

Eksamen i tændernes udvikling og struktur - skriftlig 19. juni på Søndre Campus og spot-eksamen 21. juni på Søndre Campus
(Mærsk-Tårnet)



66

19 juni 2023

Planlagt: 09:00 - 12:00

Eksamensnr: 66

Plads: ITXM-036

Side 1 af 12

Tanddannelse/embryologi

1. Tidlig tanddannelse

Angiv svar for hver af disse spørgsmål:

a) **Hvilket embryonalt kimlag dannes emaljen fra?**

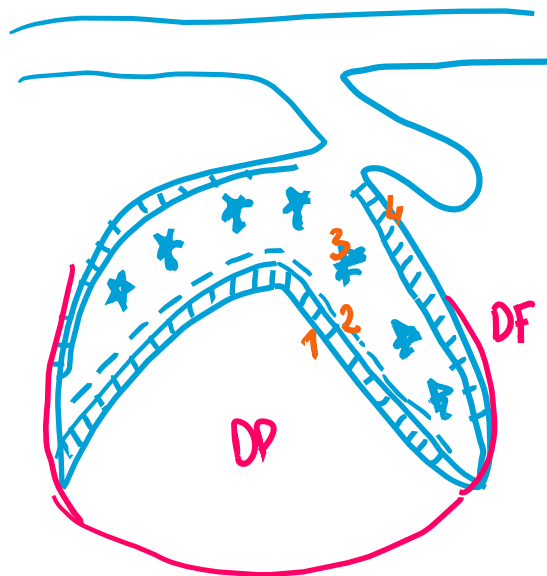
- Emaljen dannes af ameloblaster, som uddifferentieres fra de indre emalje epithelceller. De indre emalje epithelceller ligger i emaljeorganet, som er ektodermalt derivet.

b) **Hvilket protein er hovedbestanddelen i den organiske matriks i cementen?**

- Cementen består af 61% uorganisk materiale, 27% organisk materiale samt 12% vand. Den organiske matrix består af BMP, fibronectin, dentinsialoprotein (DSP), dentinmatrixprotein (DMP), alkalisk phosphatase og osteopontin.

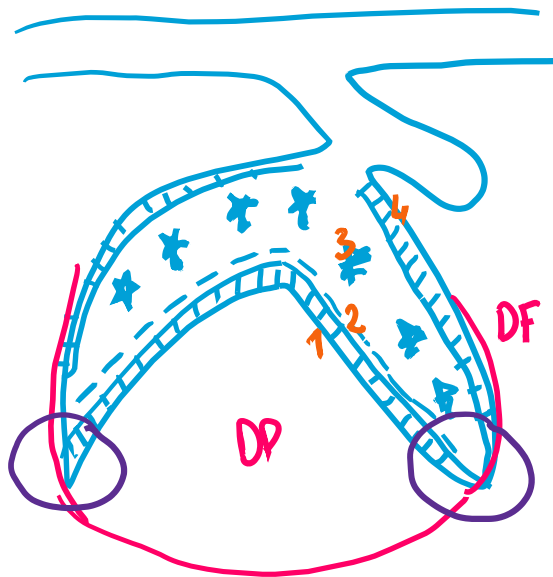
c) **Hvad hedder det cellelag, der ligger lige over det indre emaljeepitel i klokkestadiet?**

- Ovenfor det indre emaljeepitel ligger stratum intermedium, som er flade celler. Det ses af nedenstående skitse, hvor stratum intermedium er markeret med 2.



d) **Hvad hedder den struktur, der danner faconen på roden?**

- Rodens facon dannes af Hertwigs rodepithelskede, som findes i det cervikale loop. Det er markeret en rund lilla ring på nedenstående skitse.



