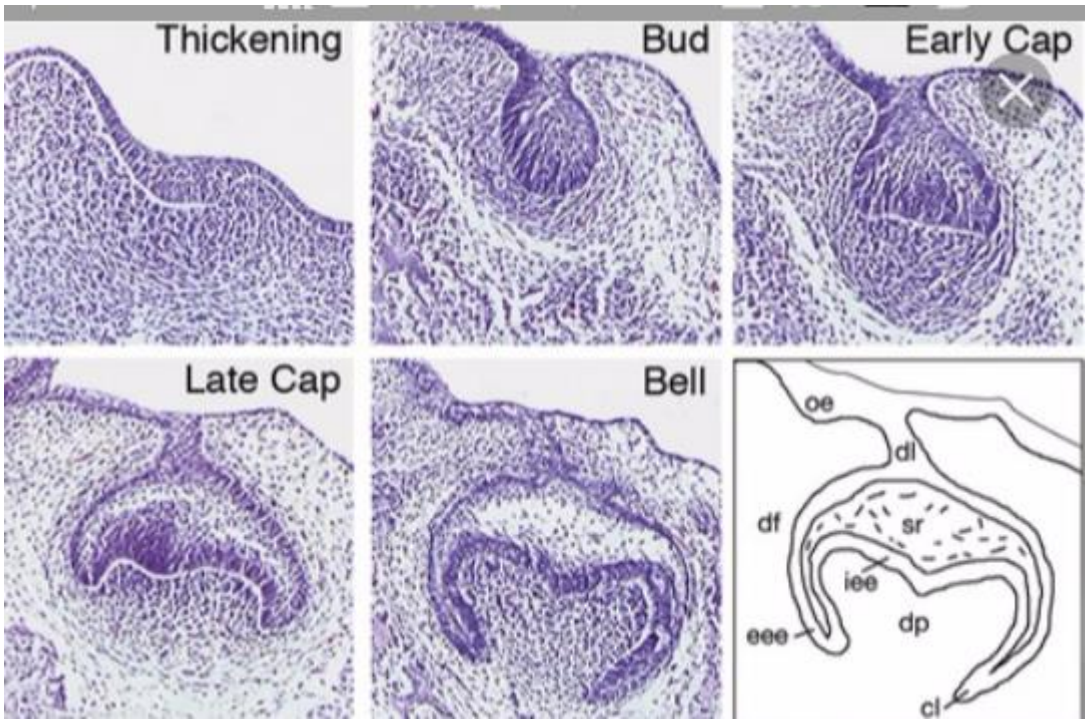
مراحل تشكل الاسنان

Development of Teeth

1-مقدمة:

تعتبر الفترة الواقعة بين الأسبوع الرابع و الأسبوع السابع او الثامن من الحياة الجنينية من اهم مراحل تشكل الجنين ، فخلال هذه الفترة تتم التطورات الأساسية لنمو الوجه و الفكين.

يتميز تطور الاسنان بتداخل معقد بين الانسجة البشروية و الميزانشيمية حيث تساهم الظهارة الفموية الخارجية وميزاشيم العرف العصبي بالإضافة إلى الخلايا الميزانشيمية في تشكيل براعم الأسنان الدائمة والمؤقتة يتشكل عند البشر 20برعم سن مؤقت و32برعم سن دائم ينمو كل سن تلقائيا كوحدة متمايزة ومستقلة ولكن من الجدير ذكره بأن عملية التطور الأُساسية هي ذاتها لكل الأسنان بغض النظرفيما إذا كان هذا السن دائم أو مؤقت أوسن قاطع أو سن متعدد الحدبات يمر هذا التطور عبر عملية مرحلية متعاقبة عبر تسلسل براعم(Bud)-قبعة (Cap) –جرس (Bell)



في المراحل البدئية تكبر و تتوسع البراعم السنية وتتمايز الخلايا التي ستشكل النسج الصلبة للسن يبدأ التمايز في المرحلة الجرسية حيث يبدأ تشكل الميناء والعاج ومن ثم يبدأ تشكل الجذور (التمايز هو عملية تطور الخلايا وتخصصها شكلا ووظيفة) ومع حدوث تكلس الجذر يبدأ تطور الأنسجة الداعمة للأسنان (الملاط –الأربطة حول السنية والعظم السنخي)

وبشكل لاحق فأن السن المكتمل التاج يبدأ البزوغ والظهور في الحفرة الفموية ويستمر تشكل الجذر وتوضع الملاط حتى اكتمال تطور السن الوظيفي وبناء الداعمة

اعتبار سريري : فقدان الأسنان الدائمة بشكل تطوري قد تكون نتيجة لاضطراب مورثي فعندما يكون عدد الاسنان المفقودة أقل من ستة يطلق على هذه الحالة نقص الأسنان Hypodontia وفي حال زيادة عدد الأسنان المفقودة عن ستة يطلق على هذه الحالة قلة الأسنان

Oligodontia

2- تشكل الأسنان :

2-1:بدء تطور الأسنان initiation of tooth Development

يتطور السن من نمطين من الخلايا :خلايا البشرة الفموية التي تشكل عضو الميناء (Enamel Organ) والخلايا الميزانشيمية التي تشكل الحليمة السنية (Dental Papilla) يتشكل الميناء من عضو الميناء ويتطور العاج من الحليمة السنية ويعتبر التداخل بين هذه الخلايا البشروية والميزانشيمية ضروري لبدء تشكل الأسنان .

