

# Komparativ Morfologisk Studie av Kontralaterale Premolarer

Masteroppgave av

Sameenah Asjad og Sazan Dara

Veiledere:           Gaute Floer Johnsen  
                              Håvard Jostein Haugen



Department of Biomaterials  
Institute of Clinical Dentistry  
University of Oslo

2016

## Sammendrag

**Hensikt:** Hensikten med undersøkelsen var å sammenligne kontralaterale premolarer og se om de er identiske vha Micro-CT.

**Materialer og metoder:** 82 humane maksillære og mandibulære premolarer ble ekstrahert og scannet vha X-ray Micro-CT scanner . Anatomiske parametre som tannens lengde, rotkanalkonfigurasjon, antall og form kanalåpninger, avstand mellom rotkanalåpningene, laterale og apikale kanaler, og enkelte uvanlige anatomiske funn ble analysert ved bruk av Micro-Ctan og CT-vox bilder.

Nullhypotese( $H_0$ ) ble valgt som statistikk signifikant forskjell i parameterne mellom kontralateralene med en P-verdi på mindre enn 5% ( $P < 0.05$ ).

**Resultater:** Parameterne som tannens lengde, kanalbredde og dentintykkelse viser ikke statiske signifikante forskjeller ved bruk av t-testen mens ved analysering med one-sample test hvor vi så på gjennomsnittforskjellen, ble det funnet at gjennomsnittsnittforskjellen er lav og under 0,5mm (0.27mm).

Blant totalt 34 par, hadde 25 par lik type kanalåpning. Lik klassifiseringstype ble funnet blant 33 par. 19 av totalt 24 hadde samme type approksimale invaginasjoner (79.16%) mens det var kun et par med radikulær invaginasjon (2.56%). 3 av totalt 6 par samme hadde type C-form (50 %). Totalt fant vi flest aksessoriske kanaler i den apikale tredjedelen. Lik antall apikal foramen ble funnet i 46 (85.18%) av tilfellene blant totalt 54 par. Videre hadde 52.17% av kontralateralene lik antall aksessorisk foramen i en/begge røttene.

Det ble også avdekket enkelte tilfeller av lav grad av likhet mellom kontralateraler i enkelte tilfeller av komplisert anatomi som C-form og ett tilfelle av radikulær invaginasjon.

**Konklusjon:** Basert på våre funn kan kontralaterale premolarer anses som svært like med hensyn til de vurderte parameterene og metoden vår anbefales som screening av kontralateraler før inklusjon i *ex vivo* sammenligningsstudier.

**Klinisk relevans:** Høy grad av likhet mellom kontralateraler viser at klinikere bør forvente samme morfologi ved behandling av kontralaterale premolarer, men alltid være klar over at det finnes anatomiske anamolier.

**Acknowledgements (Takksigelser)**

Vår oppgave begynte som et studentstipendiat for 2 år tilbake, innledningsvis som et spennende forskningsprosjekt, som senere ble utvidet til masteroppgave. Selv om det hovedsakelig var temaet som fanget vår interesse, var ønsket vårt også bidra innenfor odontologisk forskning, samt lære prosessen fra forskning til et publiserbart manuskript.

Herved vil vi rette en stor takk til vår prosjektveileder Gaute F. Johnsen for gode råd, oppfølging under forskningsprosessen, hjelp med masteroppgaven og ikke minst for meddeling av sitt prosjekt med oss. Samtidig vil vi takke vår fagleder og professor Håvard J. Haugen for å ha gitt oss muligheten til å delta i dette prosjektet, som har gitt oss mye nyttig kunnskap og erfaring som vi kan ta med oss videre i våre yrkeskarrierer.

Oslo, mai 2016

The image shows two handwritten signatures. The first signature, 'Sameenah Asjad', is written in black ink. The second signature, 'Sazan Dara', is written in blue ink.

Sameenah Asjad og Sazan Dara.

**Innholdsfortegnelse**

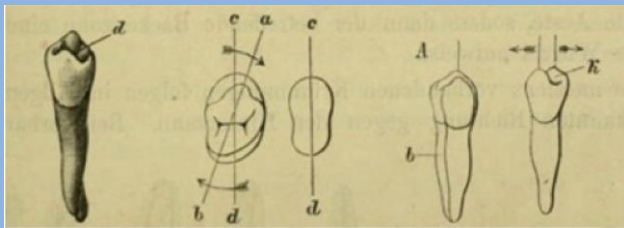
|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Sammendrag.....                                             | 2  |
| Acknowledgements (Takksigelser) .....                       | 3  |
| Innholdsfortegnelse .....                                   | 4  |
| Introduksjon.....                                           | 6  |
| Materialer and metoder .....                                | 11 |
| 1.1    Lengder .....                                        | 14 |
| 1.1.1    Kusp til Apeks.....                                | 14 |
| 1.1.2    CEJ til Apeks .....                                | 14 |
| 1.1.3    Kuspetopp til Pulpahorn.....                       | 15 |
| 1.2    Kanalbredder .....                                   | 16 |
| 1.2.1    Kanalbredde ved CEJ.....                           | 16 |
| 1.2.2    Kanalbredde 1.5 mm før furkasjon.....              | 16 |
| 1.2.3    Kanalbredde 1.5 mm etter furkasjon .....           | 17 |
| 1.2.4    Kanalbredde halvveis på enkle røtter.....          | 17 |
| 1.2.5    Kanalbredde 2.0 mm fra apeks.....                  | 18 |
| 1.3    Dentintykkelser .....                                | 18 |
| 1.3.1    Dentintykkelse ved CEJ.....                        | 18 |
| 1.3.2    Minste dentintykkelse 1.5 mm før furkasjon .....   | 19 |
| 1.3.3    Minste dentintykkelse 1.5 mm etter furkasjon ..... | 19 |
| 1.3.4    Minste dentintykkelse halvveis.....                | 20 |
| 1.3.5    Minste dentintykkelse 2.0 mm fra apeks .....       | 21 |
| 1.4    Type og antall kanalåpninger .....                   | 21 |
| 1.5    Avstand mellom kanalåpningene ved CEJ .....          | 21 |
| 1.6    Rotkanalkonfigurasjon og antall kanaler.....         | 21 |
| 1.7    Apikale tredjedel .....                              | 22 |
| 1.7.1    Antall og plassering av foramen apikale.....       | 22 |
| 1.8    Anatomiske variasjoner.....                          | 22 |
| 1.8.1    C-shaped kanaler .....                             | 22 |
| 1.8.2    Aksessoriske kanaler.....                          | 23 |
| 1.8.3    Isthmus.....                                       | 25 |
| 1.8.4    Andre anatomiske funn.....                         | 25 |
| 1.9    Statistiske metoder .....                            | 25 |
| Results .....                                               | 26 |
| 1.10    Lengder .....                                       | 26 |
| 1.10.1    Kusp til Apeks.....                               | 26 |
| 1.10.2    CEJ til Apeks .....                               | 26 |
| 1.10.3    Kuspetopp til pulpahorn .....                     | 27 |
| 1.11    Kanalbredder .....                                  | 29 |
| 1.11.1    Kanalbredde ved CEJ.....                          | 29 |
| 1.11.2    Kanalbredde 1.5 mm før furkasjon.....             | 29 |
| 1.11.3    Kanalbredde 1.5 mm etter furkasjon .....          | 30 |
| 1.11.4    Kanalbredde halvveis på enkle røtter.....         | 30 |
| 1.11.5    Kanalbredde 2.0 mm fra apeks.....                 | 31 |
| 1.12    Dentintykkelser .....                               | 33 |
| 1.12.1    Dentintykkelse ved CEJ.....                       | 33 |

|        |                                                    |    |
|--------|----------------------------------------------------|----|
| 1.12.2 | Minste dentintykkelse 1.5 mm før furkasjon .....   | 33 |
| 1.12.3 | Minste dentintykkelse 1.5 mm etter furkasjon ..... | 34 |
| 1.12.4 | Minste dentintykkelse halvveis.....                | 34 |
| 1.12.5 | Minste dentintykkelse 2.0 mm fra apeks .....       | 34 |
| 1.13   | Type og antall kanalåpninger .....                 | 37 |
| 1.14   | Avstand mellom kanalåpningene ved CEJ .....        | 38 |
| 1.15   | Rotkanalkonfigurasjon og antall kanaler.....       | 40 |
| 1.16   | Apikale tredjedel .....                            | 41 |
| 1.16.1 | Antall og plassering av foramen apikale.....       | 41 |
| 1.17   | Anatomiske variasjoner.....                        | 42 |
| 1.17.1 | C-shaped kanaler .....                             | 42 |
| 1.17.2 | Aksessoriske kanaler.....                          | 45 |
| 1.17.3 | Isthmus.....                                       | 47 |
| 1.17.4 | Andre anatomiske funn.....                         | 48 |
|        | Diskusjon.....                                     | 49 |
|        | Konklusjon.....                                    | 58 |
|        | References.....                                    | 59 |
|        | Appendix .....                                     | 64 |
| 1.18   | Tabeller.....                                      | 64 |
| 1.18.1 | Lengder .....                                      | 64 |
| 1.18.2 | Kanalbredder .....                                 | 65 |
| 1.18.3 | Dentintykkelser .....                              | 68 |
| 1.18.4 | Avstand mellom Kanalåpninger .....                 | 69 |

## Introduksjon

Det er særdeles viktig at tannleger har en inngående kunnskap om forventet anatomi i tenner som skal gjennomgå rotkanalbehandling, men også grunnleggende kjennskap til uventede anatomiske avvik og kompleksitet.

Denne kunnskapen ligger til grunn for å kunne utføre en vellykket endodontisk behandling (1). Et uttall av studier demonstrerer at både mandibulære og maksillære premolarer har en særdeles kompleks og variert rotkanalanatomi (2-8)



Figur 1 - Eksempler på illustrasjoner av Mühlreiter.

