

Principles of Biomechanics

مبادئ الميكانيك الحيوي

مخطط المحاضرة

- مقدمة.
- المفاهيم الأساسية للميكانيك الحيوي.
- مفهوم القوة.
- مركز المقاومة.
- مركز السوران.
- عزم القوة.
- عزم المزدوجة.
- نظام القوة المكافئة.
- التوازن السكوني.
- أنواع الحركات السنية.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

مقدمة

- علم الميكانيك: هو العلم الذي يصف تأثير القوى على الأجسام.
- الميكانيك الحيوي Biomechanics: هو العلم الذي يصف تأثير القوى على الجهاز الحيوي.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

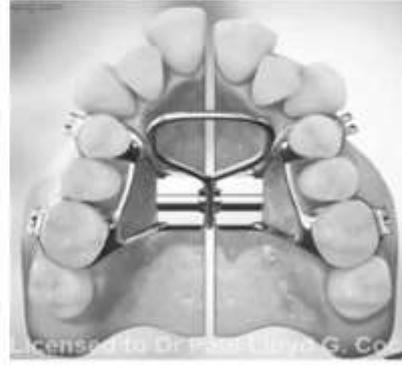
أهميته دراسة الميكانيك الحيوي:
✓ القدرة على تصميم أي جهاز تقوي ومعرفة الاستطباب المناسب لكل حالة (متحرك-ثابت).



Prof. Dr. Ahmad Burhan

أهميته دراسة الميكانيك الحيوي:

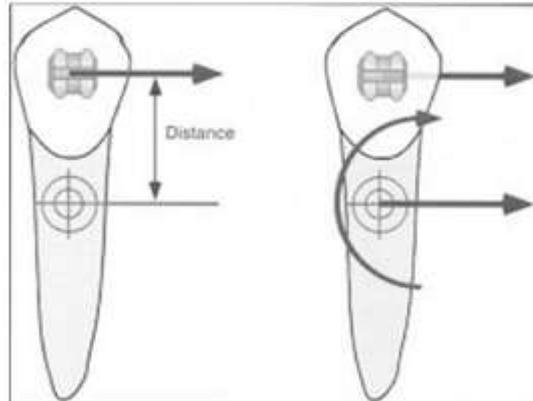
✓ معرفة رد فعل النسيج الحيوية حول السنينة تجاه تطبيق القوى التقويمية المختلفة.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

أهميته دراسة الميكانيك الحيوي:

✓ معرفة أنظمة القوى المتولدة عن تنشيط الجهاز التقويمي، حيث أن عدم معرفة هذه القوى يؤدي لحركات غير مرغوبة وبالتالي فشل الجهاز.

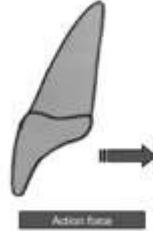


Prof. Dr. Ahmad Burhan

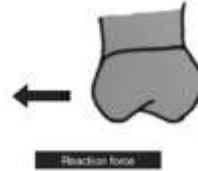
أهميته دراسة الميكانيك الحيوي:

✓ توقع الحركة السنية الناتجة (المرغوبة وغير المرغوبة) من خلال معرفة أنظمة القوى وردود الفعل المتولدة عنها.

When the action force is applied to retract the anterior teeth



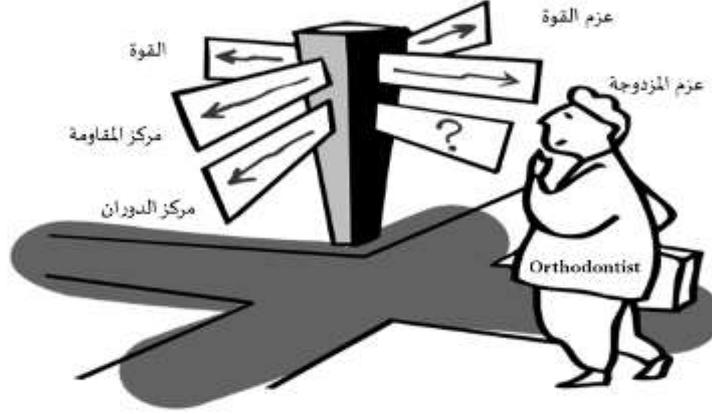
The reaction force is acted upon the posterior teeth and moving it forward.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

- لا تزال فترة المعالجة التوقيمية تمتد حتى العامين، وذلك بسبب الوقت الذي تستهلكه لتصحيح التأثيرات الجانبية المتولدة خلال المعالجة.
- إذا طبقت مبادئ البيوميكانيك في سياق المعالجة، فليس فقط فترة المعالجة سوف تنقص، بل إنه يمكن تنفيذ آليات معالجة تسمح بالحصول على أغلب النتائج المتوقعة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan



المفاهيم الأساسية للميكانيك الحيوي

Prof. Dr. Ahmad Burhan

1- القوة

- القوة: هي كمية متجهة قادرة على تحريك جسم ساكن أو تغيير من مسار جسم متحرك.
- حيث أن القوة = كتلة الجسم × التسارع
- وبالتالي وحده القياس هي غ.م/ثا² (النيوتن).
- وفي مجال تقويم الأسنان السريري نستبدل وحدة النيوتن بالغرام لأن التسارع سريرياً غير ذي أهمية.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

1- القوة

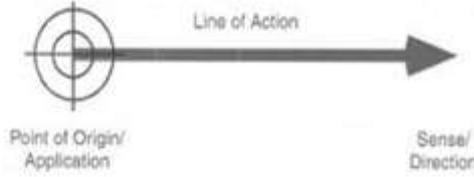
القوة مقدار شعاعي توصف بامتلاكها كلاً من العناصر التالية:

• المنشأ أو نقطة تأثير. Origin or Point of Application.
نقطة تطبيق القوة على الجسم.

• الحامل أو خط عمل القوة Line of Action
الخط المستقيم الذي يشكل السهم جزءاً منه.

• الشدة Magnitude
تمثل قيمة القوة، وتقدر بالنيوتن، ويتناسب طول السهم مع شدة القوة.

• الاتجاه Direction
يمثل بالزوايا التي يصنعها خط عمل القوة (الحامل) مع محاور المحلة الإحداثية.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

أنواع القوى الميكانيكية تبعاً لاستمراريتها:

1. مستمرة:

لا يوجد عملياً قوى مستمرة بشكل دائم ولكننا نطلق اسم القوى المستمرة على القوى التي تدوم لفترات زمنية شبه طويلة (النوابض).

2. متقطعة:

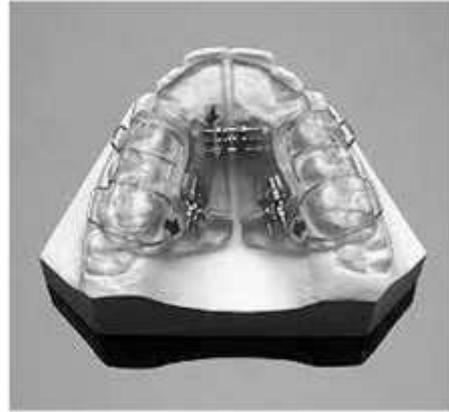
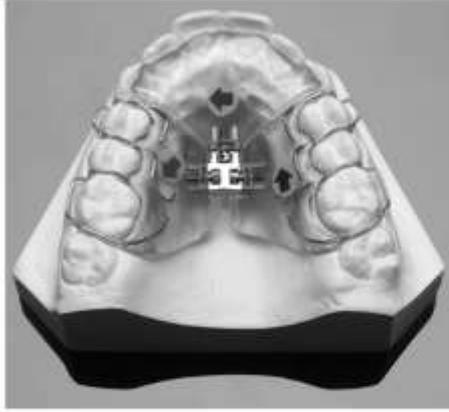
غير مستمرة، وهي تطبق قوة عند وضع الجهاز وتزول بنزعه (الأجهزة المتحركة).

3. متخامدة:

هي القوى التي يقل مقدارها خلال فترة تطبيقها وتكون بحاجة إلى تنشيط كل فترة (المطاط).

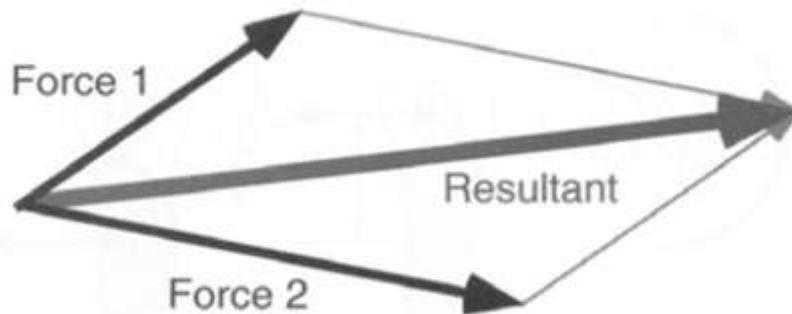
Prof. Dr. Ahmad Burhan



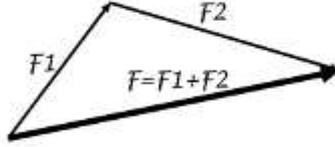


Prof. Dr. Ahmad Burhan

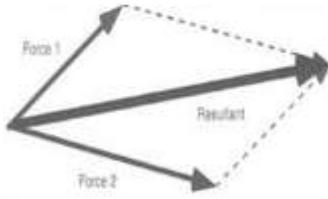
جمع القوى



جمع القوى



- وتكون بدمج القوى المطبقة على السن لاستخراج محصلة واحدة، أو بتحديد المحصلات في المستويات الفراغية الثلاثة ومن ثم دمجها.



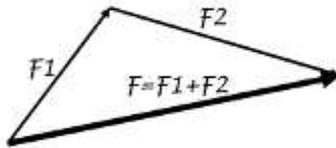
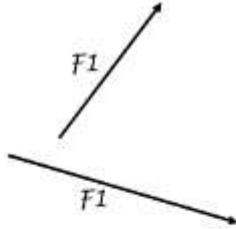
$$\text{Resultant Force} = \text{Force 1} + \text{Force 2}$$

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- بما أن القوى هي مقادير شعاعية تمتلك كلاً من الشدة والاتجاه، لذلك فإن الجمع البسيط Simple Addition للمقادير الشعاعية رياضياً غير ممكن، وبالتالي فإن المحصلة Resultant هي مصطلح يدل على حاصل جمع شعاعين أو أكثر. يمكن أن تُجمع عدة قوى باستخدام قواعد جمع الأشعة Vector addition.

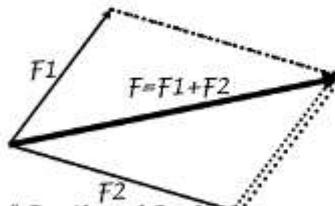
جمع القوى

- قاعدة المثلث:



- يمكن أن تجمع الأشعة بواسطة وضع منشأ شعاع عند رأس Head الآخر مع المحافظة على خط فعل الشعاع (من حيث كل من الطول Length والاتجاه Direction)، ثم إيجاد شعاع المحصلة Resultant Vector عن طريق الوصل بين منشأ الشعاع الأول مع رأس الشعاع الأخير.

