانات مختلفة السماكة - القطع شديدة التعقيد كالقوالب - وبكل تأكيد العناصر العضوية والتي لا تتخذ لا شكلاً بسيطاً ولا متناظراً ، كما تستخدم عند وجود عناصر مختلفة المواد في التركيبة الهندسية نفسها كما في الحالات الديناميكية (تغير الحمولات والإجهادات مع الزمن) أو التوضع اللامتناظر للأحمال.

وهكذا نرى أن طريقة العناصر المنتهية هي الطريقة الأعم ، ولا تقتصر طريقة العناصر المنتهية على ميكانيك الوسط الصلب / المستمر ، وإنما تتعداها إلى أوساط وحقول كثيرة كالوسط المائع، الغازي، البلازما وحتى على مستوى العناصر الذرية وما دون . كما تشمل مجالات حقول كثيرة كالحقل الجاذبي (الجاذبية المادية) والذي له امتدادات مهمة في الدراسات الفضائية، والحقل الكهربائي والكهرطيسي والكيميائي العضوي واللاعضوي .

آلية عمل طريقة العناصر المنتهية:

تستفيد طريقة العناصر المنتهية من الخصائص الرياضية لتجزئة العنصر إلى عناصر صغيرة جداً ، بحيث تكون هذه العناصر ذات خصائص بسيطة وذات أشكال متناظرة، والوقت نفسه هي من الصغر بحيث أن الخطأ الناجم عن هذا التبسيط يصبح مهملاً وهي المعنى نفسه للتفاضل أو التكامل الرياضيّين.

وما يسمح بذلك هو أن الوسط مستمر أي أننا نستطيع التجزئة إلى المستوى الذي نحتاجه دون الإخلال بخصائص الوسط (فيزيائياً أو كيميائياً).

وهنا تبرز الحاجة إلى آلية تجزئة العنصر إلى عناصر صغيرة يمكن تطبيق الخصائص الفيزيائية والأحمال وغيرها من الشروط الحدية، إذ تعين هذا القدرة على معرفة كل عنصر وتحديده في أي لحظة مع علاقته بباقي العناصر . وهكذا سنحتاج لآليات تقسيم (تجزئة العنصر) وهي على كل حال خارج مجال مثل هذه الدراسة ولكن لا بد من إيضاح بأنها خوارزميات رياضية مطبقة على الحاسب تقوم بتجزئة العنصر مع المحافظة على العلاقات الداخلية والخارجية بين العناصر من جهة وإعطاء الشكل النهائي المطلوب . أي أن التجزئة تحافظ على كون هذا العنصر عموداً مثلاً أو جناح طائرة أو أي شكل آخر .