

Tændernes udvikling og struktur



Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet

17 juni 2015

Planlagt: 17:00 - 20:00

Eksamensnr: 2051

Plads: E03-062

Side 1 af 13

Tanddannelse/embryologi

1. Embryologi

A. Beskriv hvordan ektomesenkymet dannes i embryoet.

Ektomesenkymet dannes når mesodermen invaderes af de ektodermale derivaterne neuralisceller.

I embryoets første stadier består denne af 2 kim lag, ektoderm og endoderm der ligger op af hinanden. På et tidspunkt vil der blive dannet en primitiv fure i ektoderm ud fra primitiv knuden. I gennem primitiv furen vil ektodermale celler løbe ned i hulrummet mellem de 2 kimlag. Nogle af celler vil danne den såkaldte notochord der vokser i rostral retning. Andre vil migrere lateralt og danne mesodermen, hvorved embryoet nu består af 3 kimsiver: ektoderm, mesoderm og endoderm. Den dannede notochord signalere til de ektodermale celler at de skal for den neurale plade i ektodermen. Denne plade består af prolifererende celler der senere vil danne den neurale crista. Det er fra disse cristae at cristaleuralis cellerne dannes. Den neurale crista vil efterfølgende danne det neurale rør der senere bliver til centralnervesystemet.

Crista neuraliscellerne vil invadere den intermedieære del af mesodermen hvorved ektomesenkymet dannes. Man taler derfor om, at ektomesenkymet stammer fra ektoderm idet dannelsen af disse skyldes de ektodermale derivaterne cristaleuralis celler.

B. Beskriv de tre tanddannelsesstadier morfologisk og histologisk, gerne med tegning. Det forventes at alle cellelag indtegnes/beskrives og navngives. Derudover angives hvilket embryonalt kimlag de forskellige cellelag stammer fra. Desuden benævnes hvilke cellelag i klokkestadiet, der bliver til odontoblaste, ameloblaste og pulpale fibroblaster.

Tanddannelsen kan deles op i 3 stadier: knopstadiet, kappestadiet og klokkestadiet.

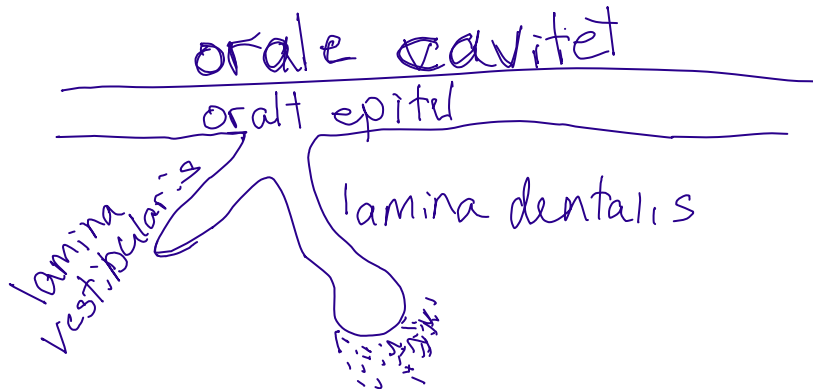
Knopstadiet.

I knopstadiet vil epitelceller fra det primære epiteliale bånd fra det orale epitel (der stammer fra ektoderm) begynde at proliferere og vokse ned i det underliggende bindevæv (ektomesenchymet). Herved dannes lamina dentalis, der vil vokse ned og danne en "knop", her omkring vil ektomesenchymet begynde at kondensere omkring denne knop og danne forstadiet til dental folliklen.

Ud over lamina dentalis vokser også lamina vestibularis ned i ektomesenchymet ved siden af lamina dentalis. Cellerne i denne vil senere undergå apoptose i lige streng hvor ved denne kollapse og danne sulcus.