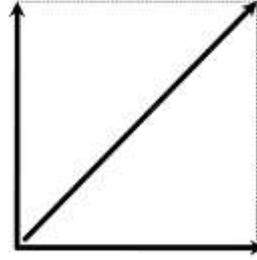
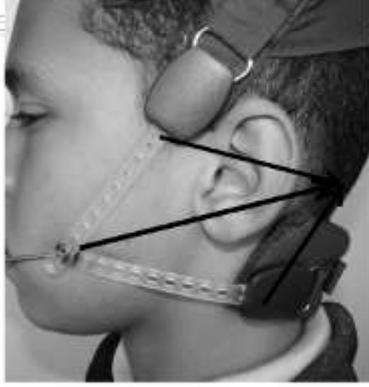
- قاعدة متوازي الأضلاع:



Prof. Dr. Ahmad Burhan

- كخيار بديل، يمكن جمع الأشعة عن طريق إكمال الشكل الذي تصنعه الأشعة إلى «متوازي أضلاع»، ويشكل قطر متوازي الأضلاع هذا محصلة جمع القوى.

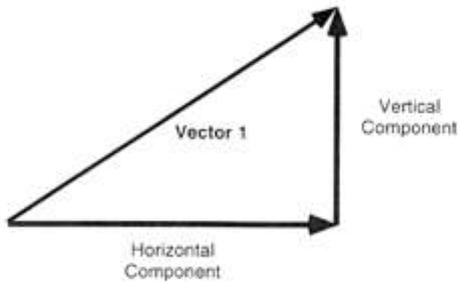
Vector addition•



تحليل القوى

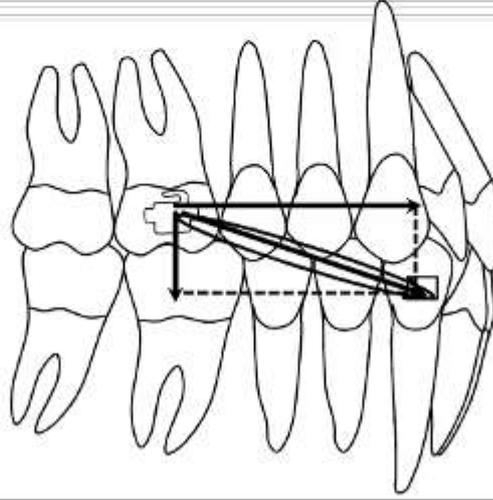
• يمكن أيضاً أن تحلل Analysis الأشعة إلى مركبات Component على جملة المحاور الإحداثية X,Y,Z.

• سريعاً، إن تحديد المركبات الأفقية والعمودية Horizontal, Vertical, والمعتزلة Transverse لقوة ما يحسن فهم وتوقع اتجاه الحركة السنية Tooth Movement.

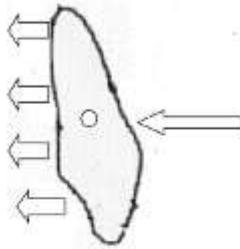


Prof. Dr. Ahmad Burhan

analyzing



2- مركز الكتلة ومركز المقاومة



مركز الكتلة Center of Mass:

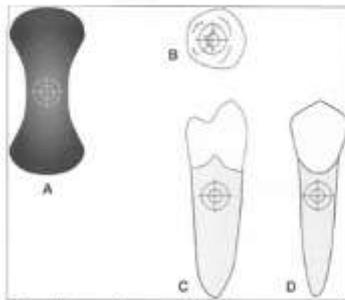
يمثل النقطة من الجسم الحر التي إذا طبقت عليه قوة أدت لتحريكه حركة جسمية صرفة.

أما الأسنان فلا يمكن اعتبارها أجسام حرة بسبب وجود الأنسجة الداعمة.

والنقطة التي تعادل مركز الثقل على مستوى الأجسام

غير الحرة تسمى مركز المقاومة Center of Resistance

وهو لا يتأثر بجملة القوى المطبقة بل بشكل الجسم وخواص الوسط الذي يوجد به.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

2- مركز المقاومة

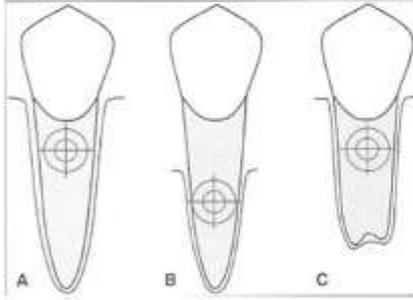
• يرتبط مركز مقاومة السن بـ:

I. طول الجذر Root Length.

II. شكل الجذر Root Morphology.

III. عدد الجذور Number of Roots.

IV. مستوى العظم السنخي الداعم.

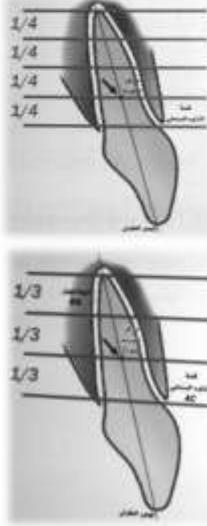


Prof. Dr. Ahmad Burhan

- العلاقة فيما بين نظام القوة المطبق على السن ومركز المقاومة هي التي تحدد نوع الحركة التقويمية الحاصلة.
- بشكل عام تطبيق القوى التقويمية يكون على التاج أي ليس من مركز مقاومة السن. وبالتالي ليست الحركة خطية فقط، فعزم القوة يسبب بعض الحركة الدورانية.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

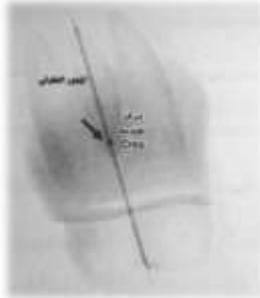
2- مركز المقاومة



- الأسنان وحيدة الجذر:
- Nanda 1997: الموضع الدقيق لمركز مقاومة سن لا يمكن تحديده بسهولة. مركز مقاومة سن وحيدة الجذر ذات مستويات طبيعية للعظم السنخي يقع تقريباً عند ربع أو ثلث المسافة من الملتقى المينائي الملاطي إلى ذروة الجذر.
- Burstone 1980: عند ثلث المسافة بين قمة النتوء السنخي وذروة الجذر.
- Graber 2005: يقع مركز المقاومة على بعد مسافة تساوي ناتج ضرب المسافة بين الذروة والنتوء السنخي بـ 0.33.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

2- مركز المقاومة

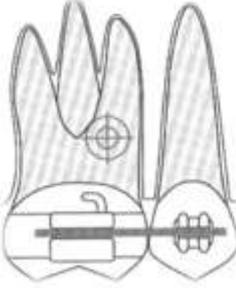
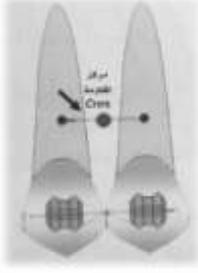


- الأسنان متعددة الجذور:
- على المحور الطولي فوق مفترق الجذور باتجاه ذروي بمقدار يتراوح بين 1-2م.
- عند مفترق الجذور أو ذروياً من تيوب الرحي ما يقارب 10م.

يقع مركز مقاومة الرحي على مقربة من مفترق الجذور (Dermaut et al., 1986) ، و سريرياً يقع على بعد 4-5 ملم من الحافة اللثوية بالاتجاه الذروي (Carano and Testa, 1996) ، و قد أثبتت الدراسات السريرية و المخبرية أن مركز مقاومة الرحي الأولى العلوية يقع على بعد حوالي 2,5 ملم من مستوى الإطباق (Nanda, 1997)

Prof. Dr. Ahmad Burhan

2- مركز المقاومة



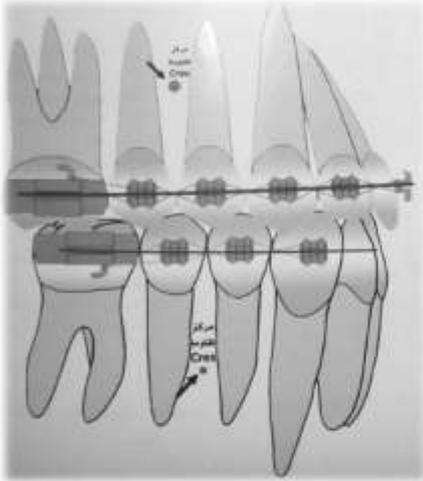
● قطاع مكون من سنين أو أكثر:

● إذا كان السنين لهما نفس الكتلة أو مختلفين بالكتلة لكن متساويين بالدعم فالمركز في منتصف الخط الواصل بين مركزيهما.

● إذا كانا مختلفين بالكتلة سيكون المركز على الخط الواصل بين المركزين لكن أقرب للسن ذو الكتلة الأكبر.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

2- مركز المقاومة



● القوس السنية العلوية والسفلية:

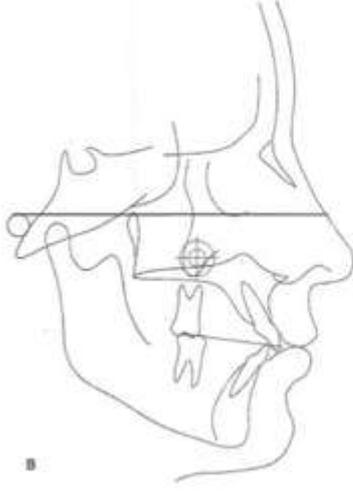
● وجدت الدراسات التجريبية والتحليلية أن

مركز مقاومة القوس السنية يقع بين جذري

الضاحكين.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

2- مركز المقاومة



• الفك العلوي:

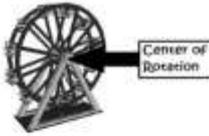
• Later, Nanda and Hickor 1984: مركز

مقاومة الوجه المتوسط على العظم الوجني تحت نقطة أوريبتال بحوالي 5-10 مم.

• Miki 1979: مركز المقاومة يقع بين أوريبتال وذروة الجذر الوحشي للرحى الأولى.

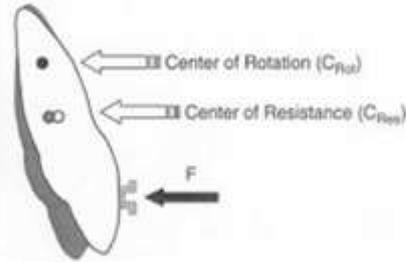
Prof. Dr. Ahmad Burhan

3- مركز الدوران



• يمثل النقطة التي يدور حولها السن.

• يختلف موقعه حسب جملة القوى المطبقة على الجسم وبشكل أدق على النسبة بين العزم المضاف أو عزم المزدوجة والقوة المؤثرة عبر مركز المقاومة.