Den første omfattende og systematiske beskrivelsen av rotkanalanatomen ble publisert av Georg Carabelli i 1842, hvor han publiserte tegninger av slipesnitt med detaljert beskrivelse av rotkanalsystemet samt utvendig morfologi (9).

Flere andre pulpa-pionerer som brukte samme deskruktive slipesnittmetodikk for å beskrive anatomen med både morfometri og detaljerte illustrasjoner inkluderte Mühlreiter & de Jonge-Cohen (Figur 1), Alfred Gysi (Figur 2) så vel som den moderne odontologiens far, G.V. Black (Figur 3) (10, 11).

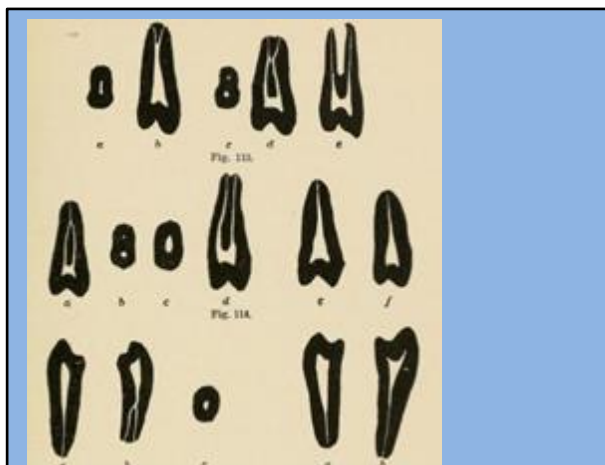
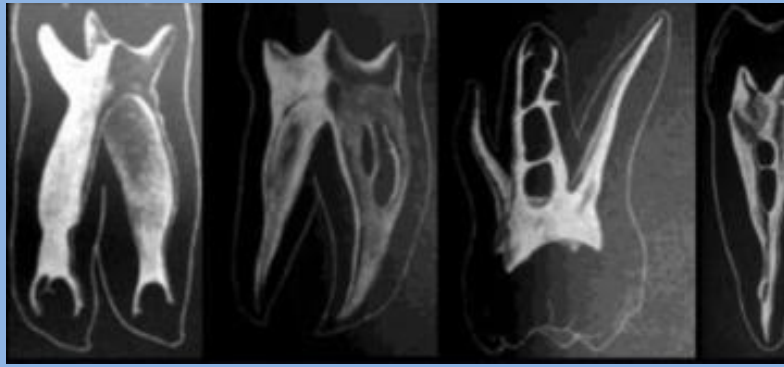


Figure 2 - G.V. Black's oversikt over rotkanal anatomen blant premolarene i overkjeven



Figur 3 - Histologiske bilder med intern anatomi av Gysi



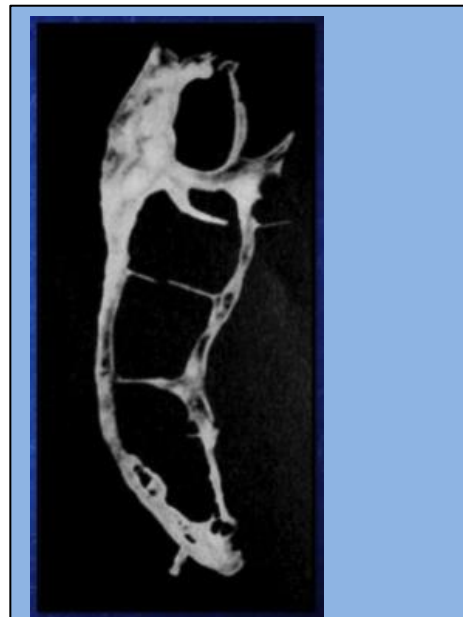
Figur 4 – Illustrasjon av Preiswerks metallmodeller av rotkanalsystemer.

Senere introduserte Preiswerk i 1901 en ny metode hvor den tredimensjonale anatomien ble bevart (12). Teknikken baserte seg på injisering av smeltet en legering kjent som Woods metall i

rotkanalsystemet. Tennene ble deretter dekalsifisert og den interne og ofte intrikate anatomien kunne dermed fremstilt ved hjelp av metall modellen (12) (Figur 4). Desverre ble disse modellene ofte ufullstendige ettersom metallet ikke klarte å penetrere de mer gracile og delikate områdene i rotkanalen.

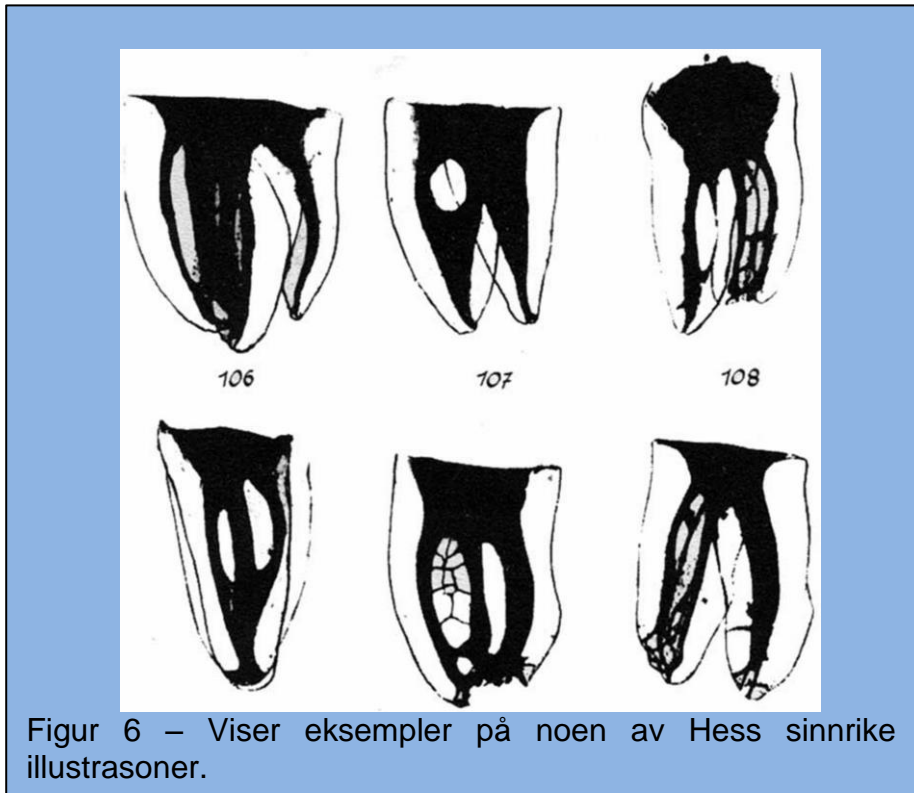
Metoden til Preiswerk ble modifisert av Fischer i 1907 ved at han brukte celluloid materialer istedenfor metall (13). Han oppnådde detaljrike, skjønt svært skjøre modeller ved å ha tennene i en løsning bestående av celluloid oppløst i aceton. Tennene ble deretter dekalsifisert med saltsyre. Til tross detaljrikdommen var ikke resultatene optimale, fordi celluloid modellene var for skjøre og gjengivelsen av de små ramifikasjonene fakturerte lett (13) (Figur 5).

Senere i 1916 ble parafin benyttet av Dewey for å fremstille modeller av rotkanalmorfologien med relativ høy grad av detaljrikdom (14)



Figur 5 - Fremstilling av rotkanal anatomi ved hjelp av celluloid.

Det neste og kanskje viktigste evolusjonære spranget med langvarig effekt på endodontiske studier så vel som opplæring på rotkanalanatomi ble foretatt av Walter Hess (15). Hess' metode bestod av å injisere rotkanalene med vulkanisert gummi før og



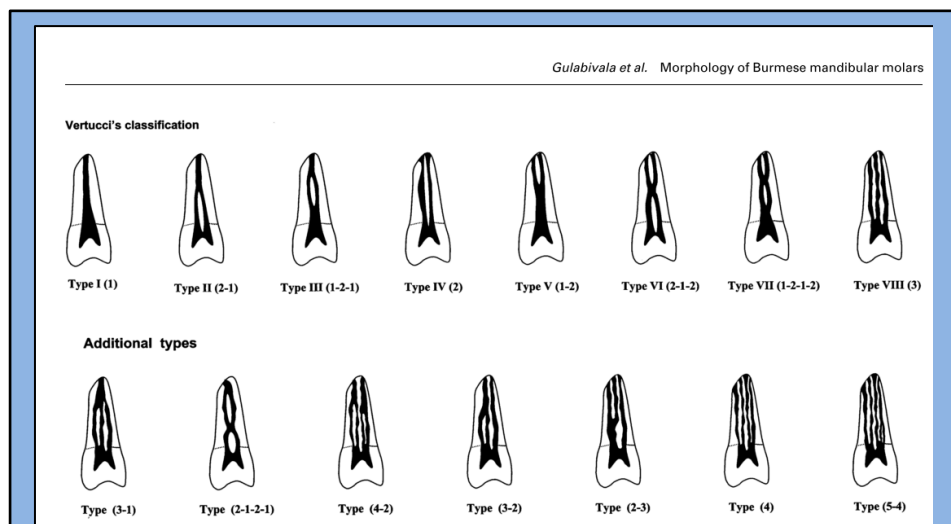
Figur 6 – Viser eksempler på noen av Hess sinnrike illustrasjoner.

videre fjerning av hardvevet ved hjelp av dekalsifisering. Hans beundringsverdige og delaljrige prepareringer samt 1308 illustrasjoner er fortsatt i bruk og til nytte ved studier av rotkanalanatomi (Figur 6).

