

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



67

19 juni 2023

Planlagt: 09:00 - 12:00

Eksamensnr: 67

Plads: ITXM-302

Side 1 af 13

Tanddannelse/embryologi

1. Tidlig tanddannelse

Angiv svar for hver af disse spørgsmål:

a) Hvilket embryonalt kimlag dannes emaljen fra?

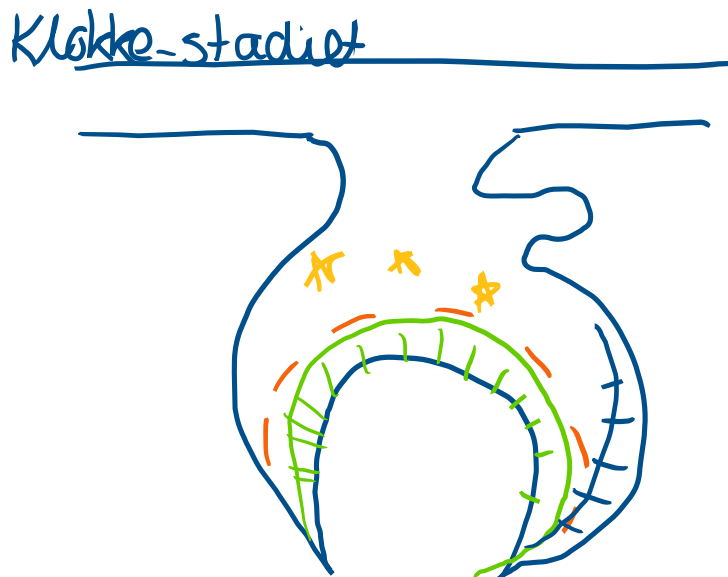
Emaljen dannes fra det indre emaljeepithel fra emaljeorganet, som er derivet fra ektoderm. Emaljen dannes derned fra ektoderm.

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

Cementen består primært af kollagen, men af de non-kollagene proteiner, indeholder cementen også alkalisk phosphatase, dentin sialo protein (DSP), dentin matrix protein (DMP), fibronectin m.fl.

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

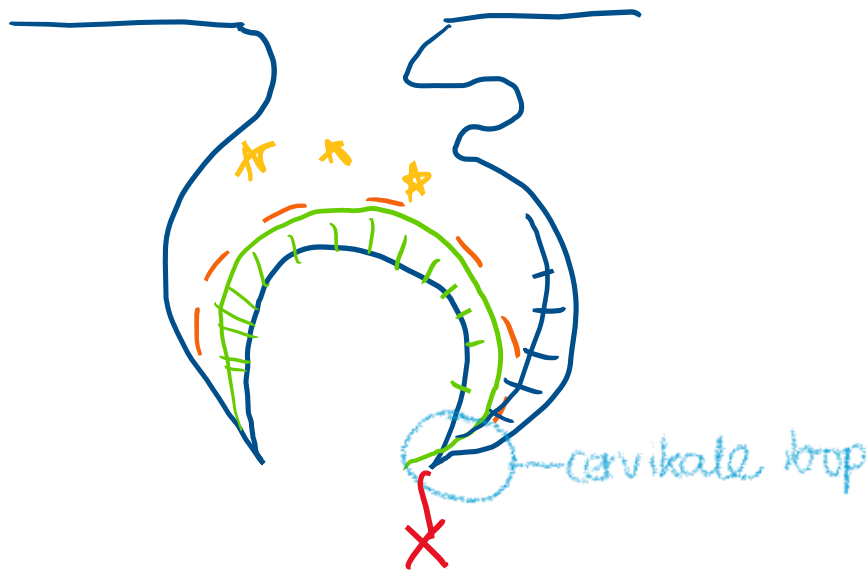
Det cellelag der ligger lige inferiørt/over for det indre emaljeepithel (tegnet med grøn, som består af fladtrykte cylindriske celler) er stratum intermedium (tegnet med rød/orange), bestående af flade celler)



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

Det punkt, hvor det indre emaljeepithel og det ydre emaljeepithel mødes (tegnet med grøn og blå), kaldes den cervikale loop. Den cervikale loop danner en struktur kaldet Hertwig rodepithelskede (tegnet som et rødt X), som er den struktur, der danner faconen på roden.