2-1-1 تشكل الصفيحة السنية وبراعم الأسنان المؤقتة و الدائمة :

في الأسبوع السادس من الحياة الجنينية تبدأ خلايا الطبقة القاعدية للبشرة المغطية لحافتي الفكين العلوي والسفلي بالانقسام والتكاثر (تكثف) بدرجة أسرع من تكاثر الخلايا المجاورة فيؤدي ذلك إلى تشكل ثخانة بشرية في عمق النسيج الميزانشيمي الواقع تحتها (تحت البشرة) على شكل صفيحة قوسية تسمى الشريط البشروي الأساسي Primary epithelia band

الذي بدوره ينقسم في الأسبوع السابع إلى نتوئين :لساني يدعى الصفيحة السنية ودهليزي يدعى الصفيحة الدهليزية

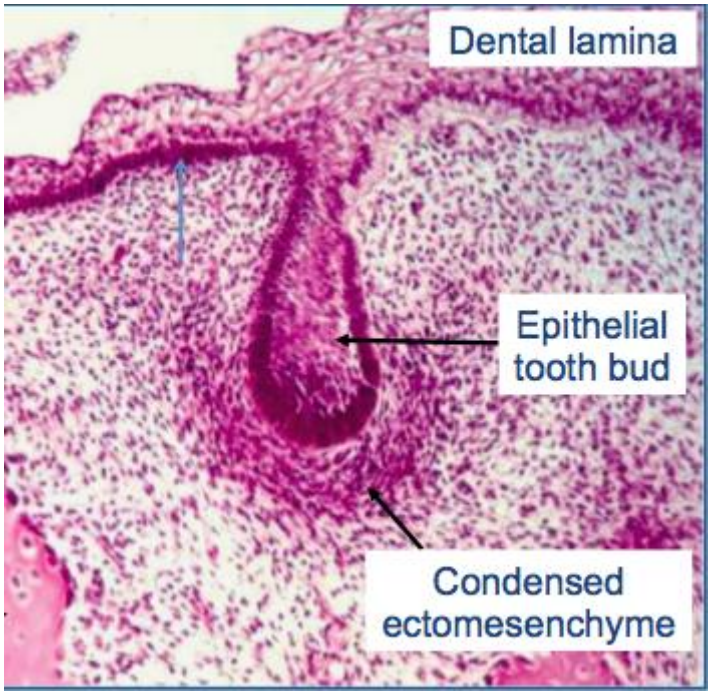
Vestibular lamina التي تساهم في تشكيل دهليز الفم والشفة والخدين

الصفيحة السنية : تظهر الصفيحة السنية على شكل تكثف ظهاري في البشرة الفموية تترافق مع تكثف في النسيج الميزانشيمي الواقع تحتها .

** تأخذ الصفائح السنية شكل أقواس مغروسة في ميزانشيم الفكين العلوي والسفلي ويتطور على السطح الأمامي للصفيحة السنية تشكلات بشرية (براعم) كمثرية أو بيضوية الشكل تنمو في عمق النسيج الميزانشيمي ينمو في كل قوس سنية عشرة براعم تتوافق مع المراكز المقبلة للأسنان اللبنية تأخذ فيما بعد شكل القبعة وتكون أعضاء الميناء (enamel organ)

للأسنان اللبنية المقبلة

تكون خلايا البراعم موزعة في المجموعتين :محيطية أسطوانية ،وداخلية مكعبة .



ملاحظات :

-يقصد بتكثف النسيج : زيادة عدد الخلايا وغزارتها بحيث تصبح البشرة مؤلفة من عدة طبقات ،ويترافق التكثف بتغير في شكل البشرة الفموية بحيث تصبح متموجة

-يتألف برعم السن من خلايا بشروية فموية التي ستشكل فيما بعد العضو الميائي تحاط هذه الخلايا بنسج ميزانشيمية التي ستشكل الحليمة السنية Dental Papilla

-صفات الخلايا القاعدية في الصفيحة السنية : ذات شكل اسطواني ، هيولاها واسعة مليئة بالريبوزومات ، و انتاجها غزير من البروتينات.

-ينمو في كل قوس سنية 10 تكثفات التي ستشكل براعم الاسنان المؤقتة، و لاحقاً ينمو تحتها براعم الاسنان الدائمة حيث يتكاثف حبل من النسيج البشروي بالاسفل من برعم السن المؤقت ليشكل برعم السن الدائم ، و بعد تطور الاسنان البدائية من البراعم يستمر الطرف الموجه للصفيحة بالنمو ليسمح بتطور براعم الاسنان الدائمة ، و يطلق على هذا الجزء اسم الصفيحة اللاحقة Successional lamina.

-يبلغ عدد البراعم السنية في البداية (52) برعم سني و هي : (20) برعم مؤقت للأسنان الامامية و الارحاء + (20) برعم دائم للأسنان الأمامية و الضواحك + (12) برعم للأرحاء.

مراحل تشكل الأسنان

على الرغم من أن تشكل السن عملية مستمرة إلا أنها تتميز بسلسلة من المراحل التي يمكن تمييزها بسهولة . تعرف باسم برعم (Bud) – قبعة (Cap) – جرس (Bell) . ويتم تعريف كل مرحلة تبعاً لشكل عضو الميناء (Enamel organ) و الذي يعتبر جزء من السن المتطور . و عليه لتسهيل الدراسة فقد تم تقسيم مراحل تشكل براعم الأسنان إلى:

أ.تشكل براعم الأسنان غير المتكلسة (Non-calcified teeth germ) :

_المرحلة البرعمية (Bud stage).

_المرحلة القبعية (Cap stage).

_المرحلة الجرسية (Bell stage).