Japaneren Okumura introduserte i 1927 den første non-destruktive metoden ved at han lagde

gjennomsiktige preparater (diaphanization/diaphonization), farget de med blekk og klassifiserte rotkanalene (16). Denne metoden var

revolusjonerende for studering av morfologien da det ga en non-destruktiv metode for visualisering av anatomen. Metoden ble



Figur 7 viser oversikt over klassifisering av rotkanal-systemet som beskrevet av Vertucci og ekspandert på av Gulabivala



senere brukt av Vertucci i 1974 og Gulabivala i deres klassiske studier der de presenterte sine klassifiseringstabeller av rotkanalkonfigurasjoner (2, 17). Vertucci identifiserte totalt åtte forskjellige mulige permutasjoner, mens Gulabivala ekspanderte med ytterligere syv konfigurasjoner (Figur 7). Teknikken med «dies and dental diaphanization» har siden blitt ansett som «gull standarden» ved studier av den indre anatomien til tenner (18).

Enkle to-dimensjonale periapikale radiografier har også blitt nyttegjort for å avdekke morfologiske variasjoner i rotkanalanatomi (8), men det var først da CT ble foreslått som et mulig verktøy innen endodontien at radiologiske teknikker begynte å utfordre Okumuras metode (19). Utviklingen av *X-ray Computed Transaxial Microcomputed-Tomography* (mikro-CT [ $\mu$ CT]) har fått økt signifikans i undersøkelser og forskning av pulpa-anatomi og har mer eller mindre erstattet de klassiske overnevnte metodene. Betydelige forbedringer i både programvare og maskinvare reduserte tykkelsen på snittene fra rundt 1,5 mm ved konvensjonell CT til 2  $\mu$ m ved mikro-CT (20). Siden Tachibana og Matsumoto foreslo mulige applikasjoner ved bruk av CT i endodontien har evolusjonen gått grove og lav-oppløselige volumer til at man nå kan utføre deltallert tre-dimensjonal utforskning av de engang utilgjengelige, enigmatiske og intrikate interne irrgangene bestående av alt fra aksessoriske kanaler, intraradikulære kanaler, istmuser til nøyaktig kvantifisering av kurvaturer (21-25). De rent visuelle og observasjonelle studiene har gitt betydningsfull innsikt, men med mer tilgjengelig og ikke minst bedre programvare gjør det mulig å få ut store mengder kvantitativ data. Som et både kraftig og anvendelig teknologisk verktøy har man sammen med såkalt medisinsk bilde fusjonsprogramvare (medical image volume fusion software) kunne utføre verdifulle kvantitative så vel som kvalitative endodontiske studier (26-28).

Flere studier har også brukt  $\mu$ CT for å utføre histo-morfometriske/odontometriske analyser (29-31), men det har så langt ikke vært gjort større sammenlikninger av kontralaterale tenner hva gjelder både eksternt og intern anatomi. Det fremsettes likevel i to studier at bilaterale premolarer kan anses som anatomisk identiske (32, 33) selv om denne påstanden i disse baserer seg på en studie som kun tok for seg hvorvidt mandibulære andre premolarer (5ere) er anvendbare til å avgjøre grad av zygositet i tvillinger (34). Denne tvillingstudien tar kun for seg intra-tvilling sammenlikninger og gjør ingen evaluering av om hvorvidt kontralaterale tenner i et individ har noen som helst grad av *bilateral symmetri*. Denne typen

symmetri kan enten kategoriseres som *object* eller *matching* symmetri hvor den første underkategorien er symmetri innenfor rammene av et objekt, e.g. et ansikt, mens den siste er representert av data som stammer fra to sider som er fysisk adskilt i rommet, e.g. insektvinger eller kontralaterale premolarer (35, 36). Den vitenskaplige litteraturen er mettet av *case studies* som rapporterer på avvikende kontralateral rotkanal anatomi (37-40) og den eneste studien som vurderer bilateral grad av likhet i et større avvik er fra 1994 der Sabala *et al.* evaluerte hvor ofte rotkanalavvik forekommer som par og fant at desto mer sjelden et avvik er desto høyere sannsynlighet er det at det finnes i den kontralaterale tannen (<1% prevalens av et avvik gir 90% sannsynlighet for at du finner samme avvik bilateralt) (41).

Hensikten med denne masteroppgaven er å analysere og sammenligne rotkanalanatomi til kontralaterale premolarer vha  $\mu$ CT.

Null-hypotesen er at kontralaterale premolarer ikke er identiske i henhold til de utvalgte parameterene.

De forskjellige parameterne som ble utvalgt for nærmere evaluering og sammenligning var følgende:

1. Måle tannens lengde fra apeks som referansepunkt: (i) til CEJ og (ii) til kuspetopp. Lengden fra pulpahorn til kuspetopp ble også målt.
2. Dentintykkelse og kanalbredde ved CEJ, halvveis og 1.5 før og etter furkasjonen og 2 mm fra apeks (30)
3. Registrere antall og form og plassering av rotkanalen ved CEJ (31, 42)
4. Måle avstanden mellom rotkanalåpningene ved CEJ hvis >1 rotkanalåpning
5. Klassifisere og sammenligne rotkanalkonfigurasjoner i henhold til Vertucci *et al.* (2) og Gulabivala (17)
6. Registrere eventuelle tenner med aksessoriske foramina (31)
7. Identifisere tilstedeværelsen og lokalisasjon av anatomiske variasjoner som aksessoriske kanaler (1, 43) (herunder furkasjonskanaler og lateralekanaler, isthmuser/anastmoser (44) (*isthmi* plural form) og C-formede kanaler(45-47)
8. Identifisere og sammenligne for evt. andre anatomiske variasjoner.

## Materialer and metoder

Til sammen ble 82 ekstraherte kontralaterale humane maxillære (40 stk.) og mandibulære (42 stk.) første og andre premolarer valgt ut fra 28 frivillige pasienter (11 kvinner, 17 menn; gjennomsnittsalder 19.1 år, SD 8.8 år, aldersspenn: 11-34 år). Alle tennene ble ekstrahert av tannlege Gaute Floer Johnsen i forbindelse med hans PhD-prosjekt. «Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk» (REK) har vurdert prosjektet og fant det ikke å være fremleggingspliktig (referanse number 2012/2092b). Masterprosjektet vårt inngår i samme vurdering fra REK.

Pasienter var henvist for ekstraksjon på ortodontisk indikasjon fra Avdeling for Kjeveortopedi, Universitet i Oslo.

Pasienter med kjente medfødte/erhvervede dentin- og/eller emaljeforstyrrelser ble ekskludert fra å donere tenner til studien. I tillegg ble tenner ekskludert der anamnesticke opplysninger avdekket sykdommer/behandlinger som predisponerer for dentale utviklingsforstyrrelser. Donorer ble gitt fullstendig anonymitet bortsett fra fødselsår og kjønn. Alle tenner var kodet på følgende måte:

### **PM\_#\_s\_yy\_tn (e.g. PM\_01\_M\_99\_45)**

(*PM*: premolar; #: donor nummer; *s*: (kjønn [sex]) er enten *M* (mann) or *F* (kvinne [female]), *yy* (year): siste to sifferene i fødselsåret, *tn* er ISO-3950 tooth notation)

Umiddelbart etter ekstraksjon, ble tennene skylt og børstet nøye i sterilt saltvann med en engangstannbørste (Cavident, Tønsberg, Norge) før organisk materiale ble fjernet forsiktig med kyrette.

μCT-skanner ble utført ved hjelp av stasjonære SkyScan 1172 (Aartselaar, Belgia). Prøvene ble montert vertikalt i spesialtilpassede plastrør. Skanneparametrene var basert på tidligere studier (27, 48):

- 13.59μm isotrop pixel størrelse med en middels kameraoppløsning (pixel feltet med høyde og bredde på 2000)
- røntgenkilde med 100 kV og 100mA,
- 500 um Al og 38μm Cu filter.

- Prøvene ble rotert 180 ° rundt sin vertikale akse med en *rotational step* på 0.4 og *frame averaging* på 9.
- Eksponeringstid: 295 ms
- Skanne-tid: ca. 1 time per tann
- Rekonstruksjonstid: ca. 1 time per tann

En *flat field correction* (standard teknikk brukt innen digital bildebehandling som fjerner artefakter fra 2-D bilder som er forårsaket av variasjoner i pixel-til-pixel sensitiviteten i detektoren og/eller feilkilder i den optiske [her radiografiske] banen) ble utført før hver skanning (27). Røntgen dempningskoeffisientene ble rekonstruert med SkyScan programvare (NRecon) til koronal-orienterte serie-tomogrammer ved hjelp av en modifisert algoritme (49) med følgende generelle innstillinger:

- *Beam hardening* på 25%,
- *Ring correction* på 20 og
- dempningskoeffisient intervall på 0.00 - 0.05.

Det resulterende histogrammet ble brukt for å avgjøre en såkalt binær terskel på 50- 255 (48).

Etter hver skanning ble tenner umiddelbart overført til et kulderom med en konstant temperatur på 4°C for lagring i en 70% EtOH (Oslo, Norge) humidior. Dette ble gjort i tilfelle det var behov for reskanning av tenner. Tennene var aldri i fysisk kontakt med etanolbadet, og fordampet etanol ble erstattet med jevne mellomrom.

SkyScan programvare (CTan og CTvol) ble så anvendt for ekstraksjon av geometriene for å kunne kvantifisere og utføre kvalitativ evaluering av datasettene.

