

Eksamen ved

Københavns Universitet i

Tændernes udvikling og struktur

Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet

20. juni 2012

Eksamensnummer: 37

Oral anatomi

1. Tidlig tanddannelse

A. Mundhulens væv er dannet ud fra to embryologiske kimlag, hvad hedder de?

Ektoderm og ektomesenkym.

B. Fra hvilket embryologisk kimlag stammer:

a. det orale epitel

Ektoderm

b. det orale bindevæv

Ektomesenkym

c. dentinen

Ektomesenkym

d. emaljen

Ektoderm

e. cementen

Ektomesenkym

f. alveoleknoglen

Ektomesenkym

g. pulpa

Ektomesenkym

h. parodontalligamentet

Ektomesenkym

C. Nævn fem transkriptionsfaktorer, der er involveret i tanddannelsen.

Pax-9, Msx-1, Msx-2, Lhx-6 og Lhx-7.

D. Tegn og/eller beskriv den histologiske opbygning af et tandkim i tidligt klokkestadie, dvs. lige når emaljedannelsen starter.

Følgende tegning illustrerer opbygningen af tandkimet i det tidlige klokkestadie. Det mørke, skraverede område repræsenterer starten på emaljedannelsen.

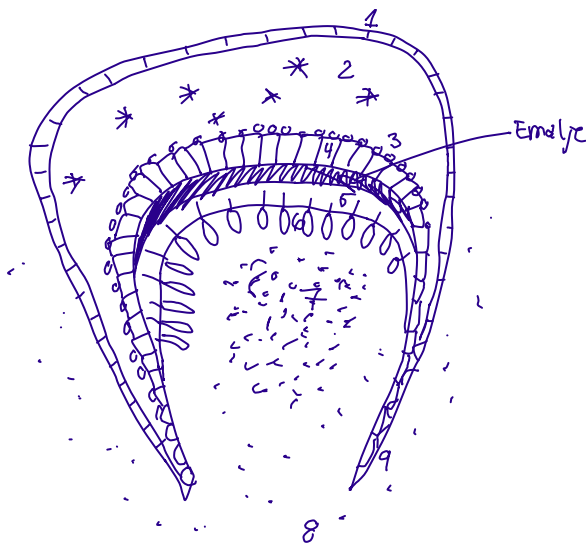
Tallene 1-4 repræsenterer emaljeorganet, der yderst består af det ydre emaljeepitel (kubisk cellelag) og inderst af det indre emaljeepitel (lavt cylinderiske celler).

De incisalt/okklusalt beliggende indre emaljeepitel celler er på dette tidspunkt differentieret til ameloblaster med sekretorisk funktion. Disse celler er som tegningen angiver mere cylinderiske samt polariseret.

I emaljeorganet forekommer der også et lag stratum intermedium (nr. 3), der består af flade celler, der ligger op ad det indre emaljeepitel.

Imellem stratum intermedium og det ydre emaljeepitel findes det stellate reticulum, som består af stjerneformede celler. De er forbundet via desmosomer. På grund af den store mængde ekstracellulær matriks skubbes cellerne fra hinanden og får deres karakteristiske stjerneform.

Hele emaljeorganet er derivet fra det ektoderme kimlag.



Under den nydannede emalje ses et lag dentin. Det yderste lag dentin kaldes mantle/kappe dentin. Herefter følger et lag præ-dentin og et lag af odontoblaster (nr. 6).

Centralt (nr. 7) ses dental papillen, der består af fortættede ektomesenkym celler.

Rundt om hele tanden findes dental folliklen (nr. 8).

Punkt nr. 9 angiver Hertwigs rodepitelskede, som består af det indre og ydre emaljeepitel.

2. Dentinogenese

En 20-årig mand kommer ind på jeres klinik med en tiltagende gul +1. Den har skiftet farve og er blevet mørkere gennem de sidste to år.

A. Hvad kan der være sket/ hvad er den mest sandsynlige årsag?

Normalt dækker emaljen koronalt med en tyk (2,5 mm) bræmme over tandens dentin, så dentinens gullige farve svækkes. Hvis emaljen er defekt vil dentinen kunne skinne tydeligere igennem og forårsage farveskift af tanden. Men må vurdere, at emaljen er blevet beskadiget. Muligvis amelogenesis imperfecta.