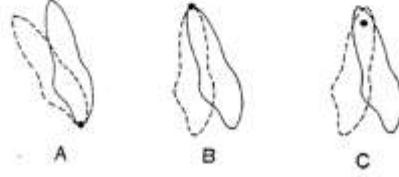


Prof. Dr. Ahmad Burhan

3- مركز الدوران

• تحدد العلاقة بين مركز المقاومة ومركز الدوران نموذج الحركة:

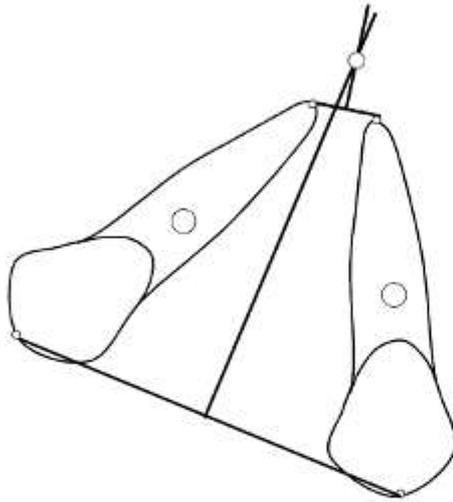
- إذا كان مركز الدوران بين مركز المقاومة وذروة الجذر تحدث حركة الإمالة غير المسيطر عليها، (C).
- إذا كان مركز الدوران عند ذروة الجذر تحدث حركة الإمالة المسيطر عليها، (B).
- إذا كان مركز الدوران في اللانهاية تحدث الحركة الجسمية.
- وإذا توضع مركز الدوران على مستوى تاج السن تنتج حركة للجذر (تورك)، (A).



Prof. Dr. Ahmad Burhan

نحدد مركز الدوران على الشكل التالي

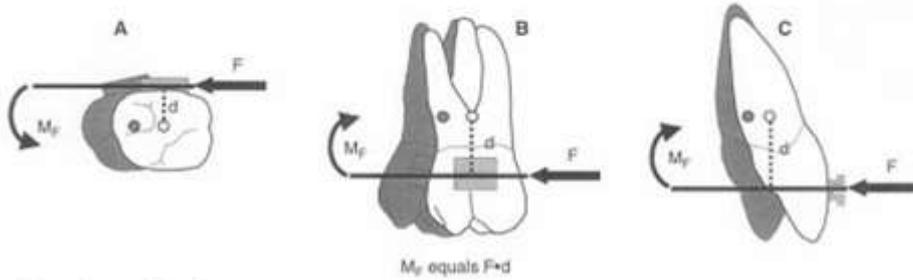
بطريقة عملية يتم بتحديد تقطعين على تاج السن وجذره ورسم خط يصل بين كل نقطة ومناظرها في الوضع النهائي للسن ثم رسم العمود المتوسط الذي يصل بين كل تقطعين، النقطة التي يتقاطع فيها العمودان المتوسطان تمثل مركز الدوران.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

3- مركز الدوران

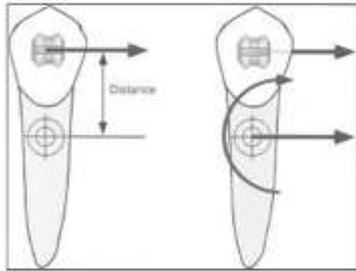
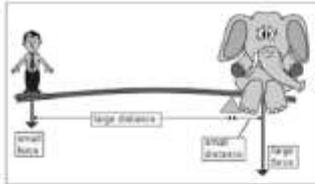
- من الصعب تطبيق قوة على مركز مقاومة السن حيث مكان التطبيق (الحاصرة) بعيد بالاتجاهات الثلاثة عنه. لذا سوف يدور السن بالغالِب.
- الدوران حول المحور الطولي يؤدي حركة بالنظام الأول Rotation.
- الدوران بالاتجاه الأنسي الوحشي يؤدي حركة بالنظام الثاني Tip.
- الدوران بالاتجاه الدهليزي اللساني يؤدي حركة بالنظام الثالث Torque.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

4- عزم القوة

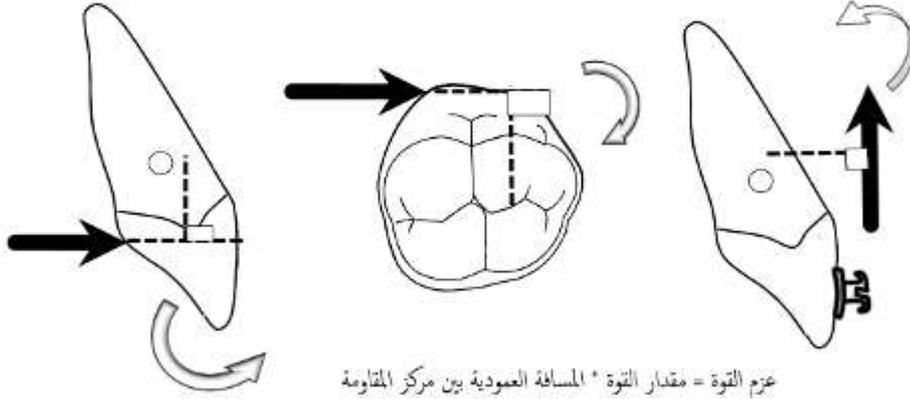
- هو ميل قوة ما لإنتاج دوران.
- فالقوى التي لا تمر من خلال مركز المقاومة سينتج عنها حركة خطية إضافة لعزم قوة يسبب حركة دورانية مقداره يساوي القوة مضروباً بالبعد بين نقطة تطبيق القوة عن مركز المقاومة (الذراع) $M=f.d$ (نيوتن.م أو غ.م)، وجهته بجهة القوة حول مركز المقاومة.
- يجب إدراك عزوم القوى الناتجة للحصول على تصاميم أجهزة ملائمة وفعالة.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

Moment of force

حركة خطية مع حركة دورانية

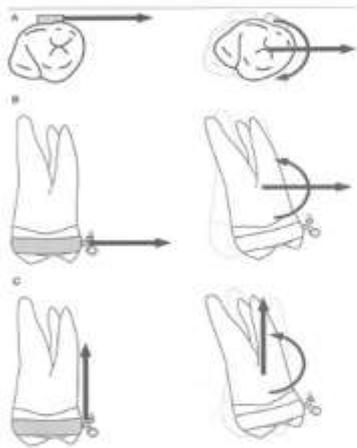


عزم القوة = مقدار القوة * المسافة العمودية بين مركز المقاومة
وخط فعل القوة

بتأثر طول النراع يمكن تطبيق القوة وحالة السن وحالة الأنسجة الداعمة

Prof. Dr. Ahmad Burhan

3- عزم القوة



• أمثلة سريرية عن عزوم القوى.

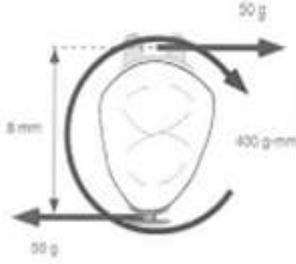
• A، ينشأ عن قوة أنسية في حاصرة الرحي عزم
يميل إلى تدوير السن نحو الأنسي الحنكي.

• B، ينشأ عن قوة التوسيع المطبقة على الرحي عزم
إمالة التاج دهليزياً.

• C، ينشأ عن قوة غارزة مطبقة على الرحي عزم
إمالة التاج دهليزياً.

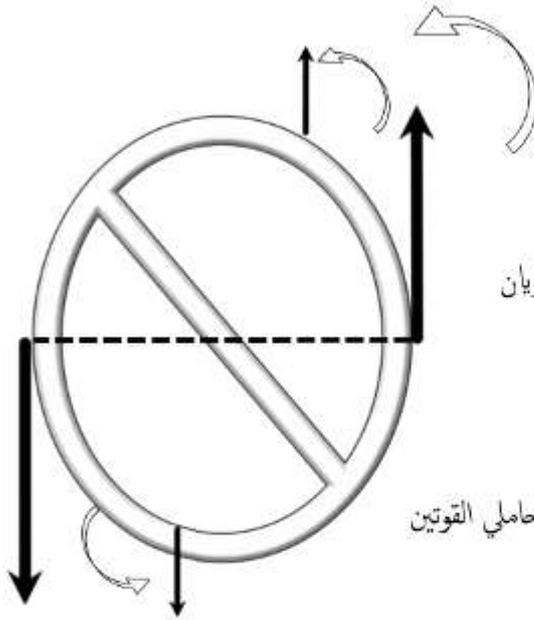
Prof. Dr. Ahmad Burhan

5- المزوجة



- هي قوتان متوازيتان متساويتان بالشدة متعاكستان بالاتجاه منفصلتين بمسافة.
- تنتج المزوجات حركة دورانية صرفة بغض النظر عن نقطة تأثيرها على الجسم.
- الشدة: تحسب شدة المزوجة بضرب شدة إحدى القوتين بالمسافة العمودية بين خطي عمل القوتين (يصلح تسميته ذراع المزوجة).
- الواحدة: أيضاً هي الغرام ميليمتر.
- الاتجاه: بدوران حامل إحدى القوتين باتجاه نقطة تأثير القوة المعاكسة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan



قوتان متوازيتان حاملاً، متعاكستان جهة، متساويتان
شدة

النتيجة حركة دورانية صرفة ...!

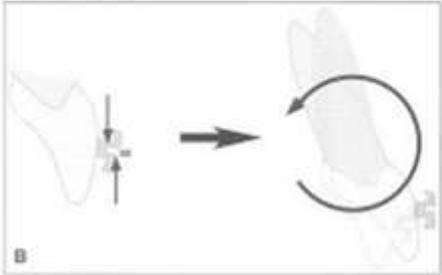
عزم المزوجة = القوة × البعد العمودي بين حامي القوتين

Prof. Dr. Ahmad Burhan

5- المزدوجة



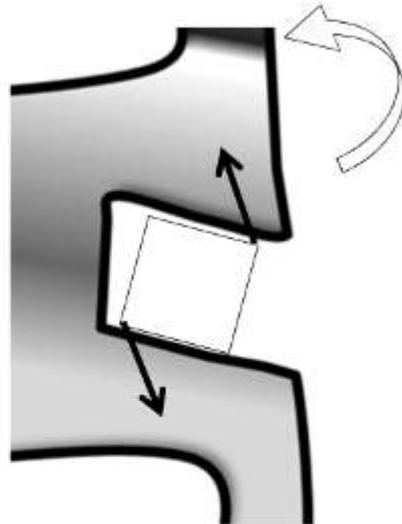
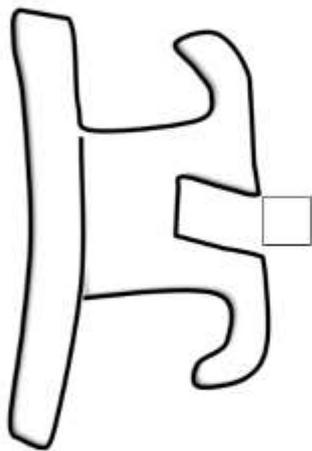
أمثلة سريرية على المزدوجات:
A، حشر سلك في حاصرة مزواة.