Cellerne i dette stadium

- oralepitel (ektoderm)
- bindevæv (ektomesenchym)



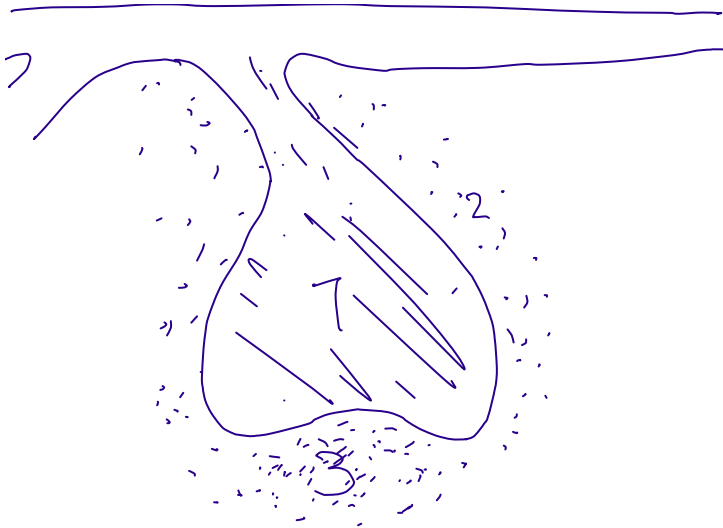
Kappe stadiet

i overgangen fra knopstadiet til kappe stadiet sker der en markant proliferation af cellerne. Derudover ses også morfogenese idet man begynder at kunne skelne de forskellige strukturer fra hinanden. De ektodermale celler i lamina dentalis proliferere således at man begynder at kunne se emaljeorganet. Også ektomesenchymet omkring proliferere og danner dentalfoliklen samt dental papillen der ligger syd for emaljeorganet.

De forskellige cellelag i emaljeorganet begynder at blive dannet, men er først beskrevet i det tidlige klokkestadie

Celler i kappestadiet

- emaljeorganet (Ektoderm) 1
- Dentalfoliklen (ektomesenchym) 2
- dental papillen (ektomesenchym) 3



Klokkestadiet

I det tidlige klokkestadie vil der ske en cyto-histo-differentiering, samt videre proliferation. Herved uddifferentieres de celler der er vigtig i tanddannelsen.

I emaljeorganet vil der blive dannet henholdsvis det ydre og det indre emalje epitel. Det ydre beklæder emaljeorganet op mod den orale cavitet, mens det indre beklæder ned mod dental papillen. Der hvor disse

mødes kaldes det cervikale loop. Lige under det indre emaljepitel vil dannes et lag af flade celler der kaldes stratum intermedium. Den resterende del af det emaljeorganet udfyldes af det stelate retikulum. Dette opstår fordi de epitelcellerne begynder at udskille store mængder GAG's. disse er meget hydrofile og vil derfor tiltrække vand. Dette vand vil udfylde det ekstracellulære rum hvorved cellerne presses fra hinanden, men på grund af celle adhesioner (desmosomer) vil cellerne fremstå sjerneformet. I dentalpapillen vil ektomesenchymcellerne fortsat proliferere.

I det sene klokkestadie vil dentinen og emaljen begynde at blive dannet. Dette sker fordi der i det stelate retikulum ned mod stratum intermedium er opstået et område kaldet en emalje knude. Denne består af celler der er stoppet med at dele sig, og i stedet fungerer som signalcenter til omkringende celler og fortæller dem at de skal dele sig (den vil senere bestemme cusptoppens placering). Herefter vil cellerne i det indre emalje epitel (efter signal fra stratum intermedium) begynde at signalere (bl.a. TGF-beta) til det underliggende ektomesenchym at disse skal uddifferentieres til odontoblaste. Dette sker ved en række celledelinger. Disse odontoblaste vil efterfølgende begynde at secenerer predentin. Den predentid fungerer som inducer for uddifferentieringen af cellerne fra det indre emaljepitel til at differentiere sig til ameloblaste. Disse vil begynde at secenerer emalje. Stratum intermedium, det stelate retikulum og det ydre emalje epitel vil senere kolapse og danne det papilære lag, der er vigtig for at opretholde et favorabelt miljø for ameloblasterne.