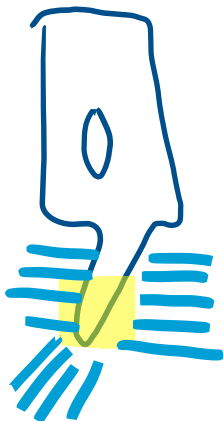
Klokke-stadiet



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

Den struktur, der styrer krystalvæksten i emaljen hedder Tomes proces (highlightet med gul).

Tomes proces findes på 2 ud af de 3 sekretoriske ameloblaster, denne struktur gør emaljen prismatisk. Prismerne (rods) aflejres distal for Tomes proces, hvorimod interprismerne (interrods) aflejres approssimalt for Tomes proces.



f) Hvad hedder den først dannede dentin?

Den først dannede dentin er den primære dentin, som opdeles i kappedentin og cirkumpulpaldentin. Det er dog kappedentinen, som er den først dannede dentin. Kappedentinen secernerer af odontoblasten vha. matrix vesikler som indeholder Ca^{2+} , PO_4^{3-} , anneksiner som binder Ca^{2+} , og de indeholder også sure phospholipider. Kappedentin aflejres vinkelret på emalje-dentin-grænsen og ligger sig som et tynd lag længst væk fra pulpa.

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

Det cellelag som beskytter emaljen, indtil den bryder frem er basal lamina eller basalmembranen, som omgiver emaljeorganet, og bl.a. sørger for beskytte emaljen.

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

Den vækstfaktor i Hedgehog familien, som har betydning for tanddannelse er Sonic Hedgehog, som muliggør overgang/passage til knopstadiet. Sonic Hedgehog afhænger af Wnt (en anden vækstfaktorfamilie), og hvis Wnt ikke er tilstede, vil Sonic Hedgehog ikke kunne udøve dens funktion, hvorved vi ikke vil kunne komme til knopstadiet.

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

Der findes 3 tandlister: Den primære tandliste (primære tænder), erstatningstandlisten (permanente tænder foruden molarer) og forlængelsestandlisten. Det er forlængelsestandlisten, som danner de permanente molarer.

j) Hvilken vækstfaktor secernerer fra det indre emaljeepitel for at stimulere ektomesenchymcellernes differentiering til odontoblaster?

Det er vækstfaktoren TGF-beta (sammen med vækstfaktoren MMP20), der secernerer fra det indre emaljeepitel til dentalpapillens ektomesenchymceller, at denne skal stimulere ektomesenchymcellernes differentiering til odontoblaster.

TGF-beta signalering fra det indre emaljeepitel til dentalpapillen medfører en øget koncentrationen af Msx 1 og 2, hvorved der dannes fibronectin interacting membrane protein. Dette

muliggør binding af fibronectin til ektomesenchymcellernes overflade, hvorved cellerne bliver polariserede. Denne polarisering danner præodontoblaster, og når disse secernerer kappentin vokser deres odontoblastudløbere, og efterfølgende de bevæger sig mere profund, tættere mod pulpa.

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.

Der hvor det indre emaljeepithel og det ydre emaljeepithel mødes, kaldes det cervikale loop (se opgave 1.d for tegning). Det er ved det cervikale loop, at en nedvækst af ektomesenchymceller danner Hertwig rodepithelskede, som ligger til grund for dannelse af rodens facon. Dentalfolliklen, deriveret fra ektomesenchym, giver ophav til dannelse af rodens cement, samt parodontiet.

Parodontiet er den samlede betegnelse for cementen og parodontalligamentet, som sørger for at fastholde tanden både i gingiva og i alveoloknogle, gennem fibrene i knoglefæstnet og fibrene i gingivafæstnet (alveolokansfibre, horisontalefibre, transseptale fibre, m.fl)