e) **Hvad hedder den struktur, der styrer krystalvæksten i emaljen?**

- I de sekretoriske ameloblaster skelnes mellem ameloblaster med Tomes proces og ameloblaster uden. Uden Tomes' proces secernerer aprismatisk emalje. Tomes' proces dannes, idet sekretoriske granula fusionerer med ameloblastens plasmamembran. Tomes' proces aflejrer krystallerne i interprismer (interrods) approximalt og i prismer (rods) distalt.

f) **Hvad hedder den først dannede dentin?**

- Den først dannede dentin hedder kappedentin/Mantles dentin. Den aflejres efter at odontoblasten differentieres fra en ektomesenkymal stamceller og inden denne får sin odontoblastudløber. Herefter aflejres cirkumpulpal dentin, som er den anden primære dentin. Kappedentinen kan være mellem 15-150 mikrometer tyk.

g) **Hvad hedder det cellelag, der beskytter emaljen til tanden er brudt frem?**

- Cellelaget, som beskytter emaljen indtil eruption benævnes de protektive ameloblaster. Derover ligger det papilære lag, som udgøres af det resterende emaljeorgans celler (stratum intermedium, stellate reticulum og det ydre emaljeepithel).

h) **Hvad hedder den vækstfaktor i hedgehog familien, som har betydning for tanddannelsen?**

- Vækstfaktoren Shh fra Hedgehog (HH) familien er særlig vigtig for initiering af tanddannelsen. Denne er dog afhængig af Wnt for at tanddannelsen kan nå knopstadiet.

i) **Hvad hedder den tandliste, hvorfra de permanente molarer dannes?**

- Der skelnes mellem tre tandlister (primære-, erstatnings- og forlængelsestandlisten). De permanente molarer dannes af forlængelsestandlisten, hvoraf der findes to forlængelsestandlister i overkæben samt underkæben.

j) **Hvilken vækstfaktor secernerer fra det indre emaljeepitel for at stimulere ektomesenkymcellernes differentiering til odontoblaste?**

- Det indre emaljeepithel secernerer $TGF\beta$, som signalerer til ektomesenkymcellerne, hvorved koncentrationen af $Msx1/2$ opreguleres. Dette stimulerer dannelsen af fibronectin interacting membrane protein på ektomesenkymcellens overflade, hvorved dette binder til fibronectin på de indre emaljeepithelceller. Ektomesenkymcellen bliver derved polariseret og basal lamina mellem de to cellelag dissocierer. Herefter kan cellen betegnes præodontoblasten. Præodontoblasten begynder at secernere dentin, som benævnes kappedentin, mens dennes odontoblastudløber vokser. Odontoblasten bevæger sig profund mod pulpa, mens denne aflejrer cirkumpulpal dentin.

2. Redegør i detaljer for dannelsen af tandens rod, samt den følgende dannelse af cement.

Der ønskes inddraget hvilke celler der indgår, samt cellernes oprindelse. Derudover beskrives den type cement, der er tale om, samt dennes funktion.

Ud fra Hertwigs rodepithelskede proliferer odontoblastcellerne og danner tandens rod. Odontoblastcellerne er mere kubiske i roden i forhold til de cylindriske celler i kronen. Her aflejerer odontoblasterne ligeledes dentin profund mod pulpa. Den største forskel på det aflejrede dentin i kronen og roden findes i, at dentinen i kronen er beklædt med emalje, hvorimod dentinen i roden er beklædt med cement.

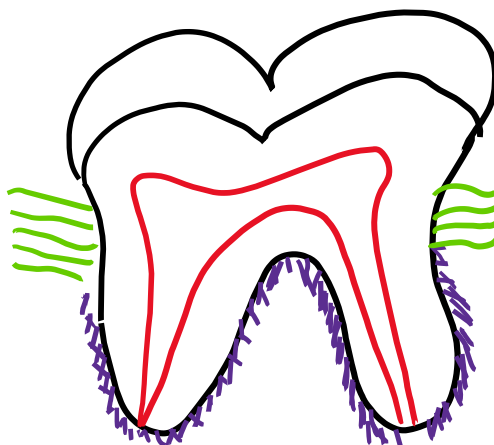
Odontoblastcellerne og pulpa er uddifferentieret fra dentalpapillen, hvorimod parodontalligamentet og cementoblasterne er uddifferentieret af dentalfolliklen. Begge dele stammer fra ektomesenkym, som er bindevæv i hoved-hals-regionen. Ektomesenkym stammer fra ektoderm, idet det dannes ved at crista neuralisceller diffunderer ned i mesoderm i den 3-lagede kimskeive, hvorved mesoderm (embryonalt bindevæv) omdannes til ektomesenkym.