Tennene ble analysert av to odontologistudenter i løpet av 7-9 semester. Følgende data ble registrert:

1. Tannens lengde, fra apeks til CEJ og fra apeks til kusp topp:
  - Siste apikale snitt med synlig dentin ble definert på Ctan som apeks og subtrahert med verdien ved CEJ for å finne lengden fra apeks til CEJ. CEJ ble definert som det siste tverrsnittssnittet av tannen med en tynn sammenhengende emalje, før overgangen til dentin. Det samme ble gjort

fra apeks til kusp topp for å finne hele tannens lengde. Deretter ble lengden fra pulpahorn til kusp topp målt, hvor øverste begrensning av pulpahornet ble definert som det første snittet med synlig pulpakavum.

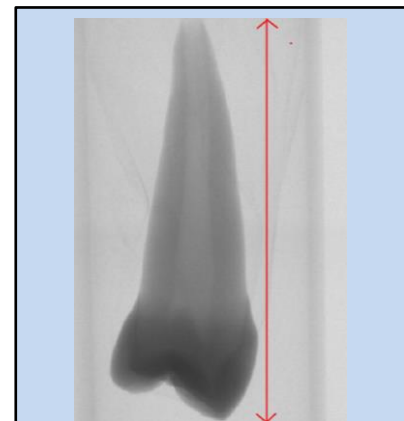
2. Dentintykkelse og kanalbredde ved CEJ, halvveis og 1.5 mm før og etter furkasjonen og 2 mm fra apeks:
  - Den tynneste dentintykkelsen ble målt vha Ctan ved CEJ, halvveis mellom kusp topp og apeks og 2 mm fra apeks i enrotige tenner.
  - I flerrotige tenner ble dentintykkelse målt ved CEJ, 1.5mm før og etter furkaturen og 2 mm fra apeks.
  - Kanalbredde ble målt sentralt i MD og FL/FP-retning. Ved utydelige kanalbredder ble den minste avstanden registrert.
3. Registrere antall og form ved CEJ i henhold til definisjon til Liu *et al.* (31)
4. Måle avstanden mellom rotkanalåpningene ved CEJ
6. Klassifisere rotkanal konfigurasjonen i henhold til Vertucci *et al.* (50) og Gulabivala (17) antall kanaler og plassering (42)
7. Registrere og sammenligne foramina apikale og apikale forgreninger (aksessoriske foramina) (51)
8. Identifisere og sammenligne tilstedværelsen og lokalisasjon av furkasjonskanaler, lateral kanaler(52), isthmuser (31, 53), C-shaped kanaler (54), og andre anatomiske variasjoner.

## 1.1 Lengder

### 1.1.1 Kusp til Apeks

Bukkale, palatinale/linguale kuspetopper samt apeks ble definert på Ctan utifra det siste snittet man kunne se henholdsvis hårdvev apikalt og koronalt. Differansen mellom de to punktene ble så registrert (figur 8).

I noen av tennene var den linguale/palatinale kusen fusjonert med den bukkale kusen og dermed umulig å registreres. I disse tilfellene ble kun differansen mellom bukkale kuspetopp til apeks registrert.

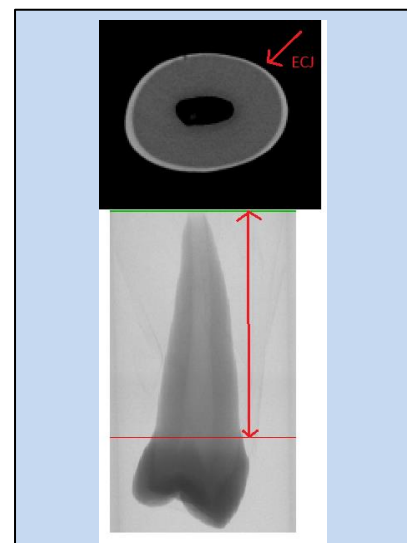


**Figur 8** Kusp-apex differansen

### 1.1.2 CEJ til Apeks

Lengden fra røntgenologisk apeks til emaljeseementgrensen (CEJ) ble registrert på CTan. CEJ representerer den anatomiske grensen mellom krone- og rotoverflaten og defineres som området der emalje går over til cement cervikalt på tannen.

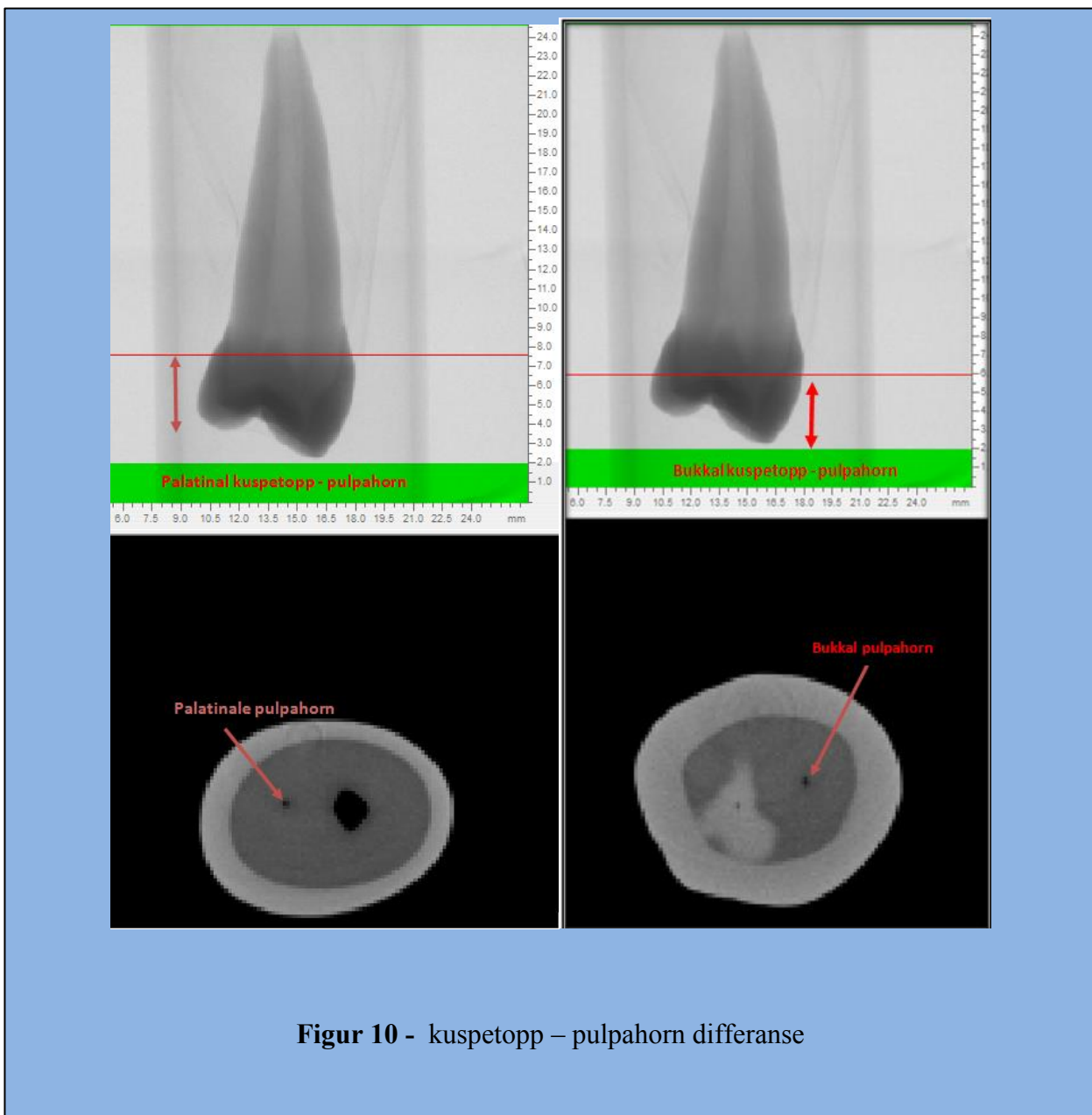
I dette studiet ble CEJ definert som å være på det snittet hvor man sist ser en kontinuerlig ring av emalje. Deretter ble differansen mellom apeks og CEJ registrert (figur 9). I flerrotige tenner (TR) ble de bukkale og palatinale/linguale distansene registrert hver for seg (BuccalTR og PalatinalTR).



**Figur 9** ECJ-apex-differansen

### 1.1.3 Kusetopp til Pulpahorn

Bukkale, palatinale/linguale kusetopper samt pulpahorn ble definert på CTan (figur 10). Lengden fra pulpahorn til kusetopp ble målt, hvor øverste begrensning av pulpahornet ble definert som det første snittet med synlig pulpakavum og kusetopp ble definert på det siste koronale snittet der emalje var synlig. I noen av tennene var den linguale/palatinale kusen udefinert da den var smeltet sammen med den bukkale kusen og dermed vanskelig å registrere. I disse tilfellene ble kun lengden mellom bukkale kusetopp til pulpahorn registrert.