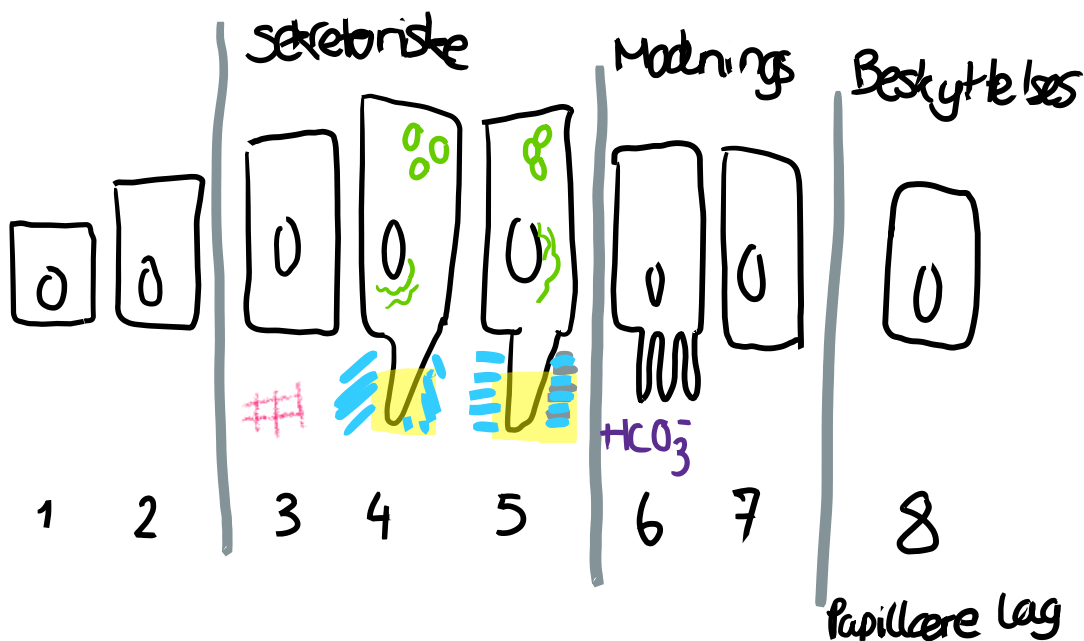
Cementen beklæder roden over alt pånær ved apex. Cementen dannes af cementoblaster, og bliver mineraliseret til omkring 61% uorganisk matrix, hydroxylapatit og 39% organiske matrix. Af de 39% organisk matrix består 12% af vand, og de resterende 27% er kollagen samt non-kollagene proteiner. Den type cement, der er tale om er den primære, acellulære, ekstrinsiske fiber cement. Denne type cement løber ud fra tanden som frynser, og dette muliggør at de parodontalefibre kan hæfte sig til dem. De sekundære cellulære, ekstrinsiske fibre er også tilstede, men de har ikke nogle med bindevævsfæstnet at gøre, men de har derimod en funktion ift. adaptation.

De celler som indgår i dannelse af tandens rod er:

- Ektomesenchymale stamceller, fra ektomesenchym.
- Cementoblaster (fra dentalfolliklen, fra ektomesenchym)
- Dentalfollikelceller (fra ektomesenchym)
- Osteoklaster og osteoblaster, som nedbryder og opbygger knogle, ifm. knogleremodellering.
- Så er der også nerveceller, samt blodceller og immunceller, der findes i rodkanalen.

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

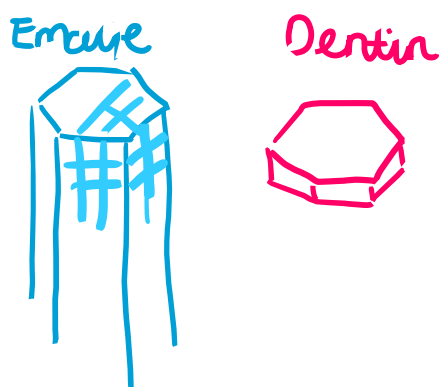
Ameloblastens udvikling kan beskrives ved hjælp af 3 følgende fase: Sekretionsfasen, modningsfasen og beskyttelsesfasen, som tegnet nedenfor. Ameloblasten udvikler sig fra en indre emaljeepithel celle (1) til et forstadie, som kaldes en præameloblast (2). Når sekretionsfasen begynder, får vi 3 sekretoriske ameloblaster med sekretoriske granula. Den første sekretoriske ameloblast danner aprismatisk emalje (3, markeret med rød), og de sidste 2 har udviklet Tomes proces, og emaljen er nu derfor er prismatisk (4 og 5, markeret med gul). Efter sekretionsfasen indtræder modningsfasen, hvor vi har 2 modningsameloblaster hhv. den ruendede modningsameloblast (6) og den glatendede modningsameloblast (7). Den ruendede modningsameloblast findes 80% af tiden, og denne secernerer Ca^{2+} samt HCO_3^- (bicarbonat), som har til funktion at neutralisere det sure miljø der dannes, som følge af H^+ udskillelsen under dannelse af hydroxylapatit (HAp). Den glatendede ameloblast findes i 20% af tiden, og dennes funktion er at nedbryde protein og dentinrester vha. alkalisk phosphatase, kalikrein og MMP20. Til slut i beskyttelsesfasen, har vi den protektive ameloblast også kaldet den reducerende ameloblast (8). Denne, har som navnet også indikerer, en protektiv funktion, idet den danner det papillære lag, og sørger for at der ikke dannes knogle koronalt for tanden, således at vi ikke får en forsinket eruption. Den har også en funktion ift. Dannelse af det reducerede emaljeepithel, som fusionerer med det orale epithel hvorved kontaktepithelet dannes.