B، حشر سلك مضع في شق الحاصرة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

Moment of couple



Prof. Dr. Ahmad Burhan

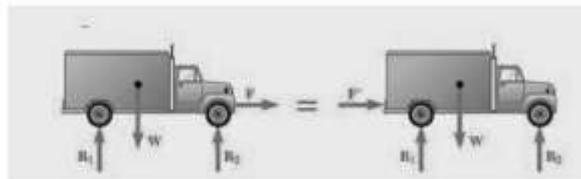
5- المزوجة

- Torque مرادف شائع للعزم يقدر اتفاقاً بالدرجات.
- إن درجات طي Bending (حني) السلك أو التزوي Angulation في تصميم شق الحاصرة ما هي إلا طرق لإنتاج العزم، أي أنها تصف شكل السلك أو الحاصرة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

أنظمة القوة المكافئة

- هذا التحليل ينقل نظام القوة المطبقة بواسطة الحاصرات بما يكافئها إلى مركز المقاومة.
- يحدد نظام القوة عند مركز المقاومة نوع الحركة السنية.
- ينجم عن تطبيق قوة صرفة على مركز المقاومة حركة خطية (بدون دوران)، بينما ينجم الدوران عن تطبيق مزدوجة صرفة.



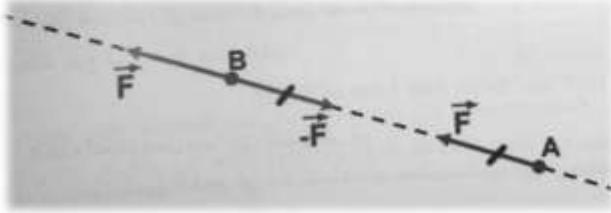
Prof. Dr. Ahmad Burhan

أنظمة القوة المكافئة

مبدأ نقل القوى Principle of Transmissibility

• إلى نقطة تقع على خط عمل القوة:

يمكن أن يتم تطبيق القوى في أية نقطة من خط عملها دون أن يتغير تأثير هذه القوة على الجسم.



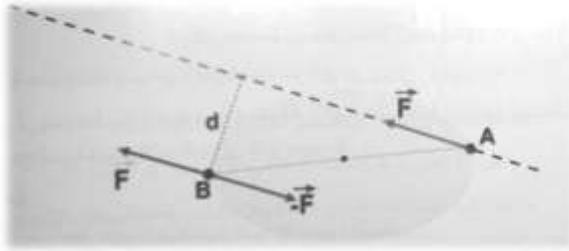
Prof. Dr. Ahmad Burhan



Prof. Dr. Ahmad Burhan

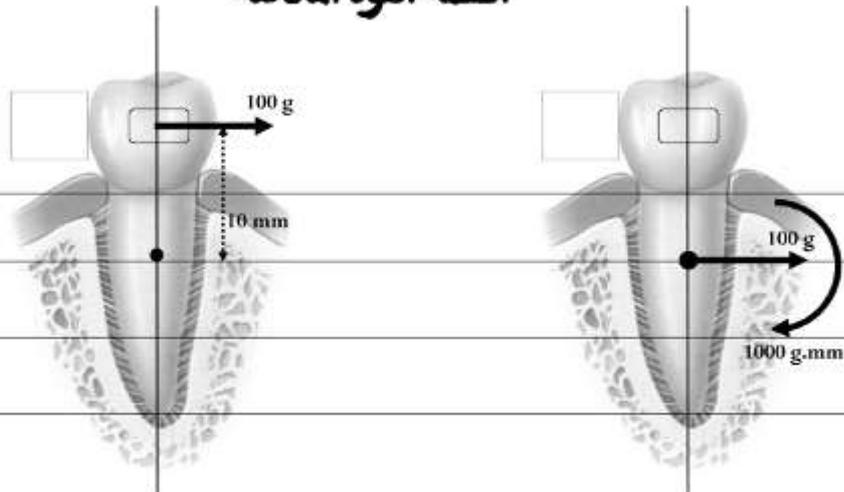
أنظمة القوة المكافئة

- إلى نقطة لا تقع على خط عمل القوة:
يمكن أن يتم تطبيق القوة في أية نقطة لا تقع على خط عملها، وعندئذ سينتج لدينا قوة، بالإضافة إلى عزم.



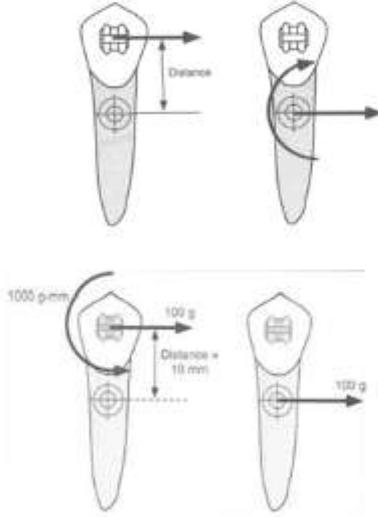
Prof. Dr. Ahmad Burhan

أنظمة القوة المكافئة



Prof. Dr. Ahmad Burhan

أنظمة القوة المكافئة



Prof. Dr. Ahmad Burhan

• إن تحديد نظام القوة المكافئة هو إجراء بسيط:

- I. تنقل القوى إلى مركز مقاومة السن. يحرك شعاع القوة على مركز المقاومة مع المحافظة على الشدة والاتجاه.
- II. يوضع عزم القوة أيضاً عند مركز المقاومة. حيث تولد القوة عند الحاصرة عزم قوة.
- III. ينقل العزم المطبق على مركز المقاومة.
- IV. يجمع عزم القوة مع العزم المطبق لتحديد العزم النهائي. يوضح نظام القوة الناتج حركة السن المتوقعة.

التوازن السكوني

- يدرس هذا المجال من الميكانيك تأثير القوة على جسم ساكن
- التوازن السكوني يدل على أن أي نقطة في الجسم محصلة القوى والعزوم عليها معدومة أي مساوية للصفر.

- محصلة القوى العمودية معدومة.
- محصلة القوى العرضية معدومة.
- محصلة القوى الأفقية معدومة.
- ومحصلة العزوم الأفقية معدومة.
- محصلة العزوم العمودية معدومة.
- محصلة العزوم العرضية معدومة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan



التوازن السكوني

• تطبيق لقوانين نيوتن في الحركة وتحليل القوة الناتجة عن الأجهزة التقيومية.

I. قانون العطالة:

يحافظ الجسم على حالته الأولية من الحركة أو السكون طالما لم تخضع القوى المطبقة عليه لأي تغيرات.

II. قانون التسارع:

تبدل حركة جسم ما تتناسب مع تغير القوة المطبقة عليه وبنفس جهتها.

III. قانون الفعل ورد الفعل:

لكل فعل رد فعل يساويه ويعاكسه.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

التوازن السكوني

• لفهم وتطبيق هذه القوانين في تقويم الأسنان، يجب النظر في ما يحدث عندما يتم إدخال سلك في شق الحاصرات سيئة الارتصاف:

• يتجلى بشكل واضح أثر القانون الأول والثالث.

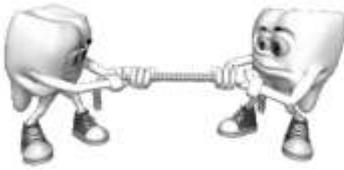
• أولاً: قانون العطالة في التقويم:

السلك التقيومي بحالة سكون وكذلك السن. وعند إدخال السلك وربطه ضمن شق الحاصرة تتغير القوى المطبقة فتتغير حالة السن المرتبط بالسلك حتى تعود وتتعدم القوى ويستقر السن بوضعية جديدة.

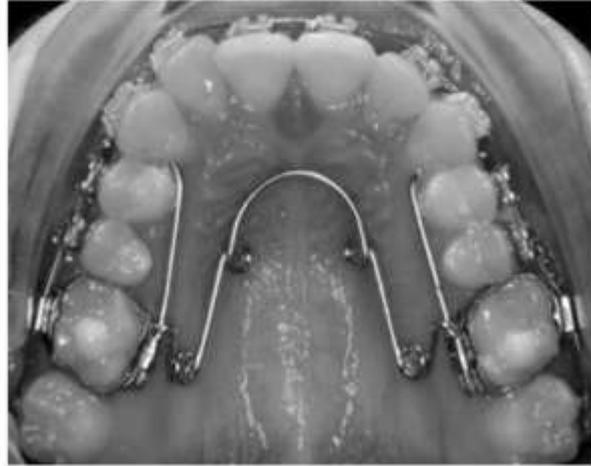
• وبالمثل، فإن القانون الثالث، قانون الفعل ورد الفعل:

تطبيق السلك ضمن الحاصرة يولد قوة على السن ورد فعل يساويه ويعاكسه على السلك.

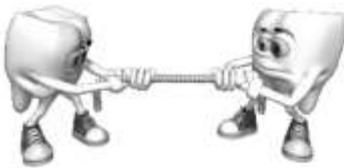
Prof. Dr. Ahmad Burhan



مبدأ الفعل ورد الفعل



Prof. Dr. Ahmad Burhan

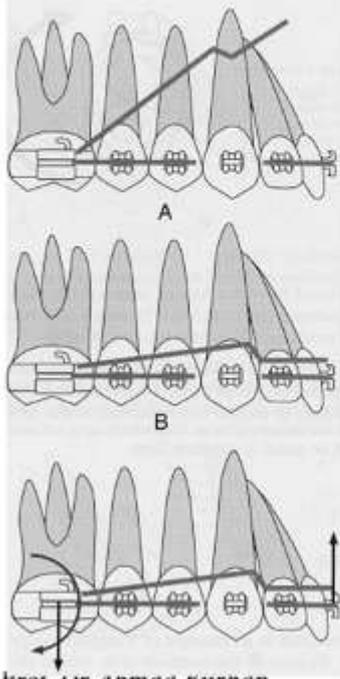


مبدأ الفعل ورد الفعل



Prof. Dr. Ahmad Burhan

التوازن السكوني

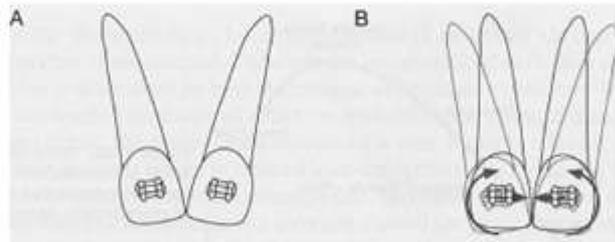


Prof. Dr. Ahmad Burhan

- القوس الغازز يدخل بالأنبوب المساعد لأنبوب الرحي ويربط بالقطاع الأمامي.
- القوى العمودية الغاززة للقواطع=القوى العمودية المبرزة للأرجاء.
- هذه القوى تولد مزدوجة تعاكس مزدوجة معاكسة بمستوى تيوب الرحي تحرك تاجها وحشياً.