B. Hvad vil man se, hvis man borer op til pulpakammeret?

Man kunne forvente at se, at pulpakammeret er blevet væsentlig mindre på grund af aflejring af tertiær dentin. Den tertiær dentin kaldes også irritations dentin, da den dannes på baggrund af stimulation. Hvis hypotesen omkring, emaljen er svag, er korrekt, vil den tertiære dentindannelse være begyndt for at beskytte pulpa.

C. Forklar hvordan dentindannelsen initieres, og hvilken dentin der dannes først.

I kappestadiet vil cellerne i det indre emaljeepitel via parakrin signalering af vækstfaktoren, TGFbeta, inducere differentiering af odontoblaste fra ektomesenkymcellerne i dental papillen.

Den første dentin, der dannes, kaldes (primær) mantle/kappe dentin. Kendetegnet for denne dentin er, at dentinen dannes i en allerede eksisterende substans. De kollagene fibre er store og placeret vinkelret på emalje-dentin-grænsen. Mineraliseringen i denne dentin initieres af matriks vesikler, som odontoblasten afsnører fra dens udløber.

D. Hvordan mineraliserer den først dannede dentin, og hvilke proteiner er involveret i denne mineralisering?

Den først dannede dentin (mantle/kappe dentin) mineraliseres på baggrund af matriks vesikler, som odontoblastudløberne afsnører. Matriks vesikler er omgivet af en trilaminær membran og er ca. 50-200 µm i diameter. Matriks vesiklen skaber et mikromiljø, der er fordelagtig for mineralisering. Matriks vesiklerne har annexiner i deres membran, som danner calcium-kanaler. Tilmed optager matriks vesiklerne fosfat via co-transport. Disse faktorer gør, at matriks vesiklen kan danne små hydroxylapatit krystaller. Krystallerne penetrerer matriks vesiklens membran, og der kan nu ske krystalvækst i dentinen.

Dentinen indeholder store mængder kollagen fibre, som er opbygget af tripletter, der danner tværstribning. Krystallerne aflejres her. Dvs. de kollagen fibre fungerer som rettesnor for krystalvækstens retning.

Odontoblasterne secerer foruden kollagen også DSPP (dentin sialophosphorprotein), som enzymatisk nedbrydes til DPP (dentin phosphorprotein) og DSP (dentin sialoprotein). DPP binder sig til de kollagen fibre. Denne kobling virker calcium-bindende. Således øger DPP ionproduktet, hvilket er nødvendigt for mineralisering/krystalvækst. Dentin matriks protein-1/-2/-4 hjælper også til mineraliseringen.

Koncentrationen af DPP er størst i den koronale del af tandens dentin i forhold til den apikale del. Derfor er dentin i kronen ofte mere mineraliseret.

Mineraliseringen i dentin foregår i et globulært mønster.

E. Hvad repræsenterer Von Ebners linier i dentinen?

Von Ebners linjer er tilvækstlinjer i dentinen. De danner tværstribninger med et interval på 20 μm .

De opstår fordi odontoblasterne aflejrer 4 μm dentin om dagen i en 5 dages cyklus. Orienteringen af krystallerne ændres i denne cyklus. Det ændrede forløb skaber de synlige linjer i dentinen.

F. Hvad adskiller pulpa fra andre løse bindevæv, og hvilke celler finder man i pulpa?

Til forskel fra andre løse bindevæv er pulpa omringet af hårdt væv, undtagen ved foramen apikale.

I tilfælde af ødem kan dette være særligt ufordelagtigt, da overskydende væske kun kan dræges fra apex.

I pulpa findes odontoblaster, fibroblaster, udifferentierede ektomesenkym celler, makrofager samt andre immunforsvarsceller. Desuden forekommer der blodkar- og nerverelaterede celler.

3. Parodontiet

A. Tegn og beskriv funktionen af alle fibre i parodontiet, både de fibre der er involveret i knoglefæstet og de fibre der er involveret i gingivafæstet.