4. Mineralisering

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

Hydroxylapatitkrystal er opbygget af Ca^{2+} , PO_4^{3-} og OH^- , og den kemiske form er som følger: $\text{Ca}^{2+}_6(\text{PO}_4^{3-})_{10}(\text{OH}^-)_2$. OH kan ionsubstitueres med eksempelvis flour eller chlorid, hvorved vi får flourapatit eller chloridapatit. HAp-krystallerne er formet som lange, tynde, hexagonale prismer i emalje, men i dentin er de ikke lange. Se evt, tegning.



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

De hårde tandvævs uorganiske komponent består ikke udelukkende af 100% ren HAp grundet heterogen nukleering, hvor vi altså får andre "stoffer/molekyler" som er med i dannelse og ikke bare ren HAp. Hvis det havde været ren HAp, betegnes dette heterogen nukleering,. Dette er ikke nødvendigvis en ulempe idet 100% HAp ville gøre, at vævet mistede mere af dens elasticitet og fleksibilitet. Dog skal emaljen være højt mineraliseret (97%) for at beskytte de underliggende mindre mineraliserede væv, fx dentinen.

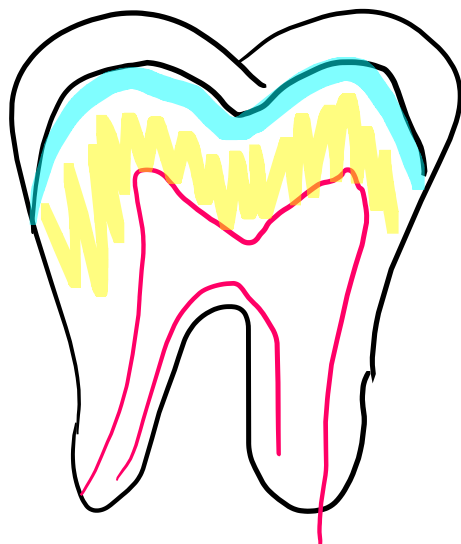
- c) **Beskriv hvordan krystalvæksten under amelogenesens sekretionsfase adskiller sig fra modningsfasen.**

Under sekretionsfasen har 2 af de 3 ameloblaster udviklet Tomes proces, som styrer retningen af krystalaflejringen, hvor vi får dannet prismatisk emalje i prismer og interprismer. Før sekretionsfasen og efter sekretionsfasen har ameloblasten ikke Tomes proces, hvorfor den dannede emalje vil være af aprismatisk form se tegning i opgave 3 på side 6 ovenfor.

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 deles op i hhv. kappedentinen (tegnet som blå) og den cirkumpulpale dentin (tegnet med gul). Kappedentinen er den først dannede dentin, der ligger sig som et tynd lag mest superficielt, og her aflejres dentinen vinkelret på emaljement grænsen. Mineralisering af kappedentin sker, når odontoblasten ikke har sin fuldtudviklede odontoblastudløber endnu, og dentin dannes vha. matrixvesikler, som odontoblasten secernerer. Disse matrix vesikler indeholder Ca^{2+} , PO_4^{3-} og anneksiner som binder Ca^{2+} samt sure phospholipider. Krystalvæksten påbegyndes, og idet væksten fortsætter vil matrix vesiklen revne. Selvom denne revner, vil HAp dannelsen fortsætte.