التوازن السكوني

- نيتان متباعدتا الجذور متقاربتا التيجان، للتصحيح يجب إحداث تزوي أنسي للثنيين.
- ربط الحاصرات مع إدخال سلك مستقيم يحدث قوى أفقية صغيرة تنسب بتقريب الثنيين من بعضها وعزمين متساويين ومتعاكسين يعملان على تعמיד الجذرين وبهذا يكون قد تحقق التوازن السكوني.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

أنماط الحركات السنية:

يمكن وصف الحركات السنية بطرق مختلفة، كل نمط من هذه الحركات هو نتيجة لتطبيق القوى والعزوم المختلفة (من حيث المقدار والاتجاه ونقطة التطبيق).

إن الحركات السنية المختلفة يمكن تصنيفها ضمن 4 أنماط رئيسية:

• 1- حركة الإمالة التاجية

• 2- الحركة الجسمية

• 3- الحركة الجذرية

• 4- الدوران

كما يمكن إضافة الحركات التالية:

• 1- الغرز

• 2- التزيغ

Prof. Dr. Ahmad Burhan

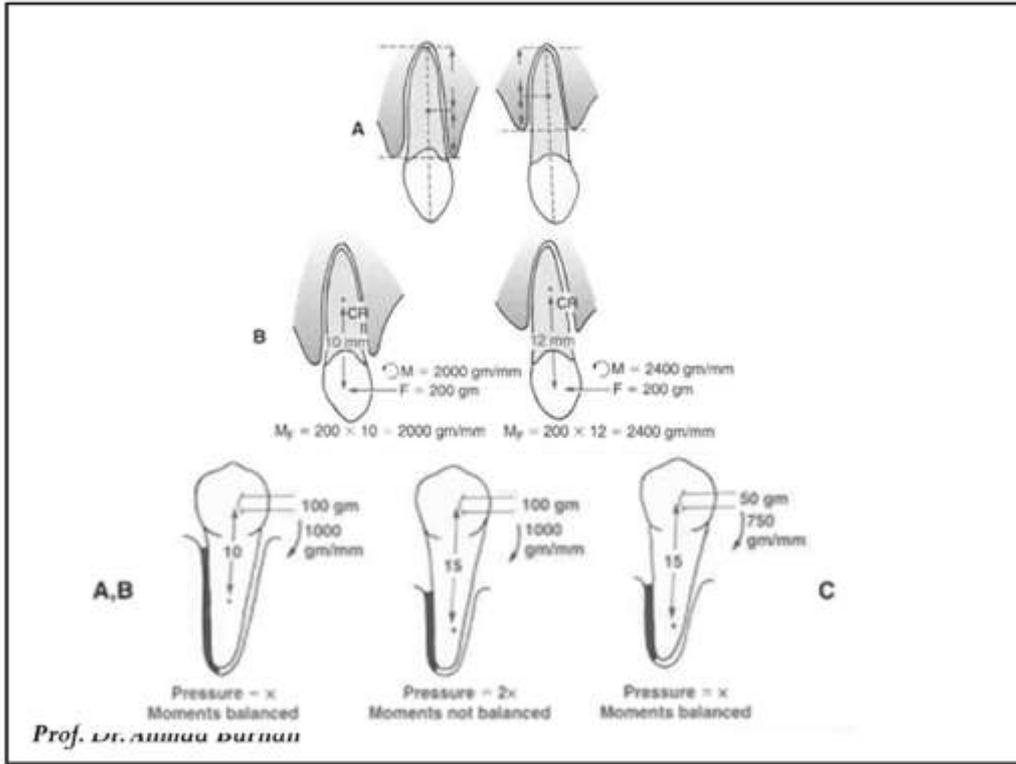
• توصف العلاقة بين نظام القوة المطبقة و نمط الحركة الناتجة بـ(نسبة العزم/القوة) (M/F)

• إن نسبة (M/F) تحدد نمط الحركة الناتجة أو مركز الدوران.

• تعتمد الحركة الناتجة على (M/F) ونوعية النسيج الداعمة للسن، حيث أن الجذور القصيرة أو

تقصان ارتفاع العظم السنخي سيبدل نمط القوة الناجمة اعتماداً على نسبة (M/F).

Prof. Dr. Ahmad Burhan

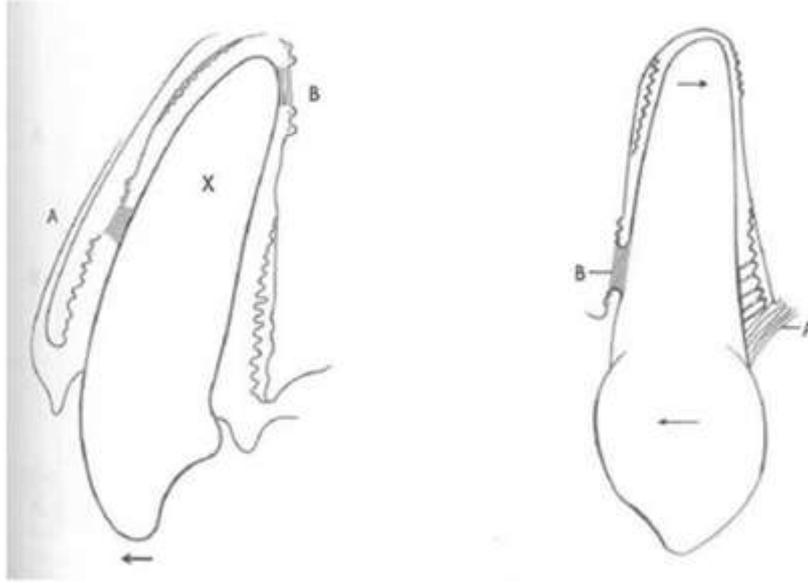


أولاً: حركة الإمالة التاجية:

- هي الحركة السنية التي يتحرك فيها تاج السن بمقدار أكبر من جذر السن.
- يمكن أن تحدث هذه الحركة بالاتجاه الدهليزي اللساني أو بالاتجاه الأنسي الوحشي.
- إن مركز دوران هذه الحركة يقع ذروباً بالنسبة لمركز المقاومة.
- تسبب هذه الحركة تركيز الضغط في منطقة محدودة من الرباط حول السني مع تشكيل منطقة متنكسة زجاجية إلى الأسفل من القنزعة السنخية.
- يحدث امتصاص عظمي بفعل حركة الإمالة التاجية متبوعاً بتشكيل عظمي تعويضي. درجة هذا التعويض تختلف من شخص لآخر اعتماداً على نسبة الخلايا البانية للعظم الموجودة في السمحاق.
- تسبب إمالة تاج السن بقوة مستمرة خفيفة بحدوث حركة كبيرة ضمن فترة زمنية قصيرة مقارنة مع أي حركة سنية أخرى.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

حركة الإمالة التاجية:



Prof. Dr. Ahmad Burhan

• يمكن تصنيف حركة *Tipping* (حسب موقع مركز الدوران) إلى :

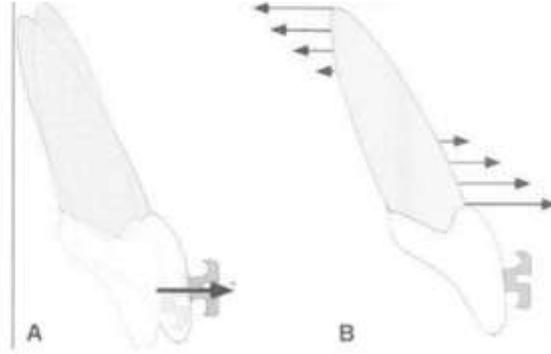
1- حركة إمالة غير مسيطر عليها: يتوضع مركز الدوران بين مركز المقاومة و ذروة الجذر.

2- حركة إمالة مسيطر عليها: يتوضع مركز الدوران عند ذروة الجذر.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

أولاً: حركة الإمالة غير المسيطر عليها:

تنتج من تطبيق قوة مفردة أفقية (بدون عزم) في مستوى الحاصرة مما
سيسبب حدوث حركة لذروة الجذر ولتاج السن في اتجاهين متعاكسين.
هي أبسط أنماط الحركات السنوية لإحداث حركة دفع أو سحب لتاج السن ولكن
غالباً هي حركة غير مرغوبة.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

حركة الإمالة غير المسيطر عليها

العزم المعاكس معدوم أو قليل

مركز الدوران بين مركز المقاومة والذروة

غالباً غير مرغوبة

$M/F=500/100=5$

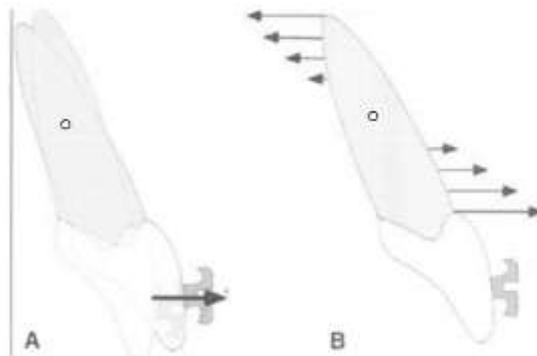
$F=100g$
 $D=10mm$
 $M''=1000$

- إن نسبة (M/F) لهذا النمط من الحركة هو من (0:1) إلى تقريباً (5:1)، علماً أن (M/F) تعتمد على متوسط أطوال الجذروارتفاع عظم سنخي طبيعي 100%.
- في بعض الحالات تكون هذه الحركة مفيدة، مثل حالات سوء الإطباق من الصنف الثاني النموذج الثاني والصنف الثالث، حيث يكون من المرغوب تبرز القواطع ذات التوضع العمودي المفرط.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

نموذج توزيع الجهود المتولدة

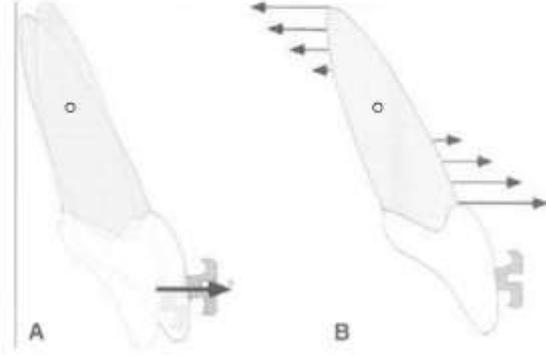
- يكون توزيع الجهود في الرباط حول السني غير متجانس، حيث:
- تتوضع الجهود الأعظمية ضمن الرباط قرب ذروة الجذر (المنطقة الذروية) في الجهة الموافقة لحركة الجذر وقرب قمة النتوء السنخي (المنطقة العنقية) في الجهة الموافقة لحركة التاج.