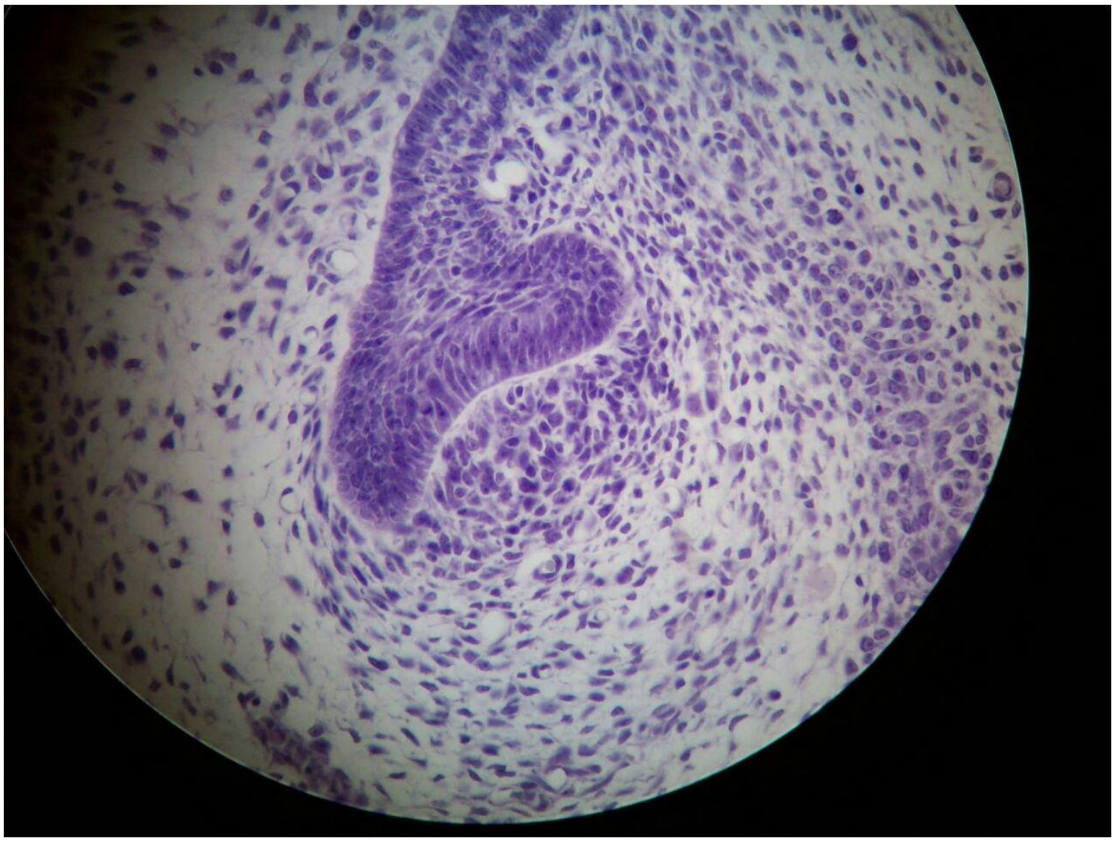
ب- تشكل براعم الأسنان المتكلسة (Calcified teeth germ):

_مرحلة التوضع (Apposition stage)

_مرحلة تشكل العاج (Dentinogenesis)

_مرحلة تشكل الميناء (Amelogenesis)

2-1-2 :المرحلة القبعية (Cap stage)



www.wikiwand.com

Human tooth development - Wik...

Histologic slide of tooth in cap stage.

في الأسبوع الحادي و الثاني عشر من الحياة الرحمية يستمر تقدم التطور الشكلي للبرعم السني حيث يتم مشاهدة:

أ-تمايز نسيجي (Histodifferentiation) :

_خلايا بشرية مينائية خارجية (Outer enamel epithelium)

_خلايا بشرية مينائية داخلية (Inner enamel epithelium)

_نسيج شبكي أو نجمي (stellate reticulum)

ب-تمايز شكلي (Morfodifferentiation) :

- تشكل عضو الميناء (Enamel Organ)
- تشكل الجراب السني (Dental Follicle)
- تشكل الحليمة السنية (Dental Papilla)

في هذه المرحلة نتيجة النمو التدريجي يكبر البرعم السني و يأخذ شكل القبعة نتيجة لتكثف النسيج الميزانشيمي الواقع تحته ، الخلايا البشروية تصبح الآن ما يطلق عليه عضو الميناء وتبقى متصلة مع الصفيحة السنية ، في حين النسيج الميزانشيمي يشكل ما يدعى بالحليمة السنية والتي ستشكل اللب السني فيما بعد ، أما النسيج الذي يحيط بهذه البنى فيطلق عليه اسم الجراب السني Dental Follicle . وتشاهد تبدلات نسيجية في خلايا البرعم السني على الشكل التالي :

- خلايا عضو الميناء الخارجية تصبح قصيرة (بين المكعبة والمسطحة) و تتوضع على هيئة صف مفرد.
- خلايا عضو الميناء الداخلية تصبح عمودية (اسطوانية) وتتوضع على هيئة صف مفرد.
- الخلايا الموجودة في مركز عضو الميناء تصبح نجمية و ذات استطالات عديدة تتحد مع بعضها لتكوّن الشبكة النجمية.

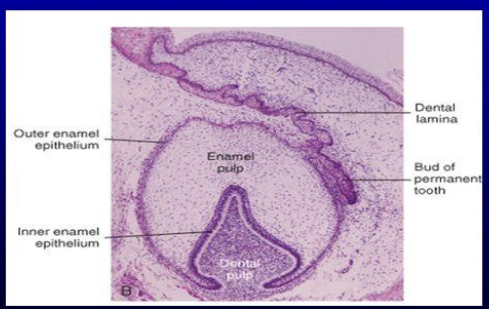
ملاحظات :

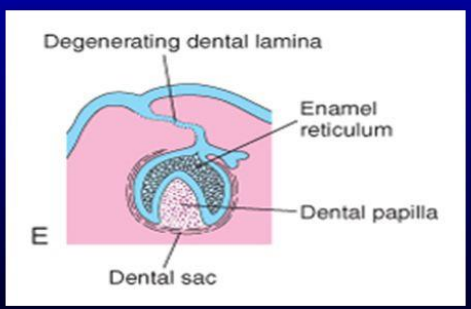
- يتألف عضو الميناء في مرحلة القبعة من : خلايا مينائية داخلية ، وخلايا مينائية خارجية ، وخلايا شبكية.
- بعد تشكيل البرعم (وهو يشبه الحويصل ويتألف من خلايا بشروية يحيط بها نسيج ضام) يتمايز النسيج البشروي والخلايا القريبة من النسيج الضام ليتحول إلى نسيج مينائي داخلي .

2-1-3: المرحلة الجرسية Bell Stage :

BELL STAGE

- Dental cap grows and indentation deepens, tooth takes the appearance of bell.