Roden er beklædt med cement, som dannes af cementoblaste. Cementen kan inddeles i flere forskellige typer, herunder:

- Primær acellulær extrinsic fiber cement (tegnet med grøn)
- Sekundær cellulær intrinsic fiber cement (tegnet med lilla)
- Blandet lagdelt fibercement
- Acellulær/cellulær fibercement
- Extrinsic/intrinsic fibercement

De to første cementtyper forekommer i højest grad, hvoraf den primære acellulære extrinsic fiber cement indeholder mange fibre, men få celler. Omvendt ses det i den sekundære cellulære intrinsic fiber cement. Den sekundære cellulære intrinsic fiber cement findes primært i den apikale del af rødderne samt interradiulært (såfremt tanden har flere rødder). Denne cementtype findes mest i de posteriore tænder. Denne består af mange celler, som beklæder dentinen med cement. Denne cementtype anvendes eksempelvis til adaptation eller i tilfælde af rodresorption. Ved sidstnævnte scenarie er cementtypen fordelagtig, idet denne er hurtigt dannende.

Den primære acellulære extrinsic fiber cement findes i den koronale del af roden, hvoraf denne indeholder mange fibre. Disse fibre findes mest i den anteriore del af tandbuen. Disse fibre benævnes Sharpey'ske fibre. Disse fibre udgår fra cementen som "frynser", som forbindes til parodontalligamenten. Denne cementtypes primære funktion er dermed at fæstne tanden i alveoleknoglen og det omkringliggende bindevæv.



3. Beskriv ameloblastens udvikling fra indre emaljeepitelcelle til slutcelle, samt hvilke funktioner hver enkelt celle har, og hvilke molekyler der secernerer fra nogle af disse celler.

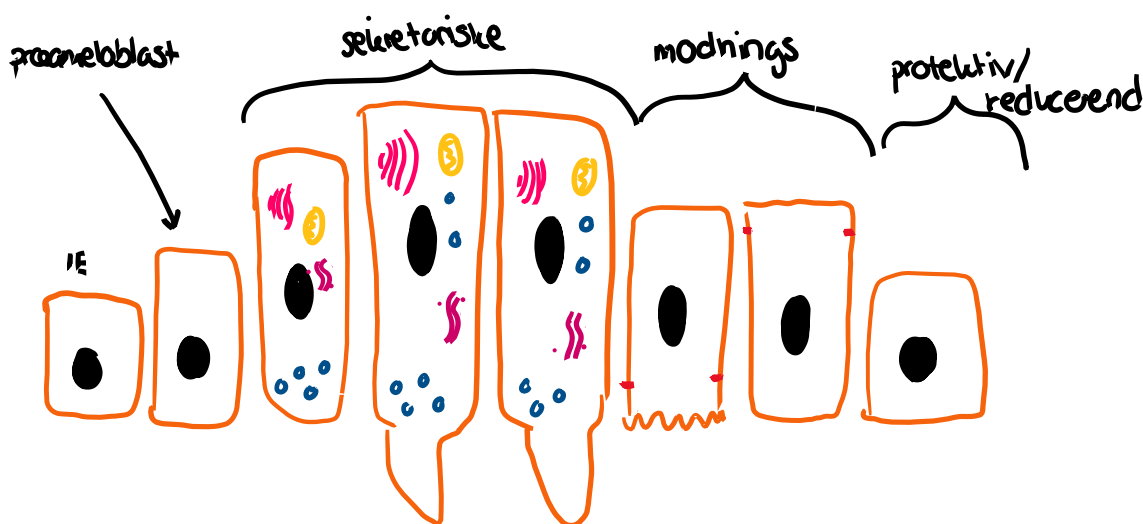
Når den primære dentin aflejres (kappedentinen) vil dette signalere til de indre emaljeepithelceller om uddifferentiering til ameloblaster. Odontoblasterne aflejrer deres dentin gående profund mod pulpa, hvorimod ameloblasterne aflejrer emaljen gående i superficial retning. Der ses ingen basal lamina mellem de to celleglag, idet emaljen skal aflejres direkte ovenpå dentinen.