تتناقص الجهود كلما اتجهنا من المنطقتين السابقتين باتجاه مركز الدوران
تكون الجهود معدومة في مستوى مركز الدوران.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- فيما يتعلق باتجاه الجهود فهو كما يلي:
- يتوافق اتجاه الجهود مع اتجاه القوة المطبقة في المنطقة المحصورة ما بين قمة النتوء السنخي ومركز الدوران.
- يتعاكس اتجاه الجهود مع اتجاه القوة المطبقة في المنطقة المحصورة ما بين ذروة الجذر ومركز الدوران.



Prof. Dr. Ahmad Burhan

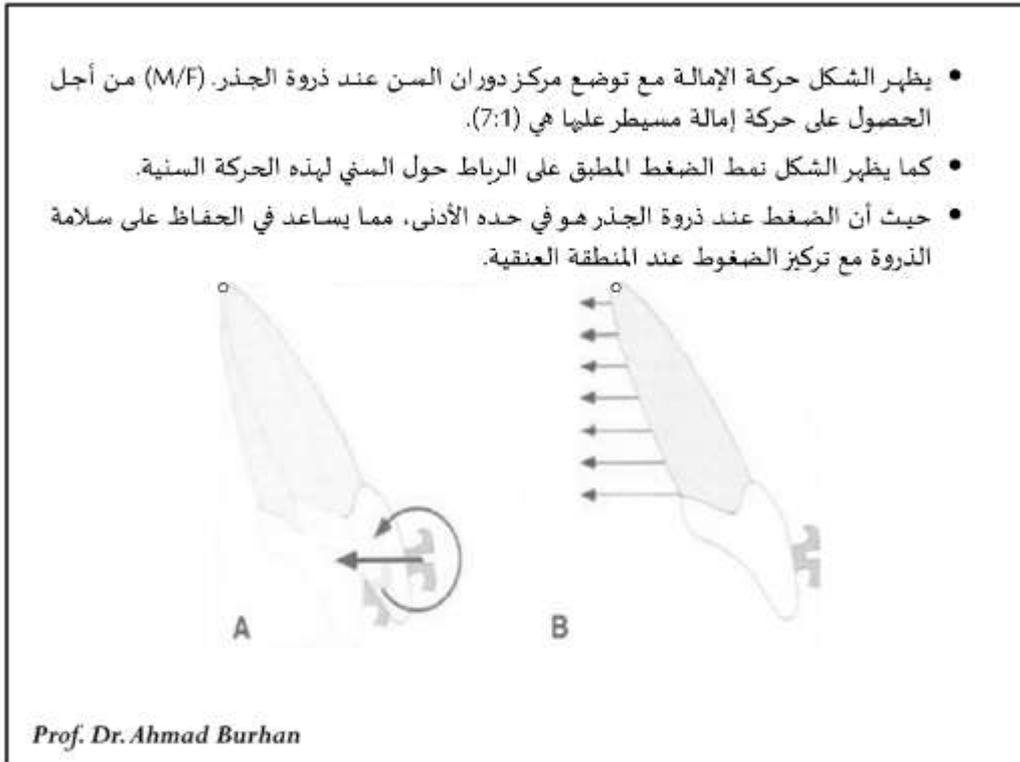
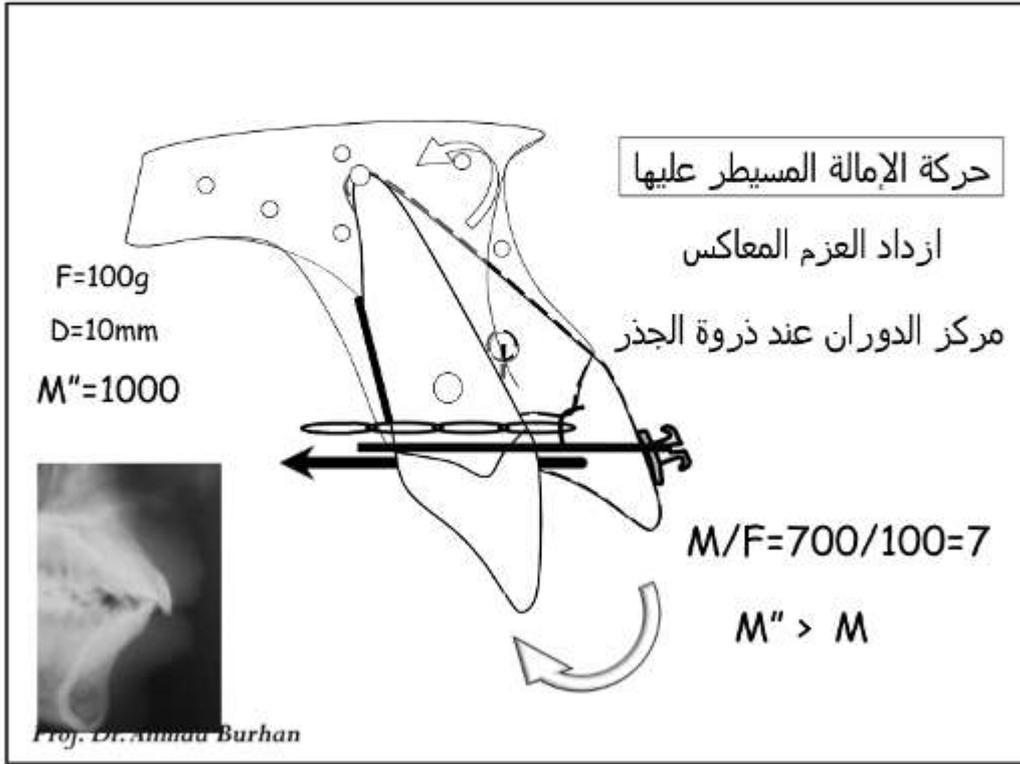
ثانياً : حركة الإمالة المسيطر عليها:

هي إحدى الحركات السنية المرغوبة.

يتم الحصول عليها من خلال تطبيق قوة لتحريك التاج كما هو الحال في حركة الإمالة غير المسيطر عليها ولكن يضاف إلى ذلك تطبيق العزم للسيطرة والحفاظ على موقع ذروة الجذر.

تفيد هذه الحركة في حال وجود قواطع علوية بارزة حيث تكون ذروة الجذر في مكانها المناسب ولا حاجة لتحريكها، فالحركة الأساسية والضرورية هي لتاج السن فقط.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

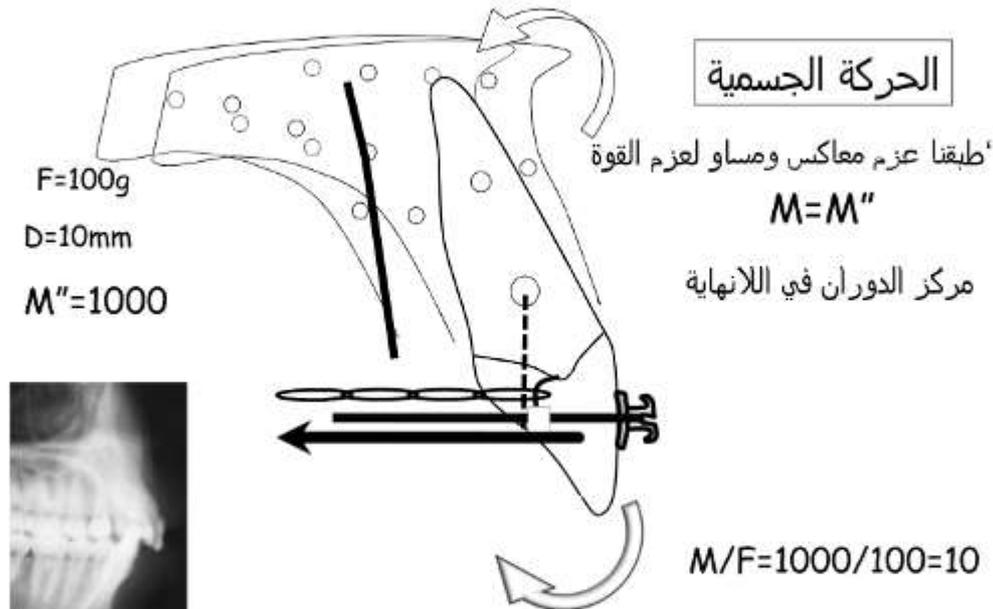


ثانياً: الحركة الجسمية:

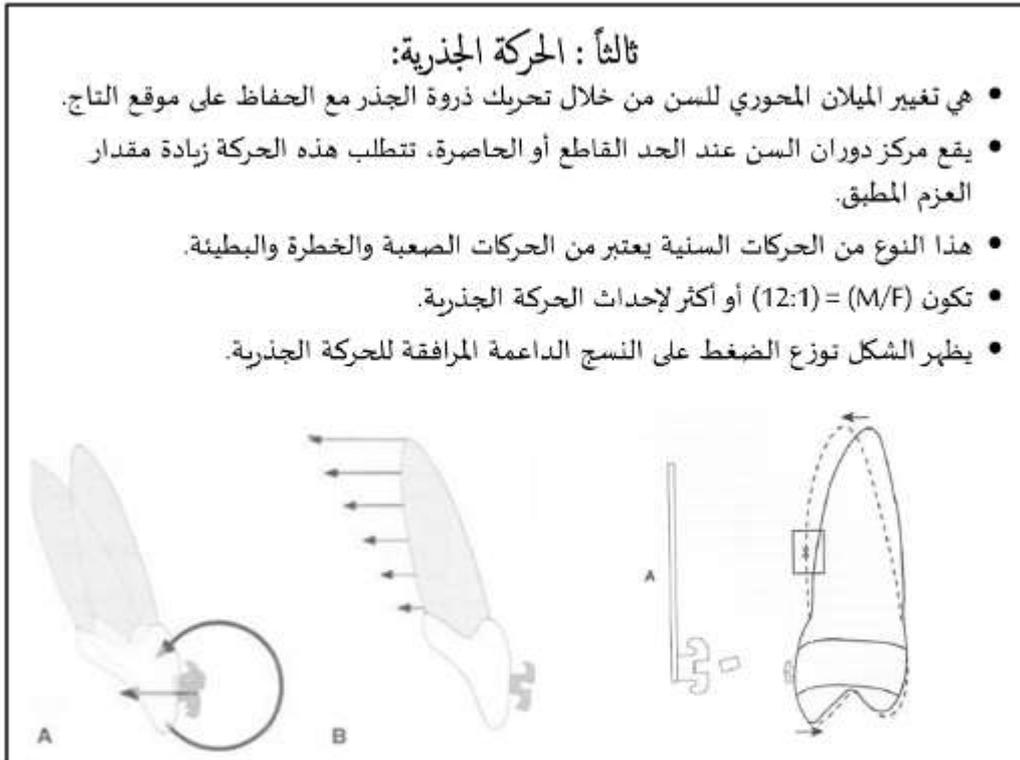
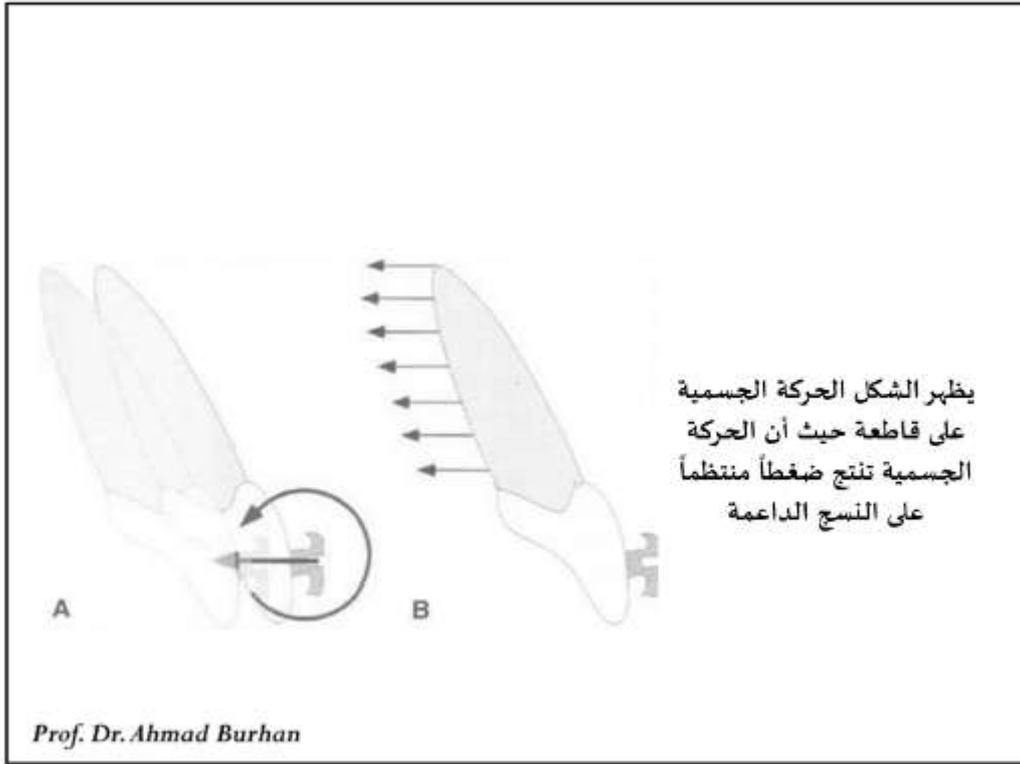
- هي حركة تاج و جذر السن بنفس الاتجاه وبنفس مقدار المسافة يقع مركز الدوران في اللانهاية.
- يمكن أن تحدث هذه الحركة بالاتجاه الدهليزي اللساني أو الأنسي الوحشي أو العمودي (حركة غرز أو تزيغ صرفة)، وهي حركة مرغوبة بشدة وصعبة الإنجاز.
- تنتج هذه الحركة عند تطبيق قوة أفقية في مركز مقاومة السن، علماً أن نقطة تطبيق القوة في الحاصرة تقع بعيداً عن مركز مقاومة السن.
- كما في حركة الإمالة المسيطر عليها، فإن الحركة الجسمية تتطلب تطبيقاً متزامناً للقوة والعزم في الحاصرة، و بالمقارنة مع حركة الإمالة المسيطر عليها، فإن مقدار العزم المطبق يجب أن يزداد من أجل الحفاظ على الميلان المحوري للسن.
- (M/F) اللازمة من أجل الحصول على حركة جسمية للسن هي (10:1).

Prof. Dr. Ahmad Burhan

PRINCIPLES



Prof. Dr. Ahmad Burhan



- في بداية هذه الحركة تكون منطقة الضغط متوضعة بالقرب من الجزء المتوسط من الجذرو ذلك لأن الرباط حول السني يكون أعرض في الثلث الذروي من الثلث المتوسط ، بعد امتصاص العظم في الثلث المتوسط يبدأ الثلث الذروي من الجذربالضغط على ألياف الرباط المجاور وبالتالي يتسع امتداد منطقة الضغط.
- تتطلب مستويات الضغط المطبق عند المنطقة الذروية مقداراً كافياً من امتصاص العظم في هذه المنطقة للسماح بحدوث الحركة الجذرية.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- هذا التركيز من الضغوط قد يتسبب في حدوث امتصاص مخرب والذي يسبب تثبيط معتبر في معدل الحركة السنية.
- تفيد السرعة البطيئة في حدوث حركة الجذر في زيادة الإرساء.
- إن الحركة الجذرية في سياق المعالجة التقويمية توصف وبشكل متكرر بـ(التورك).
- إن التورك هو تطبيق القوى التي تميل إلى إحداث دوران، و إن تطبيق التواءات وانحناءات بسلك مضعع أو بزاوية شق الحاصرة مع المحور الطولي للسن ومستوى الإطباق غالباً ما يدعى بـ(التورك). ويقاس التورك اصطلاحاً بقياس مقدار زاوية الانحناء المحدث بالسلك.
- يعتمد مقدار التورك على حجم الشق في الحاصرة، وأبعاد السلك المستخدم، ومدى الحركة بينهما، إضافة إلى موقع السن المطبق عليه التورك.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

الحركة الجذرية

طبقاً لعزم معاكس أكبر من عزم القوة

$M'' > M$

$M/F=1200/100=12$

مركز الدوران عند الحد القاطع

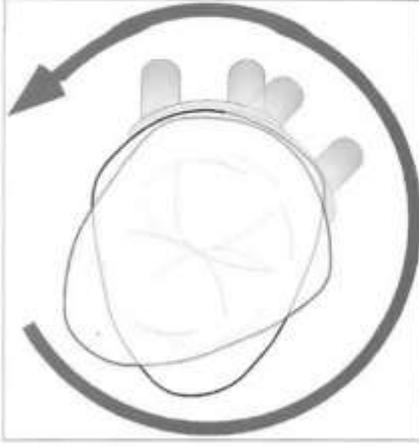
Prof. Dr. Ahmad Burhan

D.MONAYER

رابعاً : حركة الدوران:

- هو أن يدور السن حول محوره الطولي، حيث تتوزع القوة على كافة أجزاء الرباط بدلاً من جزء ضيق مما يسمح بتطبيق مقدار أكبر من القوة مقارنة مع باقي أنماط الحركات السنية.
- سريراً: حتى يتم إنجاز حركة دورانية للسن يجب خلق منطقتي ضغط ومنطقتي شد أي يتطلب الحصول على دوران صرف للسن تطبيق المزدوجة. وبما أن القوة لا تؤثر على مركز المقاومة فإنه لن يحدث سوى الدوران.
- حركة الدوران تتسبب بحدوث أنماط مختلفة من ردود الفعل النسيجية والملاحظة في منطقتي الضغط، حيث أحياناً يحدث تنكس زجاجي مع امتصاص عظمي غير مباشر في منطقة ضغط واحدة بينما يحدث امتصاص عظمي مباشر في منطقة الضغط الأخرى.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

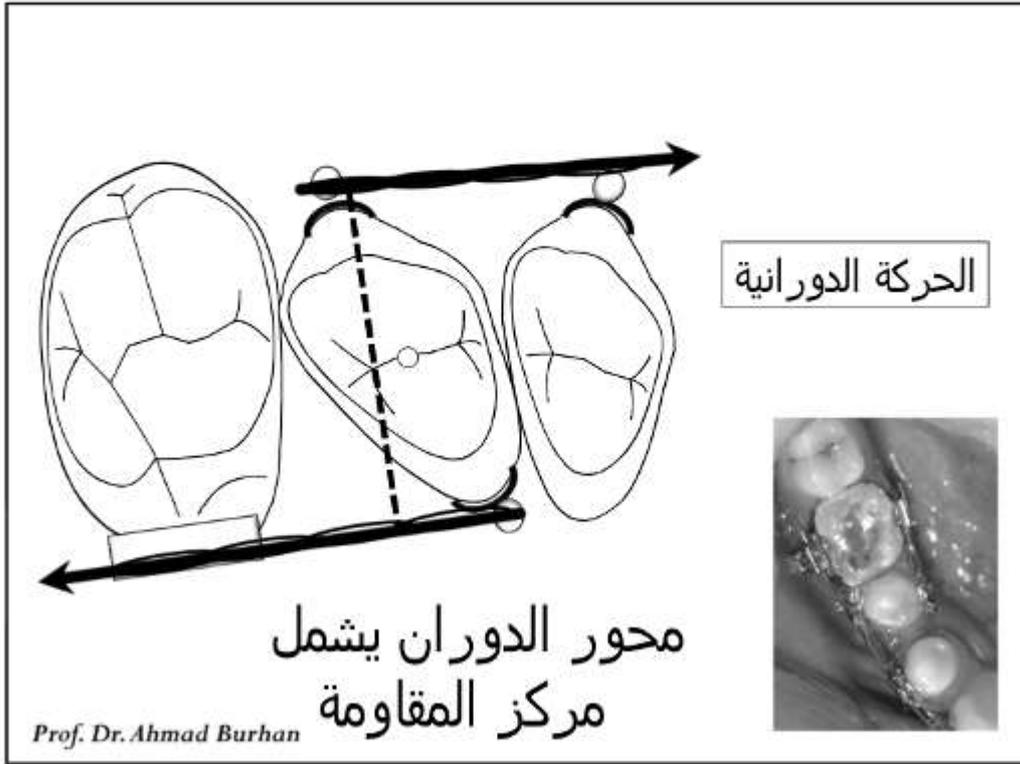


- ينبغي تطبيق قوة خفيفة خلال الفترة البدئية من المعالجة كما في باقي أنماط الحركات السنوية.
- بعد مرور (3-4 أسابيع) من إجراء حركة الدوران، يكتمل إضعاف وتخامد الامتصاص حيث يكون الامتصاص العظمي انتشر في كلا جانبي الضغط.
- في جانب الشد: تتشكل شويكات العظم الجديد على طول حزم الألياف المتמططة. حيث تقوم كل من حزم الألياف وطبقات العظم الجديد والمتوضع في الثلثين المتوسط والذروي بإعادة ترتيب نفسها بعد فترة قصيرة من إنجاز الدوران، بينما ألياف الثلثة الحرة تبقى متمططة لمدة (232 يوماً) وربما أكثر ولذلك فمن الموصى به إجراء التصحيح الزائد للدوران أو قطع الألياف اللثوية.
- سريريا، أكثر ما يستخدم الدوران من أجله هو لإحداث الحركة المشاهدة من مشهد إطباق.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- يتطلب الدوران الصريف حول المحور الطولي للسن تطبيق جملة قوى محصلتها عند مركز المقاومة هو عزم مزدوجة صريف غير مترافق بأي قوة، وبالتالي فهو يعاكس الحركة الجسمية من حيث جملة القوى.
- يتم الحصول على هذه المزدوجة من خلال تطبيق قوتين واقعتين في نفس المستوى، ومختلفتين بالاتجاه، ومتساويتين بالشدة، ومتوضعتين باتجاهين مختلفين بالنسبة إلى محور الدوران ولهما نفس البعد عنه.
- **موقع مركز الدوران:**
- ليس لهذه الحركة مركز دوران وإنما محور دوران، قد يتوافق مع المحور الطولي للسن المراد تحريكه، وعندها فإن محور الدوران سيضمحل ضمناً مركز المقاومة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan