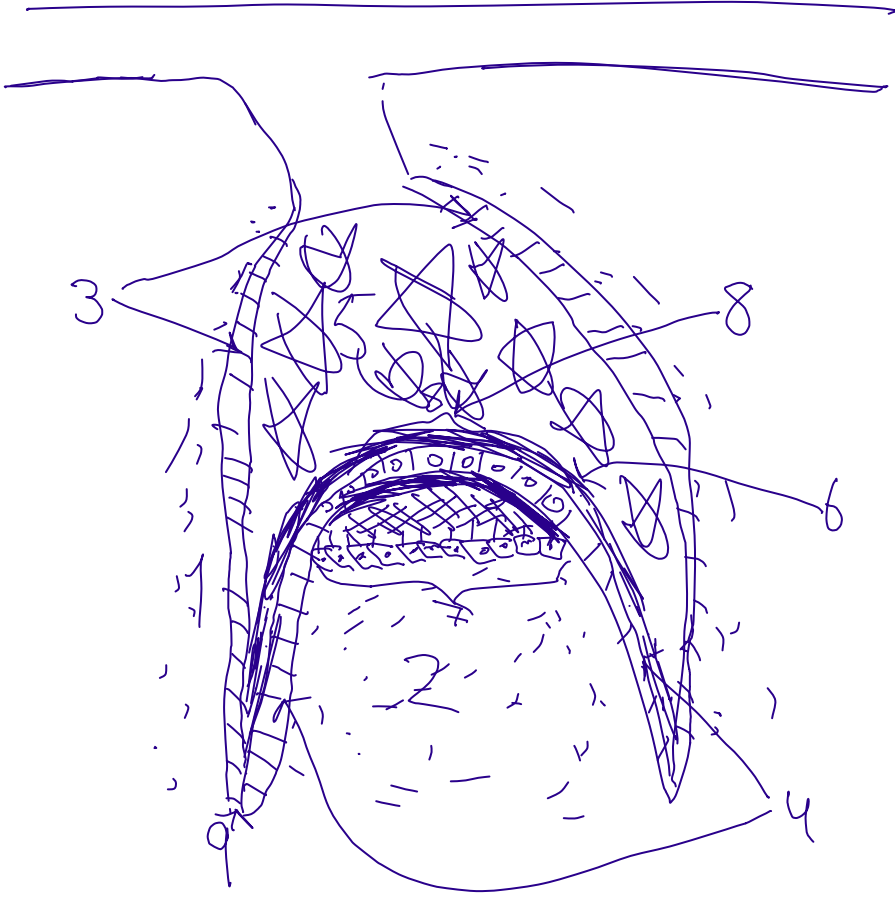
Cellerne i det cervikale loop (indre og ydre emalje epitel) vil begynde at proliferere ned og rodens form. Disse celler kaldes nu hertvigsrodepitel celler, der senere spiller en vigtig rolle i dannelse af roddentin, cement og PDL.

Cellerne i dentalpapillen vil senere blive til pulpa, og det er disse der vil blive differentieret til pulpa odontoblaste.

Deruover vil laminadentalis også begynde at degenerere eller vokse videre og danne nye tandanlæg. Enen i tandlisten eller til den permanente tand.

Celler i klokkestadiet

- Dental foliklen (ektomesenchym) 1
- Dental papilen (ektomesenchym) 2
- Det ydre emalje epitel (ektoderm) 3
- det indre emalje epitel (ektoderm) 4
- det stelate retikulum (ektoderm) 5
- stratum intermedium (ektoderm) 6
- Odontoblaste (ektomesenchym) 7
- ameloblaste (ektoderm) – 8
- Hertvigsrodepitel (ektoderm) 9
- Det papilære lag (ektoderm) (ikke på tegningen)



Mørktskraveret område = emalje, skraveret = dentin

2. Dentinogenese

A. Beskriv detaljeret dannelsen af kappedentinen herunder de involverede cellulære aktører og komponenter.

Kappedentinen er det yderste lag af dentin og kommer til at ligge mod ealjen og vementen. Denne er ca. 150 μm tyk.