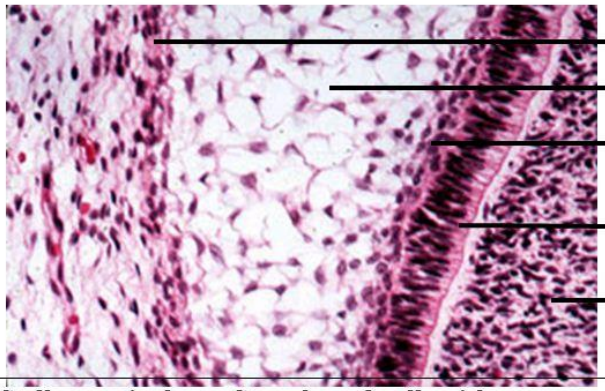


تأخذ شكلها في الأسبوع الرابع عشر من الحياة الجنينية حيث يبدأ النسيج الميزانشيمي الواقع تحت عضو الميناء بالتجمع على هيئة جسم مخروطي يدعى الحليمة السنية ، يأخذ هذا الجسم شكل تيجان الأسنان التي سيكونها فيما بعد . نتيجة للنشاط الانقسامي لخلايا عضو الميناء وإحاطته بشكل أكبر بالحليمة السنية وكذلك نمو الحليمة السني ، فإن عضو الميناء يأخذ شكل الجرس ويكون في هذه المرحلة مؤلفاً من أربع طبقات خلوية مؤلفة من الأسفل إلى الأعلى :

- الطبقة الداخلية : صف واحد من الخلايا العمودية تسمى (ما قبل مصورات الميناء) تنقلب إلى (مصورات الميناء) ، ولهذه الخلايا تأثير منشط على الخلايا السطحية للحليمة السنية (مصورات العاج مستقبلاً).
- الطبقة الانتقالية (المتوسطة) : صفان أو ثلاثة من الخلايا المكعبة تقع بين خلايا الشبكة النجمية وخلايا عضو الميناء الداخلية ، تعمل كخلايا احتياطية لمصورات الميناء و تقوم أيضاً بدور في تغذيتها.
- طبقة لب عضو الميناء (الشبكة النجمية) : نجمية ولها العديد من الاستطالات التي تتفاغر مع استطالات الخلايا المجاورة .
- الطبقة الخارجية : صف واحد من الخلايا المكعبة تكوّن مع بعضها البشرة المينائية الخارجية والتي تكون مسؤولة عن تنظيم شبكة الشعيرات الدموية لتغذية خلايا مصورات الميناء التي تحصل عليها عن طريق الخلايا النجمية.

أيضاً في هذه المرحلة يزداد تكثف الخلايا الميزانشيمية حول عضو الميناء والحليمة السنية ليزداد وضوح ما يدعى بالجراب السني Dental Follicle .

3. Bell Stage (Early)



http://www.usc.edu/hsc/dental/ohisto/

Stellate reticulum: Star-shaped cells with processes, present between the outer and the inner dental epithelium. These cells secrete glycosaminoglycans, which attract water, thereby swelling the cells and pushing them apart. However, they still maintain contact with each other, thus becoming star-shaped. They have a cushion-like consistency that may support and protect the delicate enamel organ. It is absent in the portion that outlines the root portions.

Stratum intermedium: Cell layer between the inner dental epithelium and stellate reticulum which have high alkaline phosphatase activity. They assist inner dental epithelium (ameloblasts) to form enamel.

المرحلة الجرسية :

1- مع استمرار تكاثر و تمايز خلايا برعم السن ، يأخذ عضو الميناء الشكل الجرسي الذي يغلف الحليمة السنية .

2- تظهر طبقة جديدة من الخلايا تسمى ***الطبقة المتوسطة*** بين الخلايا الميتائية الداخلية و الشبكة النجمية .

3- تقوم الصفيحة السنية بربط الخلايا الميتائية الخارجية مع الخلايا الظهارية الفموية .

4- تقوم النهاية الوحشية للصفيحة السنية الآخذة بالتكاثر بتشكيل برعم السن الدائم ، والتي تسمى ***الصفيحة اللاحقة*** . (في هذه المرحلة ينمو انغماد جديد يشكل برعم السن الدائم).

5- العنصر الثالث من عناصر برعم السن هو الجراب السني والذي هو عبارة عن تكثف في خلايا النسيج الميزانشيمي الضام ليحيط بعضو الميناء والحليمة السنية.

6- تمايز خلايا عضو الميناء.

7- تشكل شكل التاج.

8- الحليمة السنية تتروى بالتروية الدموية و تتعصب بالاعصاب (تزداد فيها الأوعية الدموية بسبب الحاجة إلى تشكيل الميناء و العاج ، ويظهر فيها التعصيب لأنها ستشكل لب السن).

ملاحظات :

- تعد المرحلة الجرسية من أهم المراحل حيث تتكاثر الخلايا لتعطي شكل التاج النهائي .
- الحليمة السنية مؤلفة من نسج ميزانشيمية .
- العروة العنقية : هي منطقة اتصال خلايا عضو الميناء الخارجية ذات الشكل المكعب و خلايا عضو الميناء الداخلية ذات الشكل الأسطواني ، وهي مؤلفة من خلايا متوسطة .
- وظيفة الجراب السني حفظ البنى التي يحيط بها (عضو الميناء و الحليمة السنية).
- خلال المرحلة الجرسية الخلايا الميزانشيمية الواقعة على محيط الحليمة السنية تتمايز لتصبح الخلايا المصورة للعاج Odontoblasts وحالما تصبح هذه الخلايا طويلة و عمودية ، فإنها تبدأ بتشكيل القالب العضوي المؤلف من ألياف الكولاجين الذي يطلق عليه طليعة العاج Predentin و خلال 24 ساعة يبدأ تكلس هذا القالب ويتحول إلى عاج . وعندما تتوضع بضع طبقات من العاج تتمايز الخلايا البشروية الميناءية الداخلية لتصبح الخلايا المصورة للميناء Ameloblast التي بدورها تقوم بتشكيل الميناء .
- حالما يتمايز عضو الميناء فإن الصفيحة السنية تبدأ بالخضوع لانحلال ذاتي. وبذلك تختفي الصفيحة السنية من القسم الأمامي من الحفرة الفموية ، وعلى الرغم من ذلك فهي تبقى فعالة في القسم الخلفي لعدة سنوات .
- تتداخل الخلايا فيما بينها عبر نظام معقد من المستقبلات والمستفعلات والمحورات يطلق عليه التأشير الخلوي Cell-signaling وأوضح مثال هو التداخل المتبادل الظهاري-الميزانشيمي أثناء تطور الأسنان فقد أسست الخلايا

الطليعية(مصورات العاج و مصورات الميناء) علاقة وضعية بواسطة المستقبلات و المستفعلات التي تتواجد على سطح كل خلية. فالخلية المصورة للميناء تتمايز أولاً وبذلك تحرض خلايا طلائع مصورات العاج إلى التوضع بشكل مجاور لتلك الخلايا ، وبعد ذلك تتمايز إلى خلايا مصورات العاج . هذه العلاقة الوضعية تسمح بتأسيس للغشاء القاعدي الذي سيصبح الملتقى الميناني العاجي وبذلك يتشكل القالب السني .