Det indre emaljeepithel uddifferentieres til en præameloblast, som videre differentieres ind i den sekretoriske fase, som er den første af de tre faser. De sekretoriske ameloblaster indeholder veludviklet rER, stor Golgi apparatus, mange

sekretoriske granula, stor kerne med kondenseret nucleolus samt mitokondrier. Alle de førnævnte organeller findes i celler, hvis primære funktion er secernering. Den første celletype i denne fase aflejrer aprismatisk emalje, hvilket betyder, at der ikke ses nogen krystalstruktur. Dette skyldes manglen på Tomes' proces, som findes på de to næste celler i den sekretoriske fase. Tomes' proces dannes, idet sekretoriske granula fusionerer med ameloblastens plasmamembran. Tomes' proces aflejrer krystallerne i interprismer (interrods) approksimalt og i prismer (rods) distalt. Emaljen mineraliseres midlertidigt kun til 30%, mens denne senere mineraliseres til 97%, hvorved denne får en hårdhed svarende til 400 kg/mm².

I modningsfasen findes to celletyper; ruendet og glatdet ameloblast. Dette er dog ikke ensbetydende med, at der uddifferentieres to celletyper, men derimod at modningsameloblasten har en livscyklus, hvoraf den befinder sig 80% i den ruendet ameloblast og 20% i den glatdet ameloblast. Der er indtegnet tight junctions, hvoraf den ruendet ameloblasts tight junctions er placeret distalt, hvorimod den glatdet ameloblast tight junctions er placeret approksimalt. Den ruendet ameloblast secerner blandt andet Ca^{2+} , PO_4^{3-} og bikarbonat. De to første nævnte indgår i hrydoxyapatitkrystallen. Bikarbonaten secernerer for at holde pH inde for den kritiske pH-værdi (typisk 5,5), hvorved krystallerne har vækstoptimum. Den glatdet ameloblasts funktion er at fjerne protein (blandt andet ved brug af proteaser) og vand fra matrix, hvorved krystallerne kan vokse og den videre mineralisering mod de 97% kan ske.

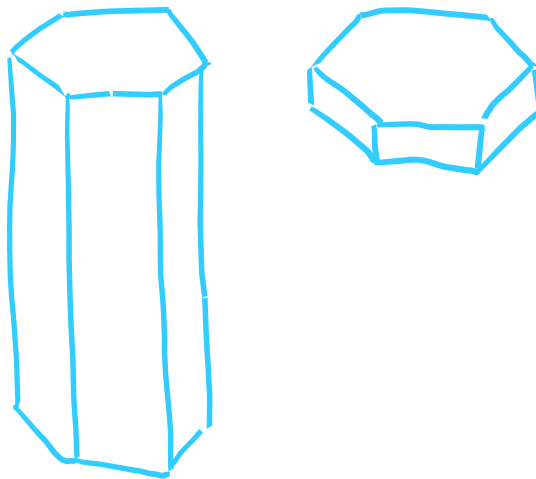
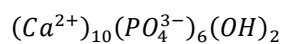
Den protektive/reducerende ameloblast ligger helt superficielt på emaljen, hvor denne under eruption fusionerer med det orale epithel. Derved indgår denne i dannelsen af kontaktepithellet, som ligger mellem tanden og det orale epithel. Den sidstnævnte ameloblast type er ligeledes med til at beskytte tanden inden eruption, idet det ikke ønskes, at der skal dannes cement eller knogle ovenpå emaljen.