Nedenstående tegning (figur 1) illustrer fem forskellige typer fibre, som forbinder cementen til parodontalligamentet.

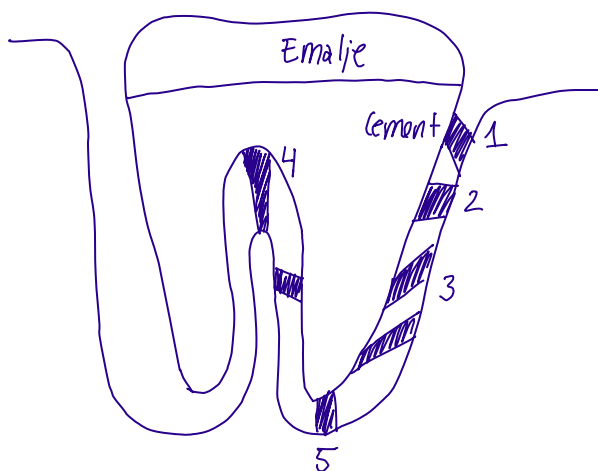
1: *Aveolarkamsfibre*; opfanger og fordeler laterale og roterende påvirkninger.

2: *Horisontale fibre*; opfanger og fordeler laterale og roterende påvirkninger.

3: *Skrå fibre*; opfanger og fordeler påvirkninger i apikal retning (tyggetryk). Forekommer flest af disse fibre.

4: *Interradikulære fibre*; opfanger og fordeler laterale, roterende og opadrettede påvirkninger.

5: *Apikale fibre*; opfanger og fordeler opadrettede påvirkninger.



Figur 1

Følgende tegning (figur 2) illustrer de fem typer fibre, som hæfter tanden til den resterende del af parodontiet:

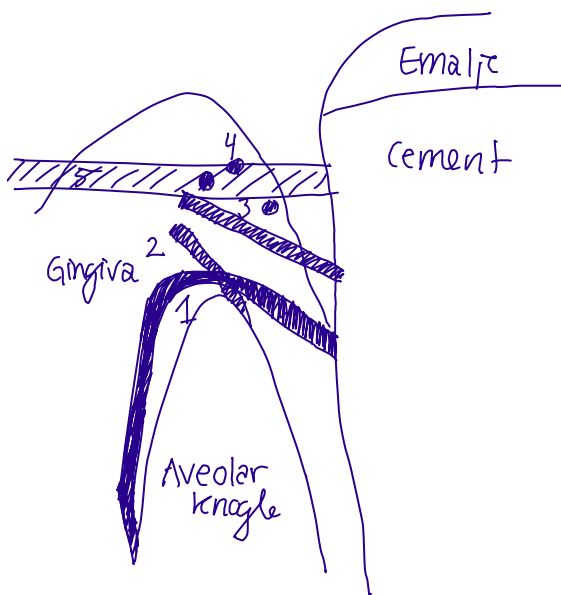
1: *Dentino-periostale fibre*: hæfter i tandens cement og aveolar knoglens periost. Involveret i knolgefæste.

2: *Aveolær-gingivale fibre*: forbinder knoglen og gingiva. Støtter gingiva.

3: *Dentino-gingivale fibre*: forbinder cement og gingiva. Støtter gingiva.

4: *Cirkulære fibre*: forbundet i gingiva. Gør gingiva modstandsdygtig.

5: *Transseptale fibre*: forbinder cementen på to nabotænder. Støtter tænder i samme tandliste.



Figur 2

B. Hvad er kontaktepitelet, hvorledes adskiller det sig fra det orale epitel og hvorfra opstår det?

Når emaljen er færdigdannet, danner de terminalt færdigdifferentierede protektive ameloblaster det reducerede emaljeepitel. Det reducerede emaljeepitel fungerer som en beskyttende kappe omkring tanden indtil den erupterer. Når tanden erupterer fusionerer det reducerede emaljeepitel (kubisk cellelag) med det orale epitel og danner kontaktepitelet.

Kontaktepitel er histologisk et flerlaget uforhornet pladeepitel, men har til forskel fra det orale epitel meget få desmosomer (celle-celle-kontakt). Det gør, at kontaktepitelet er meget permeabel - særligt for leukocytter.