Dentin udskildes af odontoblasterne som predentin. De udskilte organiske komponenter er primært kolagen type 1 og 3, DSPP, der nedbrydes enzymatisk til DSP og DPP, samt DMP 1, 2 og 3. Alle disse spiller en væsentlig rolle i forbindelse med dentin dannelse og den senere mineralisering. Kolagen fungerer som stilads, mens især DPP og DMP 1/2/3 er vigtig i styring af mineraliseringen.

Selve krystaldannelsen kan ikke ske af sig selv, idet proteiner i ekstracellulærrummet forhindrer dette, samt den energimæssige barriere ikke kan overskrides af sig selv.

Derfor afsnører odontoblasterne små trilaminære vesikler, kaldet matrixvesikler. Matrixvesiklerne er med til at danne et farvorabelt miljø for krystalvæksten. Dette gør det ved at have en række proteiner og enzymer i dens membran. Her kan bl.a. nævnens alkalisk fosfatase der spalter pyrophosphat til fosfat, der efterfølgende transporteres ind i cellen ved cotransport. Derudover findes også annexiner og calcium ATPaser der transporterer calcium ind i vesiklen.

På grund af opkoncentrering af de nødvendige ioner, vil der blive dannet et farvorabelt miljø for krystaldannelsen. Den første krystaldannelse kaldes primær heterogen nukleation, hvor ionerne danner små klynger. På et tidspunkt vil disse overskride den kritiske radius hvorved det energetisk vil være mere farvorabelt at være på krystalform end opløst. Den videre krystalvækst kaldes mineralisering. Før krystallerne (hydroxyapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$)) dannes, fremkommer først et forstadium kaldet calcium-phosphorlipid, complex der ved videre tilførsel af calcium bliver til hydroxyapatit.

På et tidspunkt vil krystallerne være blevet så store at matrixvesiklerne kollapser og krystallerne frisættes. Disse krystaller vil efterfølgende initiere den videre mineralisering.

På grund af matrixvesiklerne vil der fremkomme små øer af mineraliseret matrix der vokser. Disse vil på et tidspunkt vokse sammen, til en homogen mineraliseret matrix hvorved man kalder denne type mineralisation for globulær. Der kan forekomme steder hvor krystallerne ikke er fusioneret, denne kaldes interglobulær dentin.

Odontoblasterne vil løbende bevæge sig baglæns og efterlade odontoblastudløbere, der danner dentintubuli. Disse strækker sig fra kappedentinen helt ind til pulpa.

på grund af odontoblasternes bevægelse der fra foran odontoblasterne ses et umineraliseret lag kaldet prædentin efterfulgt af mineraliseringsfronten.

Når kappedentinen er færdigmineraliseret vil den bestå af ca. 70% uorganisk matrix (hydroxyapatit), 20% organisk og 10%

B. Diskuter lighedspunkter og forskelle imellem kappedentinen og den cirkumpulpale dentin. Både kappedentin og den cirkumpulpale dentin bliver dannet af odontoblasterne. Begge hører ind under den primære dentin, der dannes fem til fødslen. Der udover indeholder de begge dentintubuli dannet af odontoblastudløberne, hvor dentinen ind mod tubuli kaldes peritubulær og den i mellem kaldes intertubulær dentin.

Af forskelle kan nævnes at mineraliseringen af kappedentin forgår ved globulær mineralisering og initieres af matrixvesiklerne, mens mineraliseringen af cirkumpulpale dentin forgår liniært, og sker ud fra den mineraliserede kappe dentin. I begge typer dentin danner odontoblasterne et farvorabelt miljø til videre mineralisering.

Derudover er der også en forskel i mineraliseringsgraden hvor kappe dentinen vil være lidt mere mineraliseret end den cirkumpulpale.

Derudover kan tykkelsen også nævnes som en væsentlig forskel idet den cirkumpulpale er væsentlig tykkere.

3. Amelogenese

A. Beskriv funktionen af det reducerede emaljeepitel før og under eruption, samt hvad det bliver til efter tanderuption.

Det reducerede emalje epitel består af en fusion af ameloblasterne (der er blevet til protektive ameloblaste) og det papilære lag. Før og under eruptionen vil dette være med til at beskytte emaljen. Sker dette ikke vil der på overfladen af emaljen blive dannet cement idet emaljeproteinene kan inducere dannelse af cementoblaste der vil deponere cement oven på emaljen.