3-2:تطور الحليمة السنية Development of the dental papilla

تشكل الخلايا المتكثفة تحت الظهارة الفموية الحليمة السنية و هي تبدأ بالظهور في المراحل المبكرة من المرحلة البرعمية حيث تتكاثر الخلايا حول البرعم السني النامي على الحافة الأمامية من الصفيحة السنية ومن المعتقد أن هناك دور كبير و هام لخلايا الحليمة السنية في تطور برعم عضو الميناء نحو لمرحلة القبعية والجرسية .

أظهر الفحص الدقيق بأن خلايا الحليمة السنية هي عبارة عن مصورات الليف متوضعة ضمن شبكة وعائية حساسة .

تظهر الأوعية الدموية بشكل مبكر في الحليمة و بشكل مبدئي ضمن القسم المركزي متمادية مع الألياف العصبية تقوم هذه الجملة الوعائية بنقل العناصر المغذية إلى هذا العضو النامي بشكل سريع . و مع زيادة حجم الحليمة تبدأ الأوعية الدموية بالظهور في محيط الحليمة السنية حيث تقوم بتقديم الغذاء إلى الخلايا مصورات العاج المتطاولة .

تحدث تغيرات خلوية تساعد في تشكيل قشرة صلبة حول الحليمة المركزية وحالما تتشكل يطلق عندها على الحليمة اسم اللب السني Dental Pulp .

2-3-1: مرحلة التوضع :

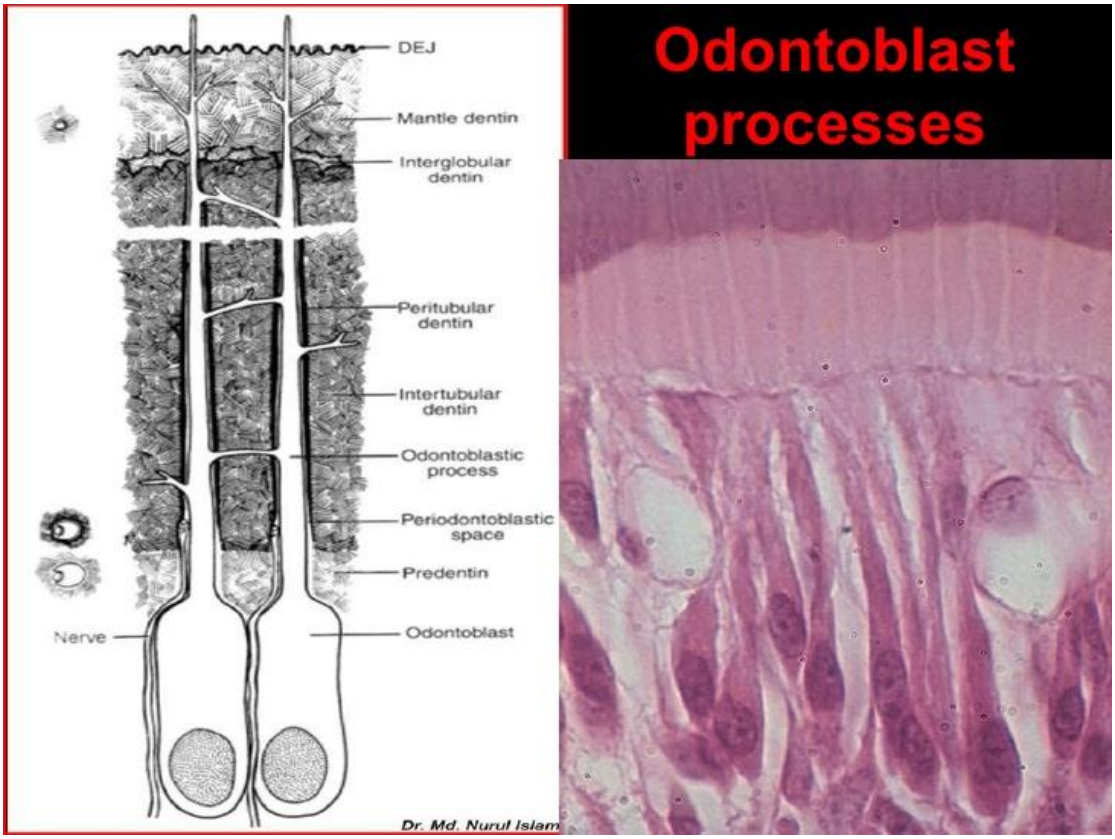
يكبر حجم الحليمة السنية و يزداد اندفاعها في عضو الميناء ، ويتمايز على سطحها خلايا من أصل ميزانشيمي وقبل أن تبدأ خلايا عضو الميناء الداخلية بتكوين الميناء فإن الخلايا السطحية للحليمة السنية تتمايز إلى مصورات عاج تحت تأثير موجِه من قبل خلايا عضو الميناء الداخلية .

يفصل بين طبقة خلايا عضو الميناء الداخلية و مصورات العاج في التاج غشاء قاعدي يسمى غشاء ما قبل التكون وهو الذي سيكوّن مستقبلاً الملتقى الميناني العاجي .

2-3-2: مرحلة تشكل العاج :

حالما تتطاول مصورات العاج فإنها تأخذ مظهر الخلية المنتجة للبروتين .

تتشكل استطالة من كل خلية مصورة للعاج عند الحافة القريبة المجاورة للملتقى الميناني العاجي ، ونتيجة للحركة التدريجية لمصورات العاج باتجاه اللب فإن استطالة الخلية المصورة للعاج تتطاول .