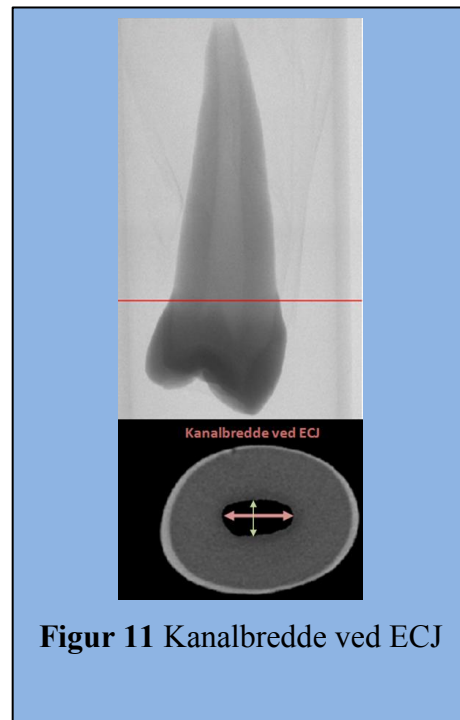


Figur 10 - kusetopp – pulpahorn differanse

## 1.2 Kanalbredder

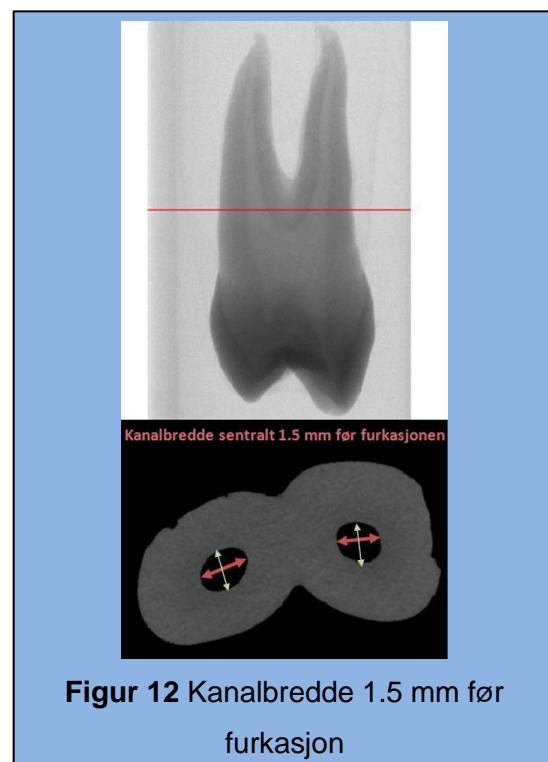
### 1.2.1 Kanalbredde ved CEJ

Kanalbredden ved CEJ ble registrert på CTan. Kanalbredden ble registrert sentralt i kanalen i fasio-lingual og mesio-distal retning (figur 11). enkelte tenner var kanalbredden ved CEJ udefinert grunnet liten åpning, og i disse tilfellene ble tannen ekskludert.



### 1.2.2 Kanalbredde 1.5 mm før furkasjon

Kanalbredden på rotkanalene blant flerrotige tenner ble registrert 1,5 mm før furkasjonen på CTan. Furkasjonen defineres som delingspunktet på en tann med to eller flere røtter (43). Kanalbredden ble målt og registrert i både mesio-distal og fasio-palatinal/lingual retning (Figur 12). I noen av tennene var kanalåpningene udefinerte og umulige å registrere 1,5 mm før furkasjonen. Kun tenner med definert kanalåpninger ble registrert og tatt med i våre statistiske beregninger.

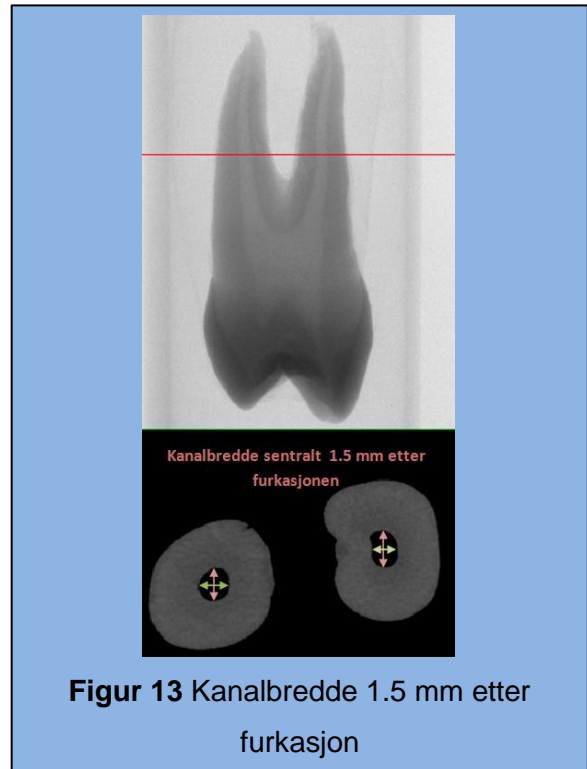




### 1.2.3 Kanalbredde 1.5 mm etter furkasjon

Kanalbredden 1,5 mm etter furkasjonen ble registrert på CTan ved å registrere verdiene 1,5 mm apikalt for furkasjonen.

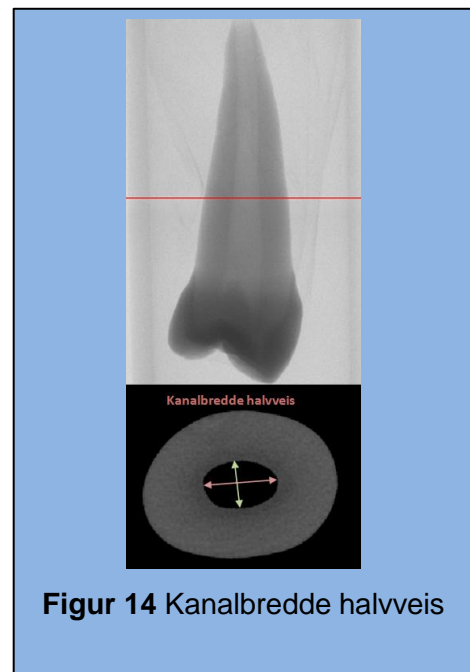
Kanalbreddene ble registrert sentralt i fasio-lingual/-palatinal og mesio-distal retning (Figur 13). Enkelte kanaler ble ekskludert av anatomiske årsaker, som atypisk kanalform (bl.a. C-shape) og kort rotlengde (enkelte rotåpne tenner) som ga manglende rot 1,5 mm etter furkasjonen. Kontralateralen ble i disse tilfellene også ekskludert.



### 1.2.4 Kanalbredde halvveis på enkle røtter

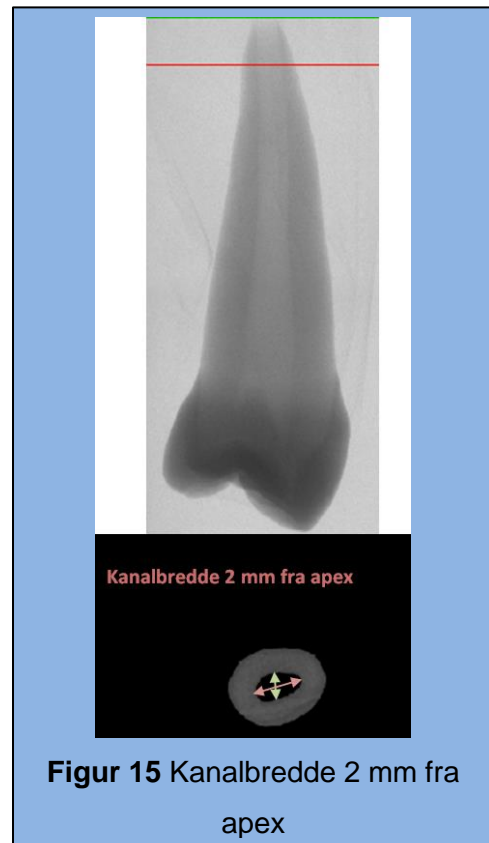
Først ble rotlengden (CEJ-apeKS) blant tenner med enkelterøtter definert på CTan. Videre ble halvveis rotlengde definert ved å dividere verdien på rotlengden på 2. Deretter ble kanalbredden ved dette nivået målt i mesio-distal retning og fasio-palatinal/lingual retning og registrert i mm (Figur 14).

I noen av tennene var kanalåpningene udefinerte, smeltet sammen og dermed vanskelig å registrere halvveis. I disse tilfellene ble kun de med definert verdi registrert og tatt med for statistiske beregninger.



### 1.2.5 Kanalbredde 2.0 mm fra apeks

Kanalbredden 2 mm fra apeks ble registrert på CTan ved og først definere apeks som nevnt i pkt. 2.2 og deretter substrahere 2 mm fra verdien. Kanalbredden ble registrert sentralt i kanalen i fasiolingual/palatinal og mesiodistal retning (figur 15). Enkelte kanaler ble ekskludert av anatomiske årsaker, som atypisk kanalform (som C-shape), små kanaler som vanskeliggjorde registrering og radikulær den invaginatus. I disse tilfellene ble også kontralateralen ekskludert grunnet manglende verdi for sammenligning.

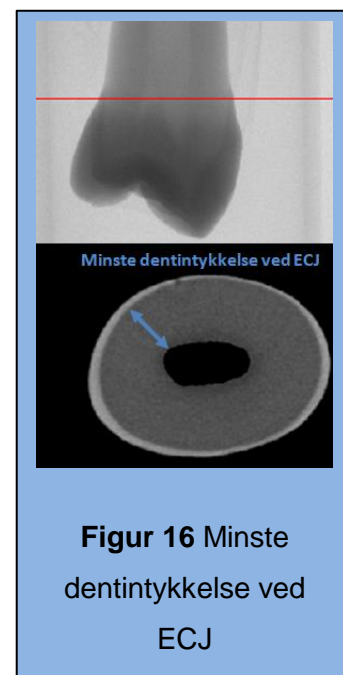


## 1.3 Dentintykkelser

### 1.3.1 Dentintykkelse ved CEJ

Bukkale, palatinale/linguale rotkanalåpninger ble definert på CTan på nivå med CEJ. Den minste dentintykkelsen ble målt (mm) og registrert (figur 16).

I noen av tennene var kanalåpningene udefinerte, og dermed vanskelig å registrere ved CEJ. I disse tilfellene ble kun de med definerbare kanalåpninger ved CEJ registrert og tatt med for statistiske beregninger.