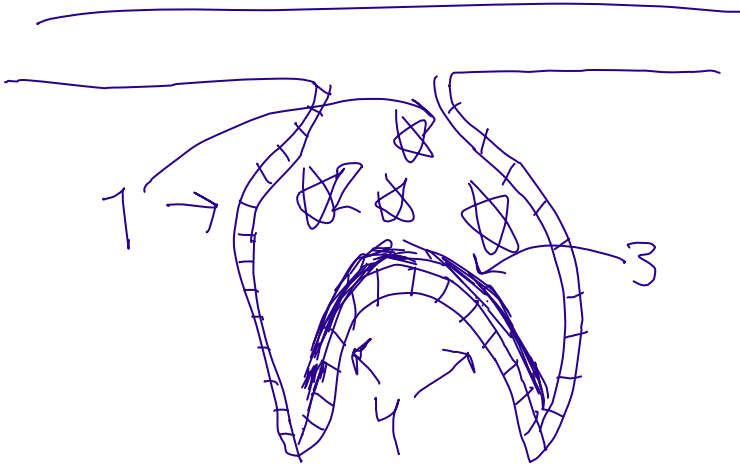
Ved eruption vil den del af det reducerede emaljeepitel der sidder midt på tanden undergå celledød, mens den proximalt placerede del vil fusionere med det orale epitel. Her vil det fungere som kontaktepitel der hæfter gingiva til tanden. Mellem det reducerede emaljeepitel og tanden ligger en basalmembran som hæfter til tanden (derudover har de også en basalmembran til det underliggende bindevæv). De underliggende epitelceller hæfter til denne med hemidesmosomer. I mellem cellerne er der et mindre antal desmosomer der tillader diffusion af diverse stoffer ind i parodontial membranen.

B. Nævn alle cellelag i emaljeorganet i kappestadiet i kronologisk rækkefølge (gerne med tegning), og hvilket kimlag de stammer fra.

Emaljeorganet består af:

- det ydre emaljeepitel 1
- det stelateretikulum 2
- stratum intermedium 3
- det indre emaljeepitel (der senere differetieres til emaloblaster) 4

Alle disse stammer fra den ektoderme kimskeive, og er derfor epitelceller.



Mineralisering

4. Mineralisering af emalje

Beskriv emaljens modningsfase og de organiske og uorganiske komponenter der indgår i denne. Emaljen dannes af ameloblaster, der på grund af dens form (tomes proces) er opbygget af rods og inter rods (det er vigtigt at bemærke, at den eneste forskel imellem disse to er deres orientering, samt at det inderste og yderste lag af emaljen ikke består af denne, men i stedet er aprismatisk).

Den sekretoriske ameloblasterne secenerer en række matrixproteiner, primært emalogeniner (90%).

Derudover secenerer denne også non-emalogeniner. Disse omfatter enamelin, emaloblastin samt tuftelin.

Emalogening er med til at styre krystallernes retning og afstand fra hinanden, tuftelin menes at initiere mineraliseringen (mineraliseringen i emalje kaldes sekundær nuklering og menes at initieres af den mineraliserede kappedentin), mens enamelin og emaloblastin styrer krystalvæksten ved at binde calcium.

Den secenerede organiske matrix mineraliserer momentant til 30% og der er derfor ikke tale om nogen form for præ-emalje.

Når ameloblasterne har produceret matrix i emaljens tykkelse vil disse blive omdannet til modningsameloblaster. Disse findes på to former: rugendet (80% af tiden) og glatendet (20%). Disse sørger dels for at opretholde et favorabelt miljø for krystaldannelsen, samt af fjerne den nedbrudte organiske matrix.

Den rugendet ameloblast er primært med til op koncentrere calcium og fosfat, fosfat ved hjælp af alkalisk fosfatase og calcium, enten ved transcytose eller fra selve cellen (det vides ikke helt hvordan det

sker). Der ud over secernere den også enzymer der nedbryder den organiske matrix. Især to enzymer gør sig gældende, nemlig kalikrein og MMP20.