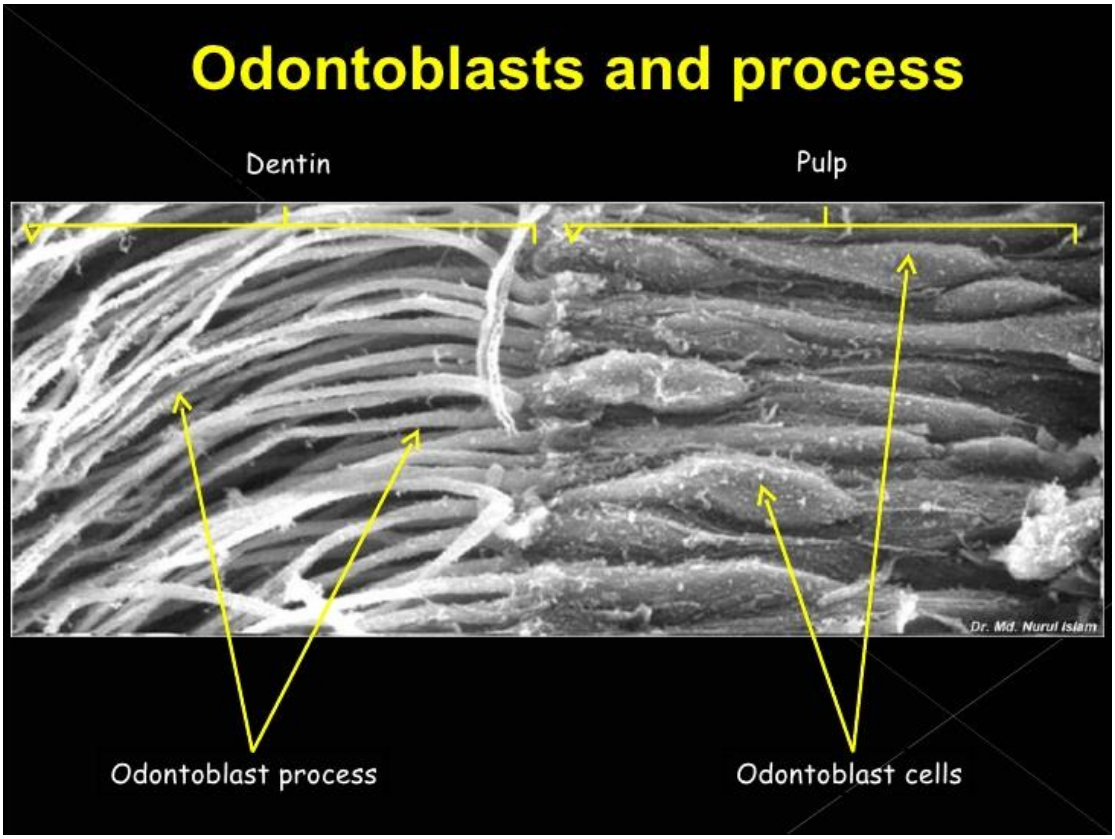


ومن الجدير ذكره بأن هناك مجموعة من التبدلات تطرأ على الخلية المصورة للعاج الوظيفية حيث يشاهد بوضوح الشبكة السيتوبلاسمية الحبيبية ، جهاز غولجي ، المتقدرت و تشغل النواة القسم القاعدي من الخلية.

يتشكل العاج بشكل طبقي على طول الملتقى المينائي العاجي .

في البداية تقوم الخلايا المصورة للعاج بإنتاج و إفراز جزيئات التروبوكولاجين التي تبني منها مجموعة من الألياف الغرائية الكولاجينية حيث تعتبر تلك الألياف جزءاً من المادة العضوية للعاج. ثم تقوم بعد ذلك بصنع و إفراز جزيئات بروتينية بواسطة حويصلات التي تعتبر أساساً للمادة العضوية في طليعة العاج وهي عبارة عن (سكريات متعددة مخاطية + كولاجين).

أثناء تكوين القاعدة العضوية تترك الخلايا المصورة للعاج استطالاتها الهيولية الدقيقة والتي تدعى بألياف تومز داخل المادة العاجية ضمن أقنية خاصة بها تدعى الأقنية العاجية ، وبضل هذه الاستطالات تصل الأملاح المعدنية الواردة من الدم واللازمة للتمعدن.



يبدأ التمعدن خلال 24 ساعة من تشكل طليعة العاج ويحدث التكلس بتوضع الأملاح المعدنية (بلورات هيدروكسي الأباتيت) في مادة العاج العضوية بشكل كرات كبيرة أو صغيرة تتحد مع بعضها بواسطة أجزاء متكلسة جديدة على شكل كرات أيضاً ولكن أصغر حجماً فيتكون العاج الكريوي ، ويمكن أن يبقى بين الكرات المتكلسة أجزاء قليلة التكلس أو غير متكلسة تسمى بالعاج بين الكريوي .

تسمى المناطق الضعيفة أو عديمة التكلس في العاج التاجي بأفضية كزيرماك ، أما في العاج الجذري فتسمى بمنطقة تومز الحبيبية.

2-3-3: مرحلة تشكل الميناء :

تبدأ مصورات الميناء بتشكيل الميناء عندما تتوضع عدة ميكرومترات من العاج عند الملتقى المينائي العاجي .

في المرحلة الجرسية يحدث تمايز لخلايا البشرة الميائية الداخلية حيث تتطاول وتصبح جاهزة لتكون خلايا مصورة للميناء نشيطة إفرازياً .

تظهر الخلايا المصورة للميناء تغيرات مع درجة التمايز التي تظهرها و تمر في خمسة مراحل وظيفية : 1- التمايز الشكلي 2- التعضي والتمايز الوظيفي 3- الإفراز 4 - النضج 5- الحماية.

يظهر جهاز كولجي في وسط الخلايا المصورة للميناء وتزداد كمية الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية الخشنة في القسم الذروي تكون الخلايا المصورة للميناء مصفوفة بشكل صف من الخلايا بواسطة وجود أجسام الوصل بين هذه الخلايا من أطرافها القريبة و البعيدة ، وتحافظ هذه الخلايا على هذا الصف أثناء مسيرها محيطياً بعيداً عن الملتقى المينائي العاجي بعد إفراز الميناء. تتطور نهايات مخروطية قصيرة (استطالات تومز Tomes Processes) عند النهاية الذروية لخلايا مصورات الميناء خلال مرحلة الإفراز .