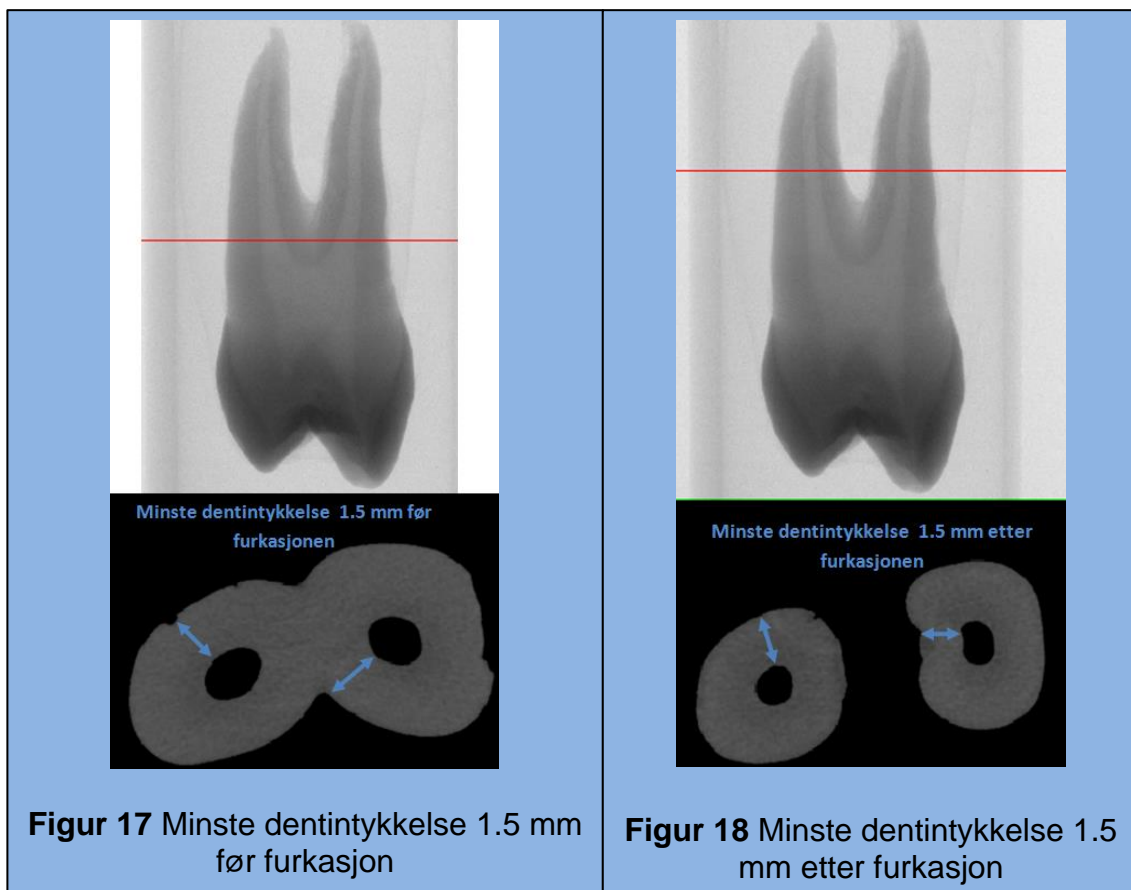
### 1.3.2 Minste dentintykkelse 1.5 mm før furkasjon

Den minste dentintykkelsen 1,5 mm før furkasjonen ble målt i tenner med furkasjon ved hjelp av CTan i både den palatinale og bukkale roten (figur 17) Tenner uten kontralaterale verdier ble ekskludert.

### 1.3.3 Minste dentintykkelse 1.5 mm etter furkasjon

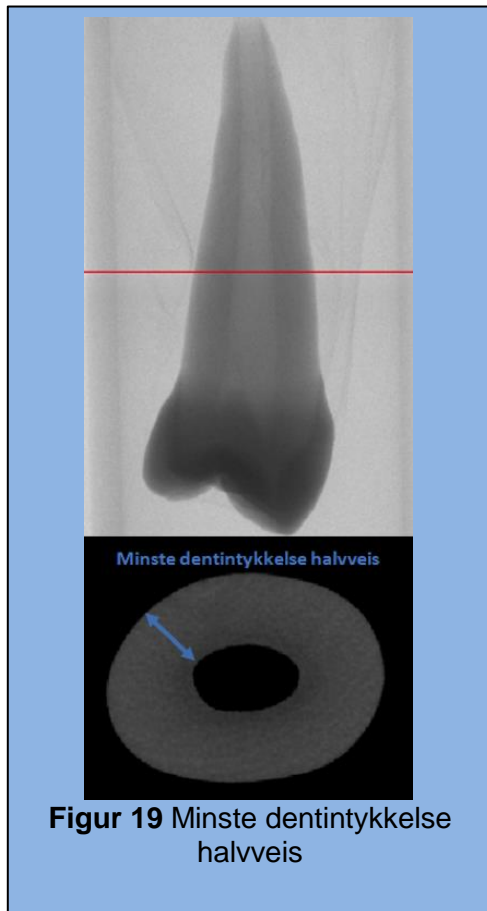
Rotakanalene blant flerrotet tenner ble definert 1,5 mm etter furkasjonen på CTan. Deretter ble den minste dentintykkelsen i mesio-distal retning og fasio-palatal/lingual retning målt og registrert i mm (figur 18).

I noen av tennene var kanalåpningene udefinerte, smeltet sammen og dermed vanskelig å registrere 1,5 mm etter furkasjonen. I disse tilfellene ble kun de med definerbare



### 1.3.4 Minste dentintykkelse halvveis

Den minste dentintykkelsen halvveis i enkeltrotige tenner ble registrert ved hjelp av CTan (figur 19). Tannens halvdistanse ble regnet ut ved å dividere lengden fra apeks til kusetopp på to. Tenner uten kontralaterale verdier ble ekskludert



### 1.3.5 Minste dentintykkelse 2.0 mm fra apeks

Minste dentintykkelse 2,0 mm fra radiologisk apeks ble definert på Ctan. Minste dentintykkelse ble videre registrert i fasio-lingual/palatinal og mesio-distal retning (figur 20). Enkelte verdier ble ekskludert av anatomiske årsaker, som atypisk kanalform (f.eks. C-shape), små kanaler og ett tilfelle av radikulær invaginasjon (dens-indente) som vanskeliggjorde registrering. I disse tilfellene ble også kontralateralen ekskludert grunnet manglende verdi for sammenligning.

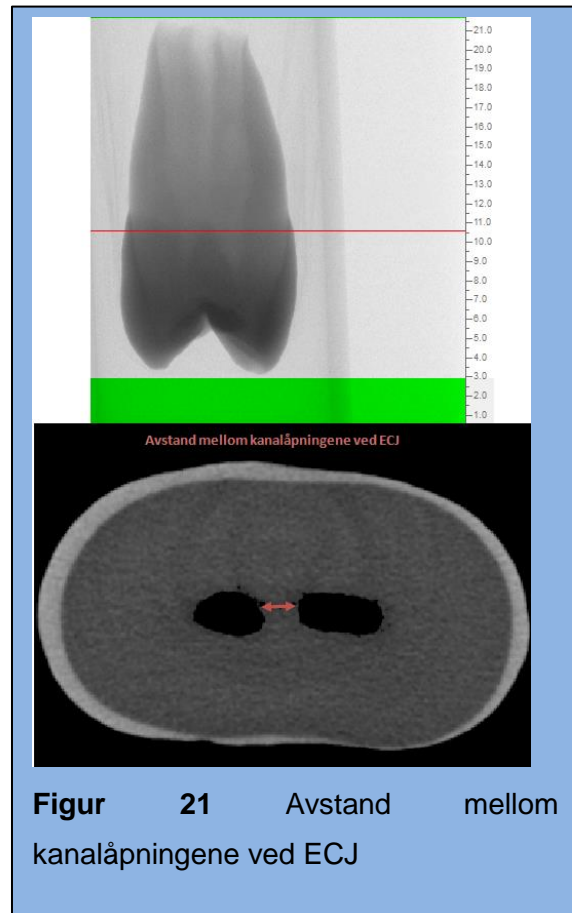
### 1.4 Type og antall kanalåpninger

Antall kanalåpninger og form på kanalåpningene ble evaluert og registrert med CTan på nivå med CEJ.

### 1.5 Avstand mellom kanalåpningene ved CEJ

Avstanden mellom bukkale og palatinale/linguale kanalåpninger ble målt på nivå med CEJ i de tennene med mer enn en rotkanal (figur 21).

I enkelte av tennene var kanalåpningene udefinierbare og dermed umulige å registrere ved CEJ. I disse tilfellene ble kun de med definerbare avstander mellom kanalåpningene registrert og tatt med for statistiske beregninger.



### 1.6 Rotkanalkonfigurasjon og antall kanaler

Rotkanalenes konfigurasjoner ble klassifisert i henhold til Vertucci *et al.* (50) og Gulabivala *et al.* (17) sine klassifiseringstabeller. Konfigurasjonene i kontralateralene ble sammenliknet. Enkelte kanaler ble ekskludert av anatomiske årsaker som radikulære invaginasjoner. I disse tilfellene ble også kontralateralen ekskludert grunnet manglende verdi for sammenligning.

## **1.7 Apikale tredjedel**

Den apikale tredjedel på roten ble definert ved å dele lengden fra apeks til CEJ på tre. Registreringen ble gjort ved hjelp av programmet CTan. For flerrotige tenner ble den apikal tredjedel definert for både bukkale og palatinale rot.

### **1.7.1 Antall og plassering av foramen apikale**

Foramen apikale ble definert som hoved utførselsgangen til rotkanalen apikalt. Ved tydelig deling av hovedkanalen ble ekstra utførsels ganger definert som en tilleggs foramen apikale. Antall og plasseringen til apikal foramen ble identifisert på rotnivå, som igjen ble sammenlignet mellom kontralateralene.