Den glatenden modningsameloblast har utætte distale celle adhæsioner og tillader derfor at de nedbrudte matrixproteiner kan diffundere væk.

Cellen står derfor og veksler mellem disse indtil emaljen er fuldt modnet.

Når emaljen er fuldt modnet vil denne bestå af ca. 96% mineral (hydroxyapatit) 3% organisk matrix og 1% vand.

Tandmorfologi

5.

Følgende spørgsmål omhandler første permanente molar i overkæben M1 sup

A. Beskriv rodkomplekset på M1 sup samt det hyppigste antal rodsøjler og deres placering.

M1 sup's rodkompleks består af en rodsokkel samt 3 rodkomponenter (modus). De tre 3 rodkomponenter er placeret mesio-facialt, disto-facialt og lingualt. Disse er adskilt af interradikulære tunger.

Den mesio-faciale rodkomponent har oftest 3 rodsøjler placeret facialt, medio, mesialt og lingualt.
den disto-faciale har to rodsøjler placeret facialt og lingualt
og den linguale har oftest 2 rodsøjler placeret mesialt og distalt.

En M1 sup har derfor oftest 3 rodkomponenter og 7 rodsøjler.

B. Beskriv rodkanalsystemet på M1 sup, herunder det hyppigste antal af rodkanaler samt deres placering.

M1 sup har 4 hoved kanaler. 2 i den mesifaciale (placeret facialt og lingualt), 1 i den disto-faciale (centralt) og 1 i den linguale (centralt)

Følgende spørgsmål omhandler første permanente molar i underkæben M1 inf

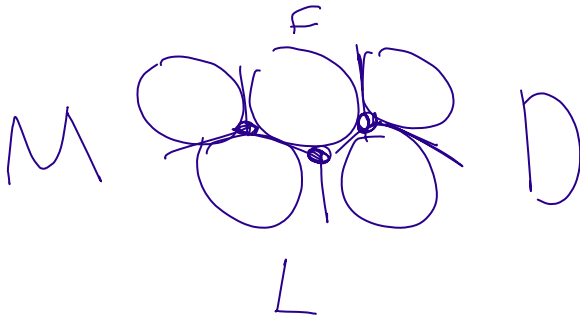
C. Beskriv interlobalfurer og fossae på M1 inf

En interlobalfure er en fure der adskiller to lobi. En fossa er et punkt hvor 2 eller flere fure mødes.

M1 inf har en central fossa hvorfra der løber en interlobalfure lingualt og adskiller de 2 linguale lobi, en der løber mesialt til den mesiale fossa og en der løber distalt til den distale fossa.

Fra den mesiale fosse løber der en interlobalfure facialt og adskiller den MF lobi og CF lobi, samt en der løber mesialt og adskiller ML lobi og den MF lobi.

Fra den distale lobi vil der løbe en facialt og adskille den CF lobi fra DF lobi og en distalt der adskiller den DF lobi fra den DL lobi.



- D. Beskriv pulpakammeret i en netop frembrudt M1 inf, og beskriv hvorledes pulpakammeret oftest vil ændre sig med tiden.

Pulpakammeret vil være placeret i den cervikale del af kronen samt i rodsoklen.

Denne vil have 6 vægge, en okklusal, mesial, distal, facial, lingual, furkal flade.

Pulpakammeret vil være mere udbredt i den mesio-distale retning end den facio-linguale retning.

I takt med aflejring af sekundær dentin vil pulpakammeret blive mindre.

- E. Hvilke overtallige radikulære strukturer kan forekomme på M1 inf, og hvor er de lokaliseret?

Der kan forekomme radix intermolaris placeret disto-lingualt og radixparamolaris mesiofacialt.

Følgende spørgsmål omhandler præmolarer i overkæben (P1 sup og P2 sup)

- F. Beskriv okklusalfladen på P sup, herunder antallet af lobi, lokaliseringen af cristae og fossae samt forløb af furer.