Den cirkumpulpale dentin er den vi har mest af, og den ligger mere profund, tæt op ad pulpa. Modsat kappedentinen, secernerer denne ikke vha. matrix vesikler, men den secernerer direkte af odontoblasten, som nu har sin færdigudviklede odontoblastudløber. Her aflejres dentinen parallelt med emajledentin grænsen.



Tandmorfologi

5.

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

M1 sup, set okklusalt fra har normalt 4 cuspides, hvor cuspishøjden fordeler sig således: mesiolingual > mesiofacial > mesiolingual > distolingual. Jo længere distalt vi kommer i tandrækken, desto mere vil den distolinguale cuspis aftage i størrelse og form, hvorfor M2 sup kan have en mindre dominerende distolingual cuspis. Det sammen gælder for M3 sup, men her kan den distolinguale cuspis mangle helt, og den distale randcrista vil herved også mangle hos M3 sup. Hvis vi ser på molarerne approximalt fra, vil vi ofte også se at M1 sup ofte har en mere udtalt mesial randcrista, som er mere okklusalt placeret end både M2 sup og M3 sup. Marginosegmentale furer adskiller lobussegmentet og randcrista. En fri top i randcrista kan også forekomme på både M1, M2 og M3, hvor denne ville benævnes et marginalt tuberculum, dog ses marginale tuberculum oftest på M3, da disse kan være uregelmæssigt formede ift M1 fx, som er mere forudsigelig i dens morfologiske karakteristika.

Derudover kan vi se på de cingulum derivaterne, der kan forekomme på molarerne i overkæben:

Paramolarstrukturen og tuberculum carabelli (ved en fri top paramolarstrukturen), samt carabellistrukturen og tuberculum carabelli (ved en fri top i carabelli strukturen).

Paramolarstrukturen forekommer hyppigere på M3 sup end M2 og M1 sup. Paramolarstrukturen og tuberculum paramolare er placeret mesiofacialt og forekomst fordeler sig således: M3 sup > M2 sup > M1 sup. Carabellistrukturen og især tuberculum carabelli, lokaliseret mesiolingualt, forekommer derimod meget oftere på M1 sup, hvor de er meget sjældnere på M2 og M3 sup: Den relative forekomst fordeler sig således: M1 sup > M2 sup > M3 sup.

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

Den relative frekvens for frembrud af ovennævnte tænder er som følger:

3+3 frembryder først (omkring 9-11-årsalderen), efterfulgt af 4+4 og til sidst frembryder 5+5.

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

Randcristakomplekset er en inkonstant forekommende makromorfologisk enhed, der forekommer mesialt og distalt, dermed på approximalfladerne af tanden. På 4+4, og generelt for de fleste tænder, er det mesiale randcrista det mest udtalte, og det mesiale randcrista vil ofte være placeret mest okklusalt, og dette gælder også for 4+4. 4+4 har nemlig en bred interlobalfure, som gør at både den mesial og distale randcrista vil være smallere, end eksempelvis hos 5+5. Dog vil den mesiale randcrista, som sagt stadig være mere prominent ift. den distale.

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

Det basale cingulum betegner den positive struktur, og prominens vi ser cervikalt på tandens krone, hvilket ses både lingualt og facialt. På I1 sup bidrager det basale cingulum i høj grad til den cervikale prominens, som er karakteristisk for netop I1 sup, og dermed også for hele tandens forløb facialt. Det basale cingulum vil altså være det mest prominente punkt på I1 sup, som er det punkt der rager mest ud i planen facialt. Denne prominens vil ofte være mesialt forskudt (hvis vi ser på tanden approximalt, apikalt eller incisalt fra), således at prominensen er placeret mesio-facio-cervialt. Dette er også et kendetegn man med fordel kan bruge til at side bestemme I1 sup.

6.

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

En netop frembrudt 05- ligner morfologisk rigtig meget 6- i det permanente tandsæt, selvom størrelsen af kronen naturligvis vil være betydeligt mindre på den primære tand sammenlignet med den permanente tand.