4. Mineralisering

a) **Beskriv kort opbygningen af en hydroxylapatitkrystal (HAp-krystal) og angiv herunder den kemiske formel for hydroxylapatit.**

- Hydroxylapatitkrystallen er ombygget af en hexagonal struktur. HAp-krystallerne er aflejret som plader i cementen og dentinen, hvorimod den findes som krystal ”stave” i emaljen. Dette er forsøgt illustreret i nedenstående tegning. Hydroxylapatitkrystallerne består af Ca^{2+} , PO_4^{3-} og OH , hvoraf Hap krystallens kemiske formel er som følgende:



Ionerne som indgår i hydroxylapatitkrystallen kan alle substitueres med andre ioner, hvorved andre apatitkrystallerne skabes. Nogle substitutioner er mere fordelagtige end andre, idet nogle vil give krystallen en lavere eller højere opløselighed. Det er at foretrække at have en høj opløselighed, hvorved det hårde tandvæv er mere modstandsdygtigt overfor forskellige eksterne faktorer såsom syreindholdige drikke.

b) **Forklar hvorfor de hårde tandvævs uorganiske komponent ikke består af 100% rent HAp.**

- Der kan skelnes mellem homogen og heterogen nukleering, hvoraf nukleeringen betyder, at man går fra en fase til en anden fase. Ved homogen nukleering er kun et stof tilstede, hvorved heterogen nukleering indeholder flere forskellige faktorer. I dannelsen af hydroxylapatitkrystaller kan det forekomme at andre ioner/eller andet kan være tilstede. Som nævnt i den forrige opgave kan ionerne substitueres, hvor der ofte ses en substitution af hydroxyl af eksempelvis fluor eller chlorid. Derved vil det benævnes henholdsvis flourapatitkrystaller eller chloridapatitkrystaller. Derudover vil apatitkrystallerne i emaljen indeholde forskellige substitutioner – alt efter hvilken dybde af emaljen man befinder sig i. I den superficielle del af emaljen findes ofte store

koncentrationer af flour, hvorimod der eksempelvis findes større koncentrationer af magnesium i den mere profunde del.

c) Beskriv hvordan krystalvæksten under amelogenesens sekretionsfase adskiller sig fra modningsfasen.

- Som tidligere nævnt secernerer emaljen i sekretionsfasen momentant med en mineraliseringsgrad på 30%, hvorefter emaljen mineraliseres til 97% i modningsfasen. Her spiller de ruendte- og glatendte ameloblaster en rolle i forhold til at danne optimale vækstforhold for de krystaller (interprismer og prismes), som de sekretoriske ameloblaster med Tomes' proces secernerede.

d) Mineralisering af den primære dentin foregår ved hjælp af to forskellige mekanismer. Beskriv de to mekanismer og forklar herunder hvilken rolle odontoblasten spiller i disse processer.

- Den primære dentin inddeles i kappedentinen/mantels dentin og det cirkumpulpale dentin. Som tidligere nævnt aflejres kappedentinen som det første efter uddifferentiering af præodontoblasten. Her aflejres prædentin, som mineraliseres ved hjælp af matrixvesikler. Matrixvesiklen secernerer af odontoblasten ved hjælp af internt mikrotubuli netværk. Det bristende punkt i krystalvækst er at få dannet en krystal, hvorefter videredannelse nemmere sker. For at danne en krystal kræver det en overmætning samt optimale betingelser, såsom den kritiske pH-værdi på 5,5. Matrixvesiklen sørger netop for de førnævnte krav for krystalvækst, hvorefter den brister efter dannelsen af en krystal. Krystaldannelsen fortsætter herefter.