Mellem tand og kontaktepitel forekommer der en basalmembran. Denne adskiller sig også fra andre basalmembraner mellem epitel og bindevæv, da den mangler kollagen type IV. Til gengæld

forekommer der ekstra mange hemidesomosomer (celle-matriks-kontakt) mellem basalmembranen og kontaktepitelet.

C. Hvilke celler finder man i parodontalligamentet?

Primært fibroblaster, som vedligeholder parodontalligamentets funktion som ophængsapparat. Samt cementoblaster, osteoklaster, udifferentierede ektomesenkymceller, epitel celler (Malassez'ske øer fra Hertwigs rodepitelskede), og celler i forbindelse med kar og nerver.

Mineralisering

4. Mineralisering af emalje

A. Forklar hvordan mineraliseringen af emaljen menes at foregå.

Til forskel fra de andre orale hårde væv (dentin, cement og knogle), danner ameloblaster ingen præ-emalje. Så snart de sekretoriske ameloblaster har secerneret emaljesubstansen, sker der momentant en mineralisering til 30%. Som tidligere angivet initierer det indre emaljeepitel differentieringen af odontoblaster. Når odontoblasterne har aflejret den første mantle/kappe dentin, fungerer denne dentin nu som inducer på ameloblast-differentiering og derved også emaljedannelse.

Den første emalje, der aflejres, er i direkte kontakt med dentinen. Dentinen fungerer som "nucleation site" for mineraliseringen af emalje. Mineraliseringen kan nemlig ikke initieres af matriks vesikler i emaljen, ligesom er tilfældet i mantle dentinen.

Når emaljen har nået sin fulde tykkelse (ca. 2,5 mm), begynder modningsfasen. Modningsameloblaster er 80% af tiden ru-endet. Disse udskiller calcium, fosfat og bicarbonat ioner. Calcium og fosfat øger ionproduktet. For at opnå krystalvækst må ionproduktet blive større end opløselighedsproduktet. Bicarbonat vedligeholder en favorabel pH-værdi.

20% af tiden er modningsameloblasterne glat-endet. Disse fjerner/optager proteiner fra den 30% mineraliserede emalje, så emalje kan nå en mineralisering på 97%.

Opsummerende betyder det, at mineraliseringen af emaljen initieres ved heterogen nukleering.

B. Og beskriv hvordan de forskellige biologiske stoffer indgår i amelogenesisen.

90% af emaljens organiske matriks består af amelogeniner. De resterende 10% består af non-amelogeniner, som fx enamalin, tuftelin og ameloblastin.

I den indledende sekretionsfase har de sekretoriske ameloblaster secerneret enzymer (bl.a. kalikrein, serin proteinase, matriks metallo proteinase). Disse enzymer vil i modningsfasen fremme mineraliseringen ved at nedbryde proteiner.

Amelogeninerne kontrollerer og regulerer retningen, størrelsen og afstanden mellem krystallerne i emaljen. Samtidig kan de virke hæmmende på andre stoffer, som vil påvirke mineraliseringen.