#### **1.7.1.1 Aksessoriske foramina/foramina minor**

Aksessorisk foramina ble definert som utførsels ganger til avgreninger fra hovedkanalen som befinner seg i nedre 1/3-del av roten. Den apikale tredjedel på roten ble definert ved å dele lengden fra apeks til CEJ på tre. Registreringen ble gjort ved hjelp av programmet CTan. For flerrotige tenner ble den apikal tredjedel definert for både bukkale og palatinale rot.

Antall aksessorisk foramen ble sett på tannivå og rotnivå og tilstedeværelse og antall aksessorisk foramina ble identifisert på Ctan og registrert. Videre ble antall aksessorisk foramina mellom kontralateralene sammenlignet.

## **1.8 Anatomiske variasjoner**

Tilstedeværelse og sammenligning av følgende variasjoner ble foretatt: C-formede kanaler, aksessoriske kanaler (patente og ikke-patente), isthmuser (eid på godt norsk), radikulæ dens invaginat og molarisering.

### **1.8.1 C-shaped kanaler**

C-formet rotkanalsystem er definert som morfologi av et horisontalt tverrsnitt som danner en C (46, 55). Modifisert Meltons klassifiseringssystem (46) (Fans anatomiske klassifisering) ble valgt. C-form ble evaluert og registrert ved hjelp av Ctan. Hyppighet og klassifiseringer ble registrert:

- C1: Formen er en kontinuerlig C form med ingen oppsplitting.
- C2: Kanal formen likner en semikolon form, som skyldes brudd i C-formingen, hvorav en hoved kanal og en mindre kanal oppstår.
- C3: To (C3d) eller tre (C3c) separate kanaler.
- C4: Kun en rund eller oval kanal i en C-formet rot
- C5: Ingen kanal åpning kan bli observert.

### 1.8.2 Aksessoriske kanaler

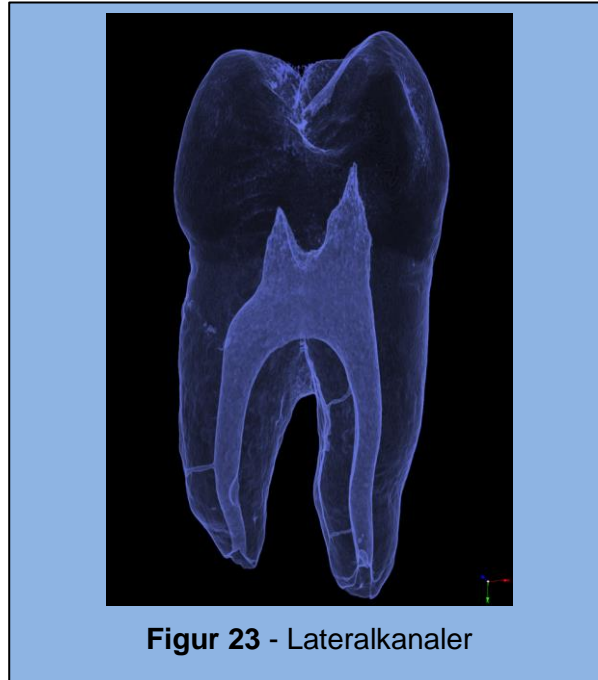
Tilstedeværelse av laterale kanaler ble identifisert i individuelle og kontralaterale tenner med hensyn til både antall og plassering i rotkanalen. Aksessoriske kanaler (patente og non-patente) ble inndelt i hhv *furkasjonskanaler*, *laterale kanaler*, eller *apikale forgreninger* avhengig av hvor i rotkanalsystemet de befant seg.

En furkasjonskanal er en aksessorisk kanal lokalisert i furkasjonen. Både patente og ikke-patente furkasjonskanalene ble identifisert (Figur 22) Ikke-patente furkasjonskanaler er furkasjonskanaler uten sammenhengende forbindelse til rotoverflaten. Videre ble antall tenner med furkasjonskanaler og plasseringen registrert.

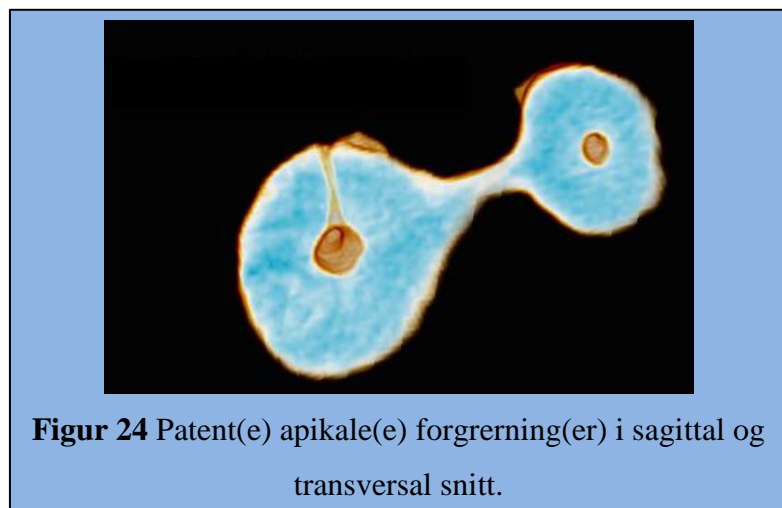


**Figur 22** - Furkasjonskanal på den bukkale roten utvendig og ved sagittal tversnitt

Aksessoriske kanaler koronalt fra øverste tredjedel av tannroten til siste tredjedel ble definert som laterale kanaler. Laterale kanaler er definert som en aksessorisk kanal som uavbrutt går fra pulpa med utgang til rotoverflaten (Figur 23).



Apikale forgreninger [Figur 24] defineres her som alle aksessoriske kanaler som befinner seg i de siste tredjedel av tannroten. Apikale forgreninger ble identifisert både på tannnivå og rotnivå, med tanke på tilstedeværelse, antall og plassering.



Kontralaterale tenner ble sammenlignet for alle tre overnevnte aksessoriske kanaler.

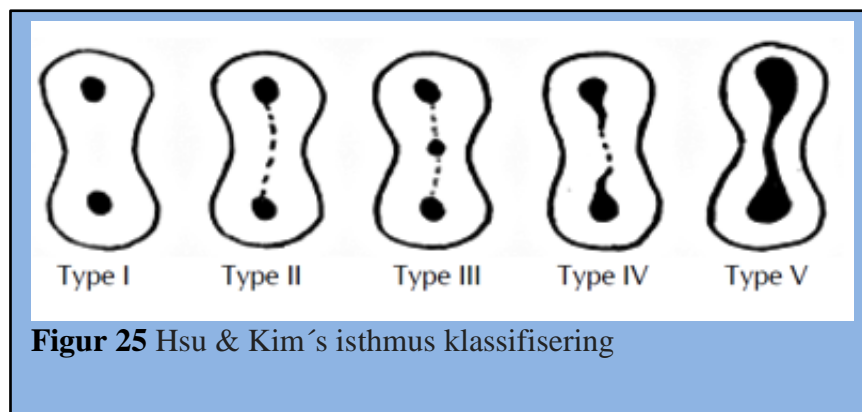


### 1.8.3 Isthmus

Isthmus defineres som en bånd-formet forbindelse, transvers anastomose eller en forbindelse mellom to rotkanaler (44). Den kan også finne sted mellom to kanaler i samme rot. Klassifisering av isthmus har blitt beskrevet og klassifisert av Hsu & Kim *et al.* (44) og ble brukt i denne oppgaven (Figur 25)

1. Type I - er to eller tre kanalene uten tydelig kommunikasjon.
2. Type II - er to kanaler som har en klar sammenheng mellom de to hovedkanalene.
3. Type III er tre kanaler som har en klar sammenheng mellom disse.
4. Type IV er når kanalene strekker seg inn i isthmus området.
5. Type V- er ekte kommunikasjonen eller forbindelse i hele snittet.

Isthmus type-klassifisering ble definert og registrert på Ctan før videre sammenligning mellom kontralateralene.



**Figur 25** Hsu & Kim's isthmus klassifisering

### 1.8.4 Andre anatomiske funn

Det ble også registrert uvanlige anatomiske funn av type radikulær invaginasjon.

### 1.9 Statistiske metoder

Den statistiske programvarepakken Sigmaplot 12.0 (San Jose , California) ble brukt til å teste for normalitet (Shapiro-Wilk) og teste likheten av gjennomsnittene med t-test ,  $p < 0.050$ . Den statistiske analysen oppga også antall (n), standardavvik,

maks- og min-verdier. Hvis normalitet mislyktes (Shapiro-Wilk,  $p < 0.05$ ), ble den ikke-parametriske Mann-Whitney Rank Sum testen utført ( $p < 0.05$ ).

Snittforskjellen (mean difference) mellom snittene til de forskjellige kontralateralparamenterene ble utregnet og testet for normalitet (Shapiro-Wilk,  $p < 0.05$ ). One-Sample t-test ble gjennomført med en testverdi på null på det hypotetiske populasjonssnittet ( $p < 0.05$ ). Ved mislykket normalitetstesting ble det utført en One-Sample Signed Rankt test ( $p < 0.05$ ).

Nullhypotesen ( $H_0$ ) er at kontralateralene er statistisk signifikant forskjellige for de enkelte parameterne.

## Results

### 1.10 Lengder

Figur 27 A – G viser box plot av kontralaterale verdier.

#### 1.10.1 Kusp til Apeks

Etter måling av lengden fra cusp til apex, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 1 og 2 for resultater.