Den cirkumpulpale dentin aflejres ved hjælp af odontoblastudløberer. Her skelnes mellem intertubulær dentin og intratubulær/perifer dentin. Det cirkumpulpale dentinlag strækker sig fra kappedentinen og dybt mod pulpa, hvor odontoblasterne bliver og aflejer sekundær dentin livet igennem. Mineralisering sker her enten ved lineær eller globulær mineralisering.

Tandmorfologi

5.

a. Forklar hvordan kronen på M1sup adskiller sig fra hhv. M2sup og M3 sup.

De permanente molarer i overkæbens størrelsesforhold er M1 sup > M2 sup > M3 sup, hvorved størrelsen på kronen i molarer aftager, des længere man bevæger sig tilbage i tandbuen. Kronen er bestående af lobi, som er en konstant forekommende makromorfologisk grundstruktur. Den relative frekvens er som følgende: M sup: 4 lobi > 3 lobi > 2 lobi. Cusphøjden: ml > mf > df > dl.

Dette er gældende for alle molarer i overkæben, hvor det dog oftest hænger sammen med en reducere i antallet af lobi i forhold til, hvor langt vi bevæger os tilbage i tandbuen. Dette skyldes ofte en total reducere af den disto-linguale cusp, hvorved den disto-faciale og mesio-linguale cusp fusioneres gennem crista obliqua. Dermed udgår det distale randcrista kompleks ligeledes.

b. Med hvilken relative frekvens frembryder 3+3, 4+4 og 5+5?

3+3 frembryder omkring 9,5 til 11 årsalderen. 4+4 og 5+5 frembryder ligeledes heromkring. 4+4 frembryder før 5+5.

c. Redegør for opbygningen af randcristakomplekset med udgangspunkt i det mesiale aspekt af 4+4

Randcristakomplekset udgår fra den cervikale emaljerand på approximalfladerne (mesialt og distalt). I den okklusale del af randcristakomplekset findes randcrista, som er en inkonstant makromorfologisk struktur. Randcrista findes ligeledes approximalt, hvor dette adskilles fra lobussegmenterne ved den margino-segmentale fure. Der findes fire margino-segmentale furer; to mesialt (mesio-facial og mesio-lingual) og to distalt (disto-faciale og disto-lingual). Der ses ofte en essentiel marginal fure, som opdeler randcrista i en facial og lingual del. Denne struktur fremkommer oftest mesialt. Margino-segmentale furer samt den førnævnte essentielle marginal fure udgår fra den mesiale eller distale fossa.

Såfremt der fremkommer en fri top i randcrista benævnes dette som et marginalt tuberculum. Den mesiale randcrista ligger som regel mest okklusalt, hvilket ligeledes gør sig gældende for 4+4. Randcristakomplekset indeholder tandens approximale kontaktpunkter, som oftest ligger mest okklusalt mesialt og cervikalt distalt. Dette er dog ikke tilfældet for 4+4, idet deres mest okklusale kontaktpunkt ligger distalt og deres cervikale kontaktpunkt er lokaliseret mesialt.

d. Forklar hvordan det basale cingulum bidrager til udformningen af facialfladen på I1sup.

Det basale cingulum udmunder i en særlig mesio-cervo-facial prominens. Dette betegnes ligesom som krumningstegnet. Dette er forsøgt illustreret nedenfor. Derudover ses en disto-cervo-lingual prominens. Derudover ses der ofte cingulum derivater i form af tuberculum tunger, som findes på lingualfladen af I1 sup, I2 sup og C sup.



6.