حالما تتمايز مصورات الميناء يتم تركيب القالب العضوي في الشبكة السيتوبلاسمية الداخية الخشنة ومن ثم تهاجر إلى جهاز كولجي حيث يتم تكثيفها و حفظها في حبيبات مغلفة . تهاجر إلى النهاية الذروية من الخلية حيث يتم قذف محتوياتها إلى الخارج على طول الملتقى المينائي العاجي . أول طبقة ميناء يتم إفرازها تشكل مع العاج الملتقى المينائي العاجي .

تفرز الميناء بنفس آلية إفراز العاج (قالب عضوي تتوضع عليه بلورات الهيدروكسي الأباتيت) مع الفرق في أن مصورات العاج تفرز العاج للخارج أما مصورات الميناء فتفرز الميناء للداخل.

حالما يتشكل القالب العضوي للميناء تبدأ بلورات هيدروكسي الأباتيت بالترسب فإن هذه البلورات تأخذ بالنمو عرضاً و طولاً. يشكل التمعدن الأولي ما يقارب 25% من تمعدن الميناء والنسبة المتبقية هي عبارة عن 70% تكون نتيجة لنمو البلورات . يبدأ التمعدن ويكتمل عند الحد القاطع و ذرى الحدبات وآخر مناطق الميناء تمعدناً هي منطقة عنق السن.

حالما تكمل مصورات الميناء مرحلة تشكل القالب العضوي يطرا عليها بعض التبدلات تبعاً للمرحلة الوظيفية التي تقوم بها . فيلاحظ نقصان في المتعضيات داخل خلايا مصورات الميناء مترافق مع نقصان الطول.

اعتبار سريري

نقص تكون الميناء Amelogenesis Imperfecta هو عبارة عن مشكلة مورثية بحيث يتشكل ميناء بشكل معيب من حيث التشكل والتمعدن . وهو يحدث كنتيجة لخلل في عمل الخلايا المصورة للميناء وبحسب توقيت الأذية ونشاط الخلية المصورة للميناء يظهر الشكل السريري للعيب المتشكل فقد يحدث نقص تكون ميناء أو نقص في تكلس الميناء أو كلاهما معاً.

مرحلة التوضع :

1- تمايز مصورات العاج .
2- تشكل طليعة العاج "شبكة من ألياف الكولاجين".
3- تكلس طليعة العاج "خلال 24 ساعة بواسطة الهيدروكسي أباتيت".
4- استطالات مصورات العاج "تمتد وتبقى ضمن الأقنية العاجية.

ملاحظات :

- تصل نسبة تمعدن العاج إلى 60-70% ، بينما نسبة تمعدن الميناء تصل إلى 96%
- عند البدء بالعمل السني ضمن العاج يشعر المريض (بخلاف الميناء) بالألم لأن العاج نسيج حي يحتوي على استطالات للخلايا المصورة للعاج ضمن الأقنية العاجية.
- مصورات الميناء لا تفرز الميناء إلا بعد تشكل العاج (أي ان أول أنسجة السن تشكلاً هو نسيج العاج).

مراحل حياة الخلايا المصورة للميناء (The life of Ameloblast) – وظيفة الخلايا المصورة للميناء :

- التشكيل (Formation): أي تحديد شكل التاج.
- التمايز (Differentiation): تحريض النسيج الميزانشيمي للحليمة السنية للتحول إلى مصورات عاج ثم عاج.
- الإفراز (Secretion): إفراز الميناء وترسيب الأملاح المعدنية .

- النضج (Maturtion): نضج الميناء بزيادة حجم بلورات الهيدروكسي الأباتيت وامتصاص الماء و المواد العضوية من القالب العضوي .
- الحماية (Protaction): حيث أنه و في مراحل لاحقة تفقد خلايا عضو الميناء تمايزها وتنقلب إلى صفيحة بشرية مكونة من عدة صفوف من الخلايا تشكل قشرة حامية للسن عند بزوغه ، وتزول بعد ان يتمكن الطفل من تناول الطعام.

4-2: تشكل الجذور Development of tooth root :

يحدث تشكل الجذور بعد الولادة و قبل البزوغ بوقت قصير حيث يكون قد توقف تشكل الميناء ، وإن نمو الجذر يجعل السن تنمو نحو تجويف الفم وهذا ما يدعى البزوغ.

-تبدأ خلايا العروة العنقية بنشاط انقسامي يتبعه استطالة في النسيج الميزانشيمي على شكل صفائح او حجب بشرية مشكلة من عضو الميناء تسمى غمد هيرتفغ Hertwig

-تشكل الجذور Root formation:

1- مع اقتراب القسم التاجي من السن من الاكتمال تتحد طبقتي البشرة المينائية الداخلية والخارجية في منطقة العروة العنقية لتشكيل بنية
2- يقوم غمد هيرتفغ بتحديد عدد و حجم و شكل الجذور و يحرض على تشكيل العاج في الجذر الآخذ بالتطور.

تقوم خلايا البشرة المينائية الداخلية من غمد هيرتفغ بتحريض الخلايا المصوّرة للعاج على التمايز وتشكيل العاج .

وحالما يبدأ العاج بالتكون فإن خلايا غمد الجذر تقوم بإفراز طبقة الملاط المتوسطة Intermediate Cementum التي هي عبارة عن طبقة رقيقة من الملاط اللاخلوي الذي يغطي الأقنية العاجية ويختم سطح الجذر.