Kronen på 05- er karakteriseret ved 5 lobi med 5 cuspides. Der er 3 faciale lobi og 2 linguale, og cusphøjden er fordelt således: mesiolingual > mesiofacialt > distolingual > centrofacial > distofacial. Lobi opdeles af interlobal furer, og der er 5 interlobalfurer i alt (mesiale, mesiofaciale, distofaciale, distale og linguale) samt 5 fossae (mesiale, mesiofaciale, centrale, distofaciale og distale). Interlobalfurerne løber op, og langs okklusalkanten, benævnes denne nu som en interlobal incision, idet den skærer okklusalkanten. Denne incision fortsætter til facialfladen, hvor man også ser furer, der opdeler de 3 faciale lobi. På facialfladen ser vi ofte kroneflugt, hvor der er plads til kinden, men den linguale del af kronen ofte er mere lige vertikalt. Randcristakomplekset ses både mesialt og distalt på 05-, hvor den mesiale randcrista vil være lokaliseret mere okklusalt sammenlignet med den distale randcrista. Marginosegmentale furer adskiller lobusegmentet og randcrista. En fri top i randcrista kan også forekomme, hvor denne ville benævnes et marginalg tuberculum.

På 05- kan paramolar strukturen og tuberculum paramolar godt forekomme mesiofacialt. Derudover ses også carabelli strukturen og tuberculum carabelli mesiolingualt på 05-. Vi kan også finde foramen caecum op 05-.

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

Haderup: 03-

Bogstavsystem: c inf dex

FDI-system: 83

Fladernes nummerangivelse:

- Okklusalfladen = 1, mesialfladen = 2, facialfladen = 3 distalfladen = 4, lingualfladen = 5

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

Rodkomplekset på M1 inf består af 2 separate (100% af tiden) rodkomponenter placeret hhv. mesialt og distalt. Den mesiale rodkomponent vil altid være den største og bredeste af de to, hvilket også afspejles i rodkompleksets interne morfologi. Hver rodkomponent består altid af 2 nonseparate rodsøjler placeret facialt og ligualt, men hos den mesiale rodkomponent kan 3 nonseparate rodsøjler godt forekomme (hvor den 3 er placeret mediomesialt). Distal og mesialt på hver rodkomponent ses separationsstrukturer i form af rodfurer, hvilket også vil kunne ses i tværsnittet af roden, hvor tværsnittet vil være sammentrykt, der hvor furen forekommer (nærmest timeglasformet i tværsnit). Modus for antallet af rodkanaler er 3 – 4, afhængigt af hvor mange rodsøjler, der forekommer, og det er her den interne og eksterne rod morfologi også ofte stemmer godt overens. Hvis der er 3 rodkanaler, vil det oftest være 1 primær hovedkanal i den distale rodkomponent og 2 sekundære hovedkanaler i den mesiale rodkomponent - idet der ligger 2 kanaler i samme rodstruktur benævnes de som sekundære.

På M1 inf kan der også forekomme overtallige radikulære strukturer hhv. radix entomolaris, radix paramolaris og furkal birod. Radix entomolaris er lokaliseret lingualt i relation til den distale rodkomponent, og ses hyppigst på M1 inf ift. M2 inf og M3 inf (kan kun forekomme i underkæbens molarer, M1 inf > M2 inf > M3 inf). Radix paramolaris forekomme facialt i relation til den distale rodkomponent, men ses oftere på M3 og M2 end M1 inf (M3 > M2 > M1, forekommer på både i over- og underkæbe). I en overtallig radikulære struktur kan der også findes overtallige radikulære kanaler, hvorfor den eksterne morfologi igen ses i den interne morfologi. Slutteligt kan vi også kort nævne pulpakammeret, som i særdeleshed afspejler kronens størrelse og form, der er et godt eksempel på relation mellem den interne og eksterne morfologi.

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

Hos 4-4 har rodkomplekset 3 rodsøjler placeret hhv. facialt, mesiomesialt og lingualt. Selvom rodkomplekset har 3 rodsøjler, er modus for antal rodkanaler 1, som er det mest hyppigt forekommende. Dog kan der godt forekomme 2 rodkanaler, og i ekstremt sjældne tilfælde 3 rodkanaler i 4-4. Den relative forekomst er dermed $1 > 2 > 3$.