Både P1 sup består af 2 lobi, ca. lige store, facialt og lingualt, der er adskilt af en central interlobalfure, der forbinder den distale fossa med den mesiale fossa. Disse vil have en facial og lingual marginosegmentalfure der adskiller rancrista fra lobi. Okklusalfladen vil fremstå rektangulær i facio-lingual retning og krista på den faciale lobi vil være mest prominent. Den essentielle krista vil være størst

På P1 sup vil desuden ses en essentiel marginosegmentalfure mesialt, og rancrista vil på begge være placeret mere okklusalt distalt.

Den linguale krista kan være forskudt en smule mesialt.

Den centrale interlobalfure er længst på P1.

- G. Hvad er det hyppigste antal af rodkanaler i hhv. P1 sup og P2 sup, beskriv placering og tværsnitsform?

Begge har modus 2, henholdsvis facialt og lingualt, centralt i hver sin rodsøjle (disse kan være sepereret). Disse vil fremstå runde, og spidse til apikalt.

H. Angiv 3 forskelle på P1 sup og P2 sup

- Mesial konkavitet på P1 sup.
- tydelig esentiel marginosegmental fure på P1 sup
- Oftere 2 rods varialt af P1 (60%) end P2 (24%)

6.

Følgende spørgsmål omhandler den principielle makromorfologi:

A. Definer Crista Obliqua

Crista obliqua løber fra den esentielle crista fra en lobi til en accesorkrista på en anden lobi. Løber oftest over interlobalfure uden denne skære den.

B. Definer Randcristakomplekset og beskriv de strukturer der kan forekomme i relation til randcrista. Beskriv desuden det relative niveau af kontaktpunktet.

Randcristakompleks består af randcrista, der er adskilt fra lobiene med en marginosegmental fure på den okklusale flade samt den dertilhørende aproximalflade.

I randcrista kan forekomme et marginalt tuberculum, essentiel marginal fure og incision, samt mesial konkavitet på P1 sup.

kontaktpunkterne er oftest placeret mere incisalt/okklusalt på den mesiale flade i forhold til den distale. Dog ikke P1 og c1 hvor det er omvendt.

C. Definer kroneflugt, angiv på hvilke tandtyper kroneflugt optræder samt beskriv den kliniske konsekvens af kroneflugt.

Kroneflugt fremkommer på P og M inf. Dette medfører at kronen er tilet i lingual retning. Klinisk betyder dette at man, når man f.eks. skal rodbehandle ikke skal lige ned i forhold til okklusalfleden idet denne ikke er placeret over kanalerne. Disse er i stedet mere placeret apikalt fra den faciale okklusale kant.

D. Definer begrebet separationsstruktur og beskriv de forskellige typer af separationsstrukturer, herunder mulige kliniske konsekvenser af separationsstrukturer.

I roden forekommer to typer separationsstrukturer

- Rodfure (fure i roden)
- Interradikulære tunger (adskiller rodkomponenter)

På kronen ses

- Interlobalfure (adskiller lobi)
- Intersegmentalfure (adskiller lobisegmenter)
- Marginosegmentalfure (adskiller rancrista fra lobi)
- Marginalfure (opdeler randcrista)
- Cingulumfure (adskiller cingulumderivater fra kronen.)
-

E. Definer mamelon herunder forekomst.

Mameloner forekommer på alle incisiverne, modus 3. disse er frie toppe placeret på incisalkanten adskilt af intersegmentale fure. Disse opdeles i den centrale og de to laterale. Den mesiale er oftest størst.

F. Definer udbugtningegrad og beskriv den relative størrelse imellem de enkelte permanente tandtyper.

Udbugtningegraden beskriver cementens udbugtning i kronen. Dennes forløb kan oftest beskrives som convex-concav-convex. Udbugtningegradens størrelse bestemmes som længden fra den cervikale grænse cementen udbugter sig i forhold til hele kronens længde.

Udbugtningegraden er oftest størst mesialt i forhold til distalt på de forskellige tænder. Denne forskel er størst på incisiverne og bliver mindre nu mere distalt man kommer i munden, til den er næsten ikke eksisterende på molarene.