خامساً : التبزيغ:

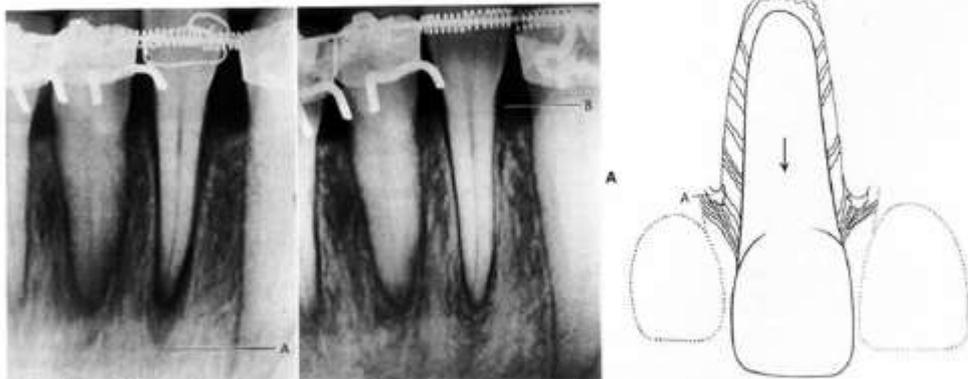
- إن حركة التبزيغ المثالية لا تسبب تشكل مناطق ضغط ضمن الرباط حول السني و إنما فقط مناطق شد.
- يجب الحذر من تطبيق قوة كبيرة فقد تشكل خطراً لقلع السن. أما القوة الخفيفة فتتحرك العظم السنخي بالتوافق مع حركة السن.
- تتمطط حزم الألياف السنية السنخية ويتوضع عظم جديد في منطقة النائي السنخي كنتيجة للشد المحدث بحزم الألياف المتمططة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- يستمر تمطط الألياف لفترة محددة خلال فترة الحركة السنوية ولكن يعاد تنظيم هذه الألياف بعد فترة قصيرة من التثبيت. أما عند البالغين فالألياف تكون أقل تمططاً وأقل ترتيباً بعد المعالجة.
- مقدار القوة المبرزة يجب ألا يزيد عن (25-30 cN)، حيث يصنف التبريز كحركة سنوية تتطلب الحد الأدنى من القوة المطبقة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- الفحص الشعاعي هو إجراء مرغوب به حيث يكشف عن المنطقة الذروية.
- إن الفراغ الملاحظ في المنطقة الذروية يحتوي بشكل جزئي على طليعة عظم غير متكلسة وبالتالي غير ملاحظة على الصورة الشعاعية.
- بعد (4-5 أسابيع) يبدأ تكلس العظم ليصبح مرئياً في المنطقة الذروية.

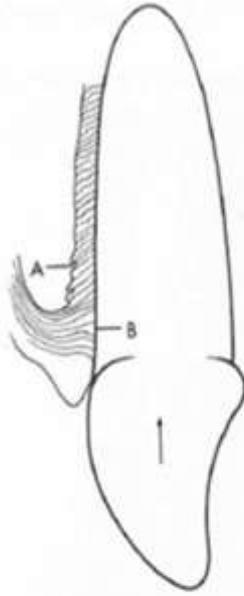


Prof. Dr. Ahmad Burhan

سادساً : حركة الغرز:

- تسبب حركة الغرز تشكل عظم جديد على شكل شويكات عند منطقة الحواف ويحدث تقوس في طبقات العظم الجديدة نتيجة للشد الناتج عن حزم الألياف المتمططة، يظهر هذا الشد أيضا في الجزء المتوسط من الجذر.
- إعادة انتظام الألياف الأساسية يحدث بعد فترة تثبيت لمدة (2-3 شهور).
- يتطلب الغرز سيطرة على مقدار القوة المطبقة، حيث يجب أن تكون القوة خفيفة لأن القوة مستمرة ومطبقة على ذروة صغيرة المساحة.
- أما عند المرضى البالغين يكون العظم قريبا من منطقة الذروة بشكل ملحوظ مما يزيد خطر حدوث امتصاص في ذرا الجذور، لذلك يتم تطبيق قوة خفيفة متقطعة لمنح الخلايا فرصة كافية لتتكاثر لإحداث امتصاص عظمي مباشر عند إعادة تنشيط القوس الغازر بعد فترة الراحة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan



- على خلاف الأسنان المبرغة، فإن الأسنان المغروسة لدى مريض شاب تخضع لتغيرات بسيطة في مكانها بعد المعالجة.
- النكس عادة لا يحدث وفي حال حدوثه فهو بسبب حزم الألياف اللثوية التي تصبح مرتخية بشكل طفيف.
- لدى مريض شاب، تكون السن المغروسة ثابتة بشكل مقبول، أما لدى البالغين قد يحدث فإن النكس بعد الغرز خاصة في حال كانت فترة التثبيت قصيرة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

نسبة العزم/القوة (M/F Ratio)

- تمثل النسبة ما بين:
- 1- شدة القوة المطبقة على السن عند شق الحاصرة
- 2- شدة عزم المزدوجة المطبقة على السن عند شق الحاصرة.
- تقاس بوحدة (الميلليمتر) لأن القوة تقاس ب(غ) والعزم يقاس بال(غ.مم).
- يعتمد على تعديل هذه النسبة من أجل السيطرة على موقع مركز الدوران وبالتالي السيطرة على الحركات السنوية.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

- إن تطبيق قوة أفقية على السن في مستوى تاجه سينتج عنه حركة إمالة غير مسيطر عليها، وهنا النسبة M/F معدومة (لأن $M=0$)، ومركز الدوران يقع ما بين ذروة الجذر ومركز المقاومة، علماً أنه شديد القرب من مركز المقاومة و لكنه غير منطبق عليه.
- مع المحافظة على القوة السابقة، وبهدف تعديل M/F سنقوم بتطبيق عزوم مزدوجة إضافية عند شق الحاصرة، هذه العزوم تتميز بأن اتجاهها يعاكس اتجاه عزم القوة المطبقة أما شدتها فمتزايدة، وسنلاحظ تغير موقع مركز الدوران بتغير شدة العزم المطبق.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

شدة العزم الإضافي المطبق أدنى من شدة عزم القوة:

- العزم الإضافي المطبق بسيط بحيث تبقى النسبة متراوحة ما بين 0:1 و 5:1 تقريباً، عندها سيبتعد مركز الدوران تدريجياً عن مركز المقاومة ليقترّب من ذروة الجذر كلما ازدادت شدة العزم المطبق، والحركة ستبقى حركة إمالة غير مسيطر عليها.
- بزيادة شدة العزم الإضافي المطبق بحيث تصبح النسبة M/F تقريباً 7:1 فإن مركز الدوران سينطبق تماماً على ذروة الجذر، والحركة ستصبح حركة إمالة مسيطر عليها.
- الاستمرار بزيادة شدة العزم الإضافي المطبق ستترافق بابتعاد مركز الدوران عن ذروة الجذر نحو اللانهاية، وستبدأ الحركة بالتحول من حركة إمالة مسيطر عليها إلى حركة أقرب للجسمية.
- وفي جميع هذه الحالات، محصلة عزم القوة والعزم المطبق ستأخذ اتجاه عزم القوة لأنه الأكبر.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

شدة العزم الإضافي المطبق تساوي شدة عزم القوة

- عندما تصبح شدة العزم الإضافي المطبق مساوية لشدة عزم القوة، فإن النسبة M/F ستصبح تقريباً 10:1، والحركة ستكون جسمية صرفة، ومركز الدوران سيكون في اللانهاية.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

شدة العزم الإضافي المطبق أكبر من شدة عزم القوة

- تأخذ محصلة عزم القوة والعزم المطبق اتجاه العزم المطبق لأنه الأكبر، وبالتالي سينقلب موقع مركز الدوران بالنسبة لمركز المقاومة ليصبح في اللانهاية من جهة الحد القاطع
- الاستمرار بزيادة شدة العزم الإضافي المطبق ستترافق ببدء اقتراب مركز الدوران من الحد القاطع قادماً من اللانهاية، وعندها تصبح النسبة M/F حوالي 12:1، فإن مركز الدوران سيصبح عند الحد القاطع أو عند شق الحاصرة.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

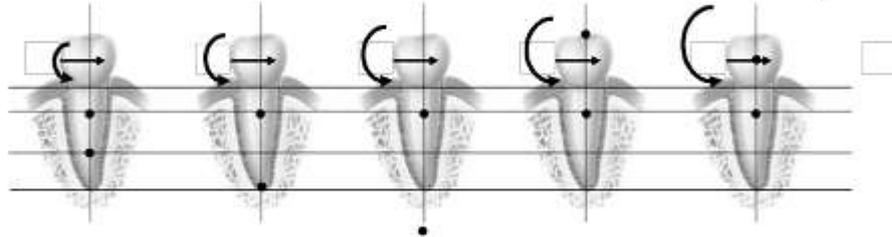
- بعد ذلك، كلما زدنا شدة العزم الإضافي المطبق فإن مركز الدوران سينتقل موقعه من شق الحاصرة باتجاه مركز المقاومة، علماً أنه لن ينطبق عليه إلا في حالة وحيدة تتمثل بإلغاء القوة الأفقية المطبقة على تاج السن مع الإبقاء على العزم الإضافي المطبق عندها فإن الحركة ستصبح دورانية صرفة حول مركز الدوران المنطبق على مركز المقاومة.
- من المعلوم أن بُعد شق الحاصرة عن مركز المقاومة (ذراع العزم) غير ثابت، بل يختلف بين سن و آخر ، لذلك فإن قيم النسبة M/F يجب تعديلها في كل حالة يكون فيها ذراع عزم القوة المطبقة لا يساوي 10 مم زيادة أو نقصان.

Prof. Dr. Ahmad Burhan

علاقة مركز المقاومة بمركز الدوران

غالباً ما يتم تطبيق القوة في الحاصرة أو ال Tube

ازدياد النسبة M/F



نسبة القوة على العزم (5/1)

مركز الدوران يقع بين مركز المقاومة وذروة الجذر

إمالة غير مسيطر عليها

نسبة القوة على العزم (7/1)

مركز الدوران يقع عند ذروة الجذر

إمالة مسيطر عليها

نسبة القوة على العزم (10/1)

مركز الدوران يقع في الالتهابية

جسمية صرفة

نسبة القوة على العزم (12/1)

مركز الدوران يقع عند قمة التاج

حركة تورك

نسبة القوة على العزم (20/1)

مركز الدوران يقع عند الحاصرة

حركة تورك

Prof. Dr. Ahmad Burhan

thank you

Prof. Dr. Ahmad Burhan