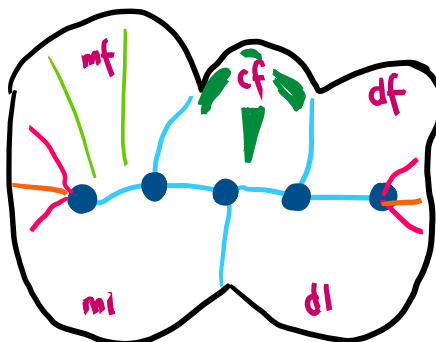
a. **Redegør for opbygningen af kronen på den netop frembrudte 05-.**

Den 2. primære molar i underkæben minder om den 1. permanente molar i det permanente tandsæt. Den består ligeledes af fem lobi, som er en konstant forekommende makromorfologisk grundstruktur. Størrelsen af lobi er som følgende: ml > mf > dl > cf > df.

En lobus er inddelt i tre lobussegmenter; et essentielt centralt lobussegment og to accessoriske approksimale lobussegmenter. Disse lobussegmenter er afgrænset af en intersegmental fure, som er forsøgt illustreret nedenfor med de grønne streger på den mesio-faciale lobus. Ud fra essentielle cuspides udgår crista. Fra de faciale cuspides udgør ofte fire cristae: facial, mesial (m. lingual tendens), distal (m. lingual tendens) og lingual. Dette er indtegnet på nedenstående figur ved brug af mørkegrøn på den centro-faciale cusp. Det er dog ikke altid forekommende på den disto-faciale lobus. Der ses kroneflugt facialt, hvor den cervikale emaljerand skrånner mod apex facialt.

De linguale cuspides har ikke altid lingualrettet cristae. De fem lobi er adskilt af fem interlobalfurer, som er indtegnet med lyseblå (mesial, mesio-facial, disto-facial, lingual og distal). Der er ligeledes fem fossa (mesial, mesio-facial, central, disto-facial, distal).

Ud fra den mesiale og distale fossa udgør margino-segmentale furer (indtegnet med pink), som adskiller lobussegmenterne fra randcrista. Der findes fire margino-segmentale furer; to mesialt (mesio-facial og mesio-lingual) og to distalt (disto-facialt og disto-lingualt). Der ses ofte en essentiel marginal fure (indtegnet med orange), som opdeler randcrista i en facial og lingual del. Denne struktur fremkommer oftest mesialt.



- b. Navngiv den primære hjørnetand i højre side af underkæben, med hhv. Haderup nomenklaturen, bogstavsystemet og FDI (2-ciffer systemet), og angiv fladernes nummerangivelse.

03-, c inf dext., 83

Fladerne nummeres således:

- Okklusalt: 1
- Mesialt: 2
- Facial: 3
- Distalt: 4
- Lingualt: 5

- c. Hvordan kan man forklare den interne rod morfologi ud fra den eksterne morfologi af rodkomplekset i en M1inf?

Rodkomplekset i en M1 inf består af to rodkomponenter. Den mesiale er den største. Den mesiale rodkomponent indeholder tre rodsøjler og den distale rodkomponent indeholder to rodsøjler. Der ses ofte to sekundære hovedkanaler i den mesiale rodkomponent og en primær hovedkanal i den distale rodkomponent.

På den eksterne morfologi ses på den mesiale rodkomponent to rodfurer mesialt og en distalt. Der ses to rodfurer distalt (en mesial og en distal). Derudover ses to interradikulære tunger, som har medført en fuldstændig separation af de to rodkomponenter.

- d. Beskriv de mulige rodkanalsvariationer på 4-4, og angiv den relative forekomst.

I den første præmolar i underkæben består rodkomplekset af to rodsøjler, hvori der findes en primær hovedkanal. Denne variant fremkommer langt de fleste tilfælde. Der kan dog fremkomme flere rodsøjler (tre) og to hovedkanaler/tre hovedkanaler.

Eksamen i tændernes udvikling og struktur - skriftlig 19. juni på
Søndre Campus og spot-eksamen 21. juni på Panum (Mærsk-
Tårnet)

66

Eksamensnummer: 66

Plads: ITXM-036

Side 12 af 12