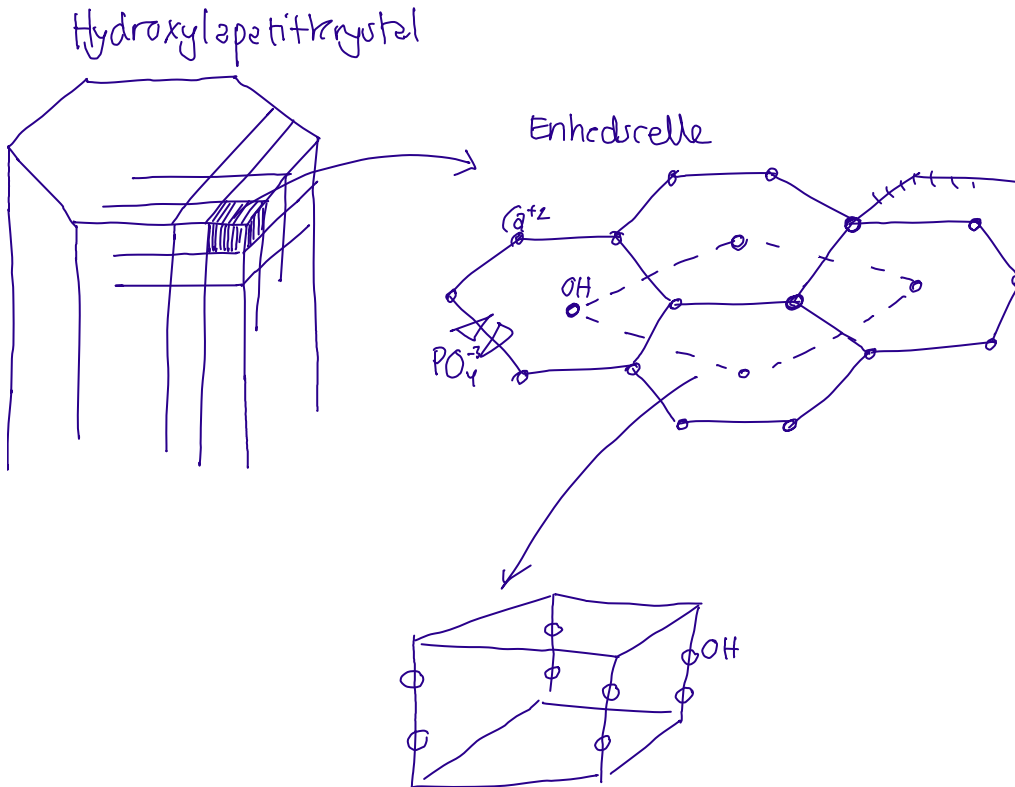
5. Hydroxylapatit

A. Beskriv opbygningen af en hydroxylapatitkrystal og dens enhedscelle.

En hydroxylapatitkrystal er en hexagonal krystal, som er opbygget af utallige enhedsceller. Enhedscellen er den mindste strukturelle enhed i hydroxylapatitkrystallen. Den eksisterer ikke individuel i naturen, men indgår i et kompleks med andre enhedsceller. Alle enhedscellerne i krystallen er i kontakt og har samme orientering.

Hydroxylapatitkrystallen har formelen: $\text{Ca}_6(\text{PO}_4)_10(\text{OH})_2$. Disse ioner indgår i et iongitter, hvor nabo-enhedsceller deler flere af ionerne.

Som følgende tegning illustrerer (figur 3), kan der i enhedscellen indgå kvarte ioner. Dette bekræfter blot, at enhedscellen er et begreb, som kun findes teoretisk.



Figur 3

B. Og forklar krystallernes rolle i emaljens prismatiske struktur.

Emaljen består af prismer (7 μm i diameter), der består af mange hydroxylapatitkrystaller (40 nm i diameter). Imellem disse findes en interprismatisk substans, hvor krystallerne ligger vinkelret i forhold til krystallerne i den prismatiske emalje.

Krystallernes rolle er at gøre vævet hårdt. Men samtidig er krystallerne ikke alle vokset sammen i emaljen. De ligger ved siden af hinanden, forårsaget af emaljens prismatiske struktur. Dette gør, at emaljen bliver en anelse fleksibel, trods dens hårdhed på 400 kg/mm^2 .

Tandmorfologi

6.

Følgende spørgsmål omhandler 1. og 2. præmolar i overkæben (P_1 og P_2 sup)

A. Angiv antal lobi og deres lokalisation.

P_1 sup: 2 lobi, som er lokaliseret faciale og linguale. Den linguale kan være forskudt i mesial retning.

P_2 sup: 2 lobi, som ligeledes er lokaliseret faciale og linguale. Den linguale kan være forskudt i mesial retning.

B. Beskriv okklusalfladen (inkl. positive og negative strukturer) på P sup.

Okklusalfladen består af den linguale sektion på den faciale lobus og den faciale sektion på den linguale lobus. På begge sektioner forekommer et centralt, essentiel segment og to approximale accessoriske segmenter.