يستمر تشكل العاج حتى يتم الوصول إلى الطول المحدد لكل جذر وفق تعليمات المورثات المسؤولة كما تزداد سماكة العاج حتى يصبح قطر

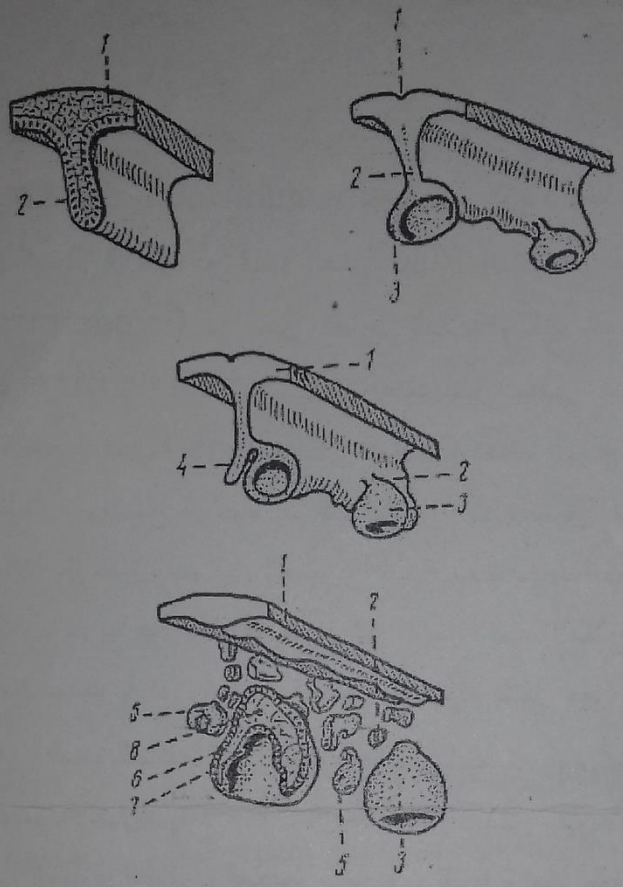
الثقبة الذروية بين 1-3 ملم وهذا كافي للسماح لتواصل الجملة الوعائية العصبية بين اللب والنسيج ما حول اللبي .

مع ازدياد طول الجذر يأخذ السن بالبزوغ وهذا يسمح بتوفر مسافة إضافية لإطالة الجذر.

ملاحظات :

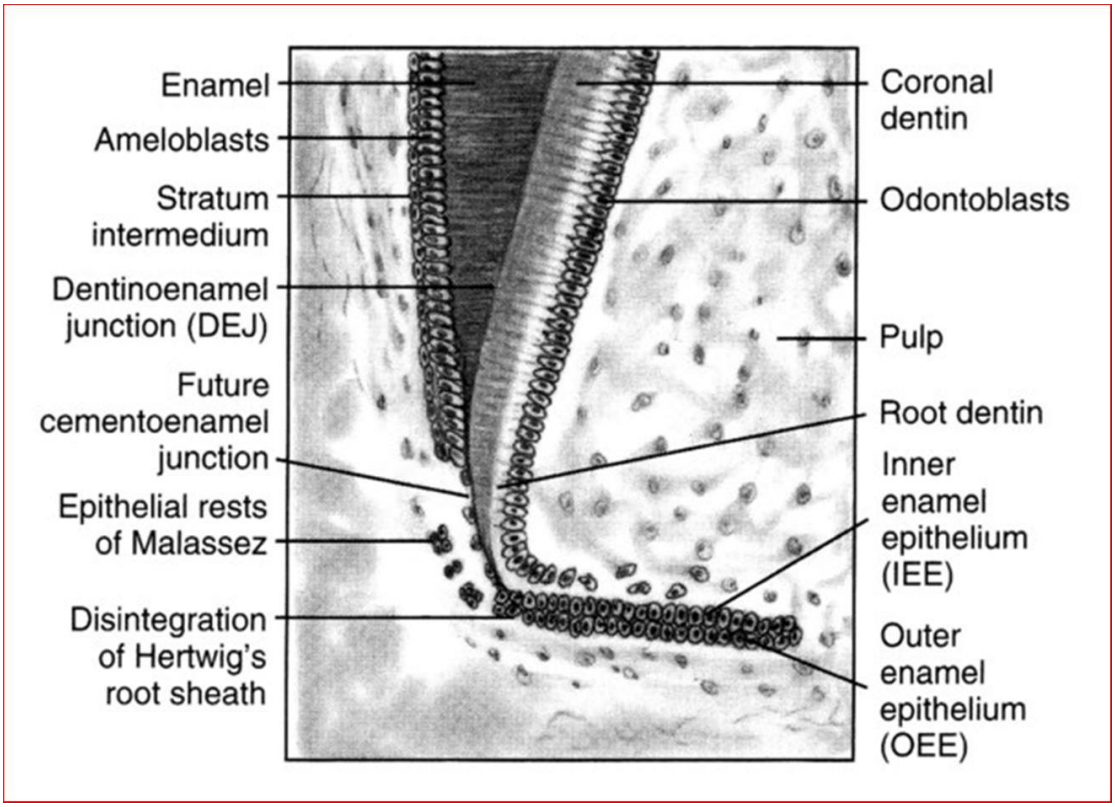
- لا يبدأ تشكل اجذر إلا بعد اكتمال تشكل التاج بشكل كامل.
- يقوم غمد هيرتفغ بتحديد شكل الجذور أما شكل الغمد فيتحدد حسب المعلومات الوراثية .
- بقايا غمد هيرتفغ يمكن أن تتطور نتيجة التهاب ما لتشكل أكياس في الفكين ، أو يمكن أن تتطور إلى خلايا ورمية لتشكل أوراماً سنية المنشأ أشهرها ورم مصورات الميناء .

٣: مخطط معدل عن بوينغ (Boenig) يلخص مراحل تطور الأسنان:



الشكل ٤:

(١) بشرة الحفرة الفموية للجنين. (٢) الصفيحة السنية الأولية. (٣) عضو الميناء لسن لبني.
(٤)الصفيحة السنية الثانوية (٥) برعم السن الدائم. (٦) البشرة المينائية الخارجية.
(٧)البشرة المينائية الداخلية. (٨) لب عضو الميناء.


Enamel
Ameloblasts
Stratum intermedium
Dentinoenamel junction (DEJ)
Future cementoenamel junction
Epithelial rests of Malassez
Disintegration of Hertwig's root sheath
Coronal dentin
Odontoblasts
Pulp
Root dentin
Inner enamel epithelium (IEE)
Outer enamel epithelium (OEE)

Wikipedia

Human tooth development - Wik...

Histologic slide of tooth in late bell stage. Note disintegration of dental lamina at top.