De to lobi adskilles af en interlobalfure, som strækker sig i mesio-distal retning. Interlobalfuren ender mesialt i det mesiale fossa, hvorfra der afgår to margino-segmentalfurer. Distalt ender interlobalfuren i det distale fossa, hvorfra der ligeledes afgår to margino-segmentalfurer.

C. Beskriv den relative frekvens for en-, to- og tre-rodede varianter af hhv. P_1 og P_2 sup.

P_1 sup: 60% 2-rodsvariant > 35% 1-rodsvariant > 5% 3-rodsvariant

P_2 sup: 75% 1-rodsvariant > 24% 2-rodsvariant > 1% 3-rodsvariant.

D. Hvor mange rodsøjler findes der hyppigst i en P sup – og hvad er lokaliseringen?

Der forekommer hyppigst 2 rodsøjler, som er lokaliseret faciale og linguale.

E. Beskriv pulpakammeret i en ny-dannet to-rodet P_2 sup.

Pulpakammeret findes i den centro-cervikale del af kronen og rodsoklen (da der er tale om en flerrodsvariant). Pulpakammeret har en mesial-, distal-, faciale og lingual væg, samt en furkal væg mod rodkomplekset og to divertikel (faciale og linguale) med hver en okklusalvæg.

Pulpakammeret har et relativt stort volumen, da den er ny-dannet. Med alderen vil pulpakammerets rumfang blive mindre pga. sekundære (evt. tertiære) dentinpålejring.

F. Angiv tre morfologiske forskelle (på kronen og/eller rodkomplekset) mellem P₁ og P₂ sup.

P₁ sup:

- Lang interlobalfure.
- Smalt randrista.
- Mesial konkavitet. Samt det mesiale fossa er dybest.

P₂ sup:

- Kort interlobalfure.
- Bredt randrista.
- Det distale fossa er dybest.

Følgende spørgsmål omhandler rodkomplekset

G. Hvilke makromorfologiske grundstrukturer kan indgå i et rodkompleks (angiv om strukturen er konstant eller inkonstant)?

Rodsøjler (konstant).

Overtallig radikulær struktur (inkonstant).

H. Der findes to typer af separationsstrukturer. Benævn disse og beskriv deres funktion.

Rodfure; separerer ufuldstændig to rodkomponenter.

Interradikulær tunge: separerer fuldstændig to rodkomponenter.

I. Hvad er en rodkomponent?

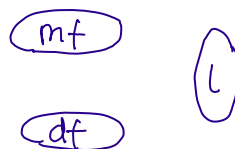
En rodkomponent er en enhed i rodkomplekset.

Rodkomponenten består af enten to eller tre rodsøjler. Rodkomponenten går i cervikal-apikal-retning.

J. Beskriv hvilke rodkomponenter, der indgår i rodkomplekset på hhv. M sup og M inf.

M sup: Der indgår altid 3 rodkomponenter i de permanente overkæbemolar. Nedenstående tegning (figur 4) illustrer, at de er lokaliseret mesio-facialt, disto-facialt og lingualt.

M sup



Figur 4

M inf: Der indgår altid 2 rodkomponenter i de permanente underkæbemolar. Nedenstående tegning (figur 5) illustrer, at de er lokaliseret mesialt og distalt.

M inf

m

d

Figur 5

Følgende spørgsmål omhandler de temporære tænder

K. På m_1 sup og m_1 inf ses en karakteristisk forekommende struktur, som kun findes på disse tandtyper. Hvad hedder strukturen og hvor er den lokaliseret?

Strukturen hedder tuberculum molare. Den er lokaliseret cervikalt på mesio-facial fladen.

L. Hvad gør sig gældende for graden af separation og divergens på de temporære i forhold til de permanente molarer?

De primære molarer er placeret i den primære tandliste, der hvor de permanente præmolar vil eruptere i erstatningstandlisten. Dvs. de permanente præmolar dannes imellem rødderne på de primære molar. Derfor divergerer de primære molars rødder meget i forhold til de permanente. Samt de primære har større separationsgrad.

M. Hvilken temporær tandtype erupterer først? Og i hvilken alder sker det (ca.)?

Den første temporære tandtype, der erupterer, er i_1 inf. Tanden erupterer gennemsnitlig i en alder på 6 måneder.