Tenner ble separert etter antall røtter – enrotige (ER) og torotige (TR) – i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinale kuser (B og P). Snittlengder (mm) med standardavvik (SD) for hhv. ER\_B\_1&2 og ER\_P\_1&2 var 22.23 (2.56) og 21.05 (2.69). Snittlengden (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_1&2 og TR\_P\_1&2 var 21.16 (1.94) og 20.17 (1.78).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom snittene mellom kontralateralene blant hverken ER\_B og ER\_Ps lengder ( $p = 0.301$  og  $p = 0.285$ ) eller TR\_B og TR\_P ( $p = 0.214$  og  $p = 0.170$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjell til ER\_B/P og TR\_B/P ( $p < 0.001$ ).

#### 1.10.2 CEJ til Apeks

Etter utregning av avstanden fra CEJ til apeks, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 3 og 4 for resultater.

Tenner ble separert etter antall røtter – enrotige (ER) og torotige (TR) – i høyre eller venstre kontralateral (1 og 2). Torotige tenner ble videre inndelt i bukkale

og palatinale røtter (B og P). Snittlengder (mm) med (SD) for ER\_1&2 var 15.28 (2.42). Snittlengden (mm) og SD for hhv. TR\_B\_1&2 og TR\_P\_1&2 var 13.61 (1.87) og 13.86 (1.82).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom snittene til kontralateralene mellom hverken ERs lengder ( $p=0.085$ ) eller TR\_B og TR\_P ( $p=0.438$  og  $p=0.480$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene i lengde mellom CEJ til apeks for både ER og TR\_B/P ( $p<0.001$ ).

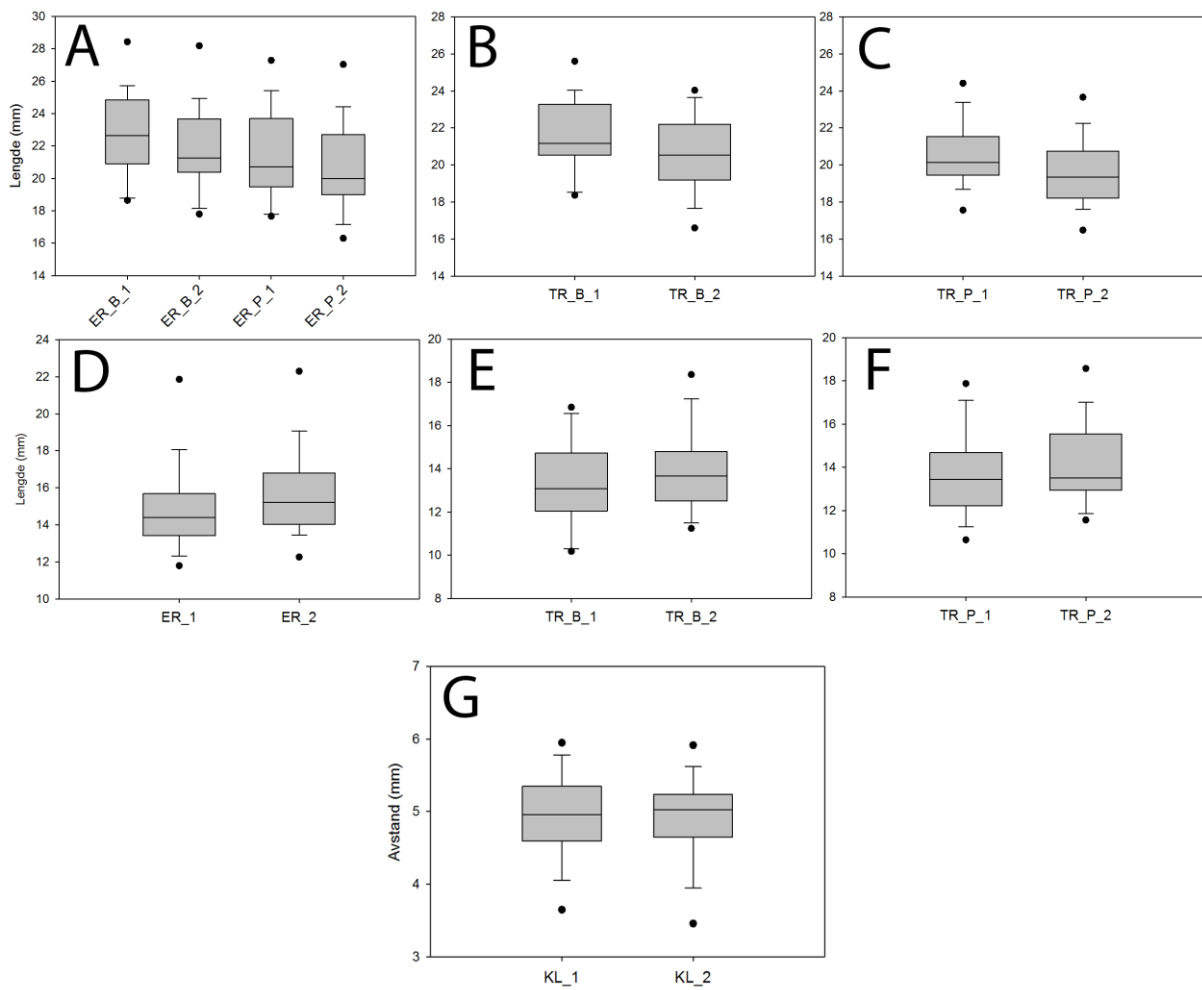
### **1.10.3 Kuspetsopp til pulpahorn**

Etter måling av lengder fra kuspetsopper til pulpahorn, ble bukkale og palatinale verdier kombinert og kontralaterale (KL) verdier sammenlignet med hverandre (KL\_1 versus KL\_2). Se tabell 5 for resultater.

Snittavstander (mm) med standardavvik (SD) for KL\_1&2 var 4.91 (0.67)

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik i mellom snittene mellom kontralateralene KL\_1 og KL\_2 ( $p=0.917$ )

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene til KL\_1 og KL\_2 ( $p<0.001$ ).



Figur 27 A-G – (A-C) viser kusp til apeks for enrotige (ER) og torotige (TR) premolarer (B= bukkal; P: palatinal cusp). (D-F) er CEJ-apeks. (G) er kusp til pulpa.

## 1.11 Kanalbredder

Figur 28 A-J viser box plot av kanalbreddene til kontralateralene sammenlignet.

### 1.11.1 Kanalbredde ved CEJ

Etter måling og registrering av kanalbredder ved CEJ i fasio-lingual/palatinal (FL) og mesio-distal (MD) ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 6 og 7 for resultater.

Tenner ble igjen separert etter antall røtter – enrotige (ER) og torotige (TR) – i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Torotige tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinal røtter (B og P). Snittbredder (mm) med (SD) for hhv. ER\_FL\_1&2 og ER\_MD\_1&2 var 2.59 (0.59) og 1.26 (0.75). Snittbredder (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_FL\_1&2, TR\_B\_FL\_1&2, TR\_B\_FL\_1&2 og TR\_B\_FL\_1&2 var 2.42 (1.00), 1.03 (0.28), 0.99 (0.76), 0.67 (0.23).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom breddesnittene til kontralateralene når det gjaldt hverken ER\_FL og ER\_MD lengder ( $p=0.254$  og  $p=0.189$ ) eller TR\_B\_FL/MD ( $p=0.169/0.262$ ) og TR\_P\_FL/MD ( $p=0.100$  og  $p=0.330$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene i bredde for ER\_FL/MD og TR\_B/P\_FL/MD ( $p<0.001$ ).

### 1.11.2 Kanalbredde 1.5 mm før furkasjon

Etter måling og registrering av kanalbredder 1.5 mm før furkasjon i fasio-lingual/palatinal (FL) og mesio-distal (MD) ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 8 for resultater.

Tenner ble igjen separert etter antall røtter i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinal røtter (B og P). Snittbredder (mm) med (SD) for hhv. TR\_B\_FL\_1&2 og TR\_P\_FL\_1&2 var 1.13 (0.56) og 1.32 (0.50). Snittbredder (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_MD\_1&2 og TR\_P\_MD\_1&2 var 0.98 (0.30) og 0.91 (0.20).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom breddesnittene til kontralateralene når det gjaldt hverken TR\_B/P\_FL eller TR\_B/P\_MD ( $p=0.175/0.237$  og  $p=0.049/0.308$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene til TR\_B/P\_FL/MD ( $p < 0.01$ ).

### **1.11.3 Kanalbredde 1.5 mm etter furkasjon**

Etter måling og registrering av kanalbredder 1.5 mm etter furkasjon i fasio-lingual/palatinal (FL) og mesio-distal (MD) ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 9 for resultater.

Tenner ble igjen separert etter antall røtter i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinale røtter (B og P). Snittbredder (mm) med (SD) for hhv. TR\_B\_FL\_1&2 og TR\_P\_FL\_1&2 var 0.66 (0.37) og 0.96 (0.38). Snittbredder (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_MD\_1&2 og TR\_P\_MD\_1&2 var 1.14 (0.51) og 0.99 (0.33).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom breddesnittene til kontralateralene når det gjaldt hverken TR\_B/P\_FL eller TR\_B/P\_MD ( $p = 0.105/0.264$  og  $p = 0.442/0.264$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene til TR\_B/P\_FL/MD ( $p < 0.01$ ).

### **1.11.4 Kanalbredde halvveis på enkle røtter**

Etter måling og registrering av kanalbredde halvveis i enrotige (ER) tenner i både fasio-lingual/palatinal (FL) og mesio-distal (MD) ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 10 for resultater.

Tenner ble ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Snittbredder (mm) med (SD) for hhv. ER\_B\_FL\_1&2 og TR\_P\_FL\_1&2 var 2.85 (0.78) og 1.27 (0.34).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom breddesnittene til kontralateralene når det gjaldt hverken ER\_FL eller ER\_MD ( $p = 0.252$  og  $p = 0.379$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene til ER\_FL/MD ( $p < 0.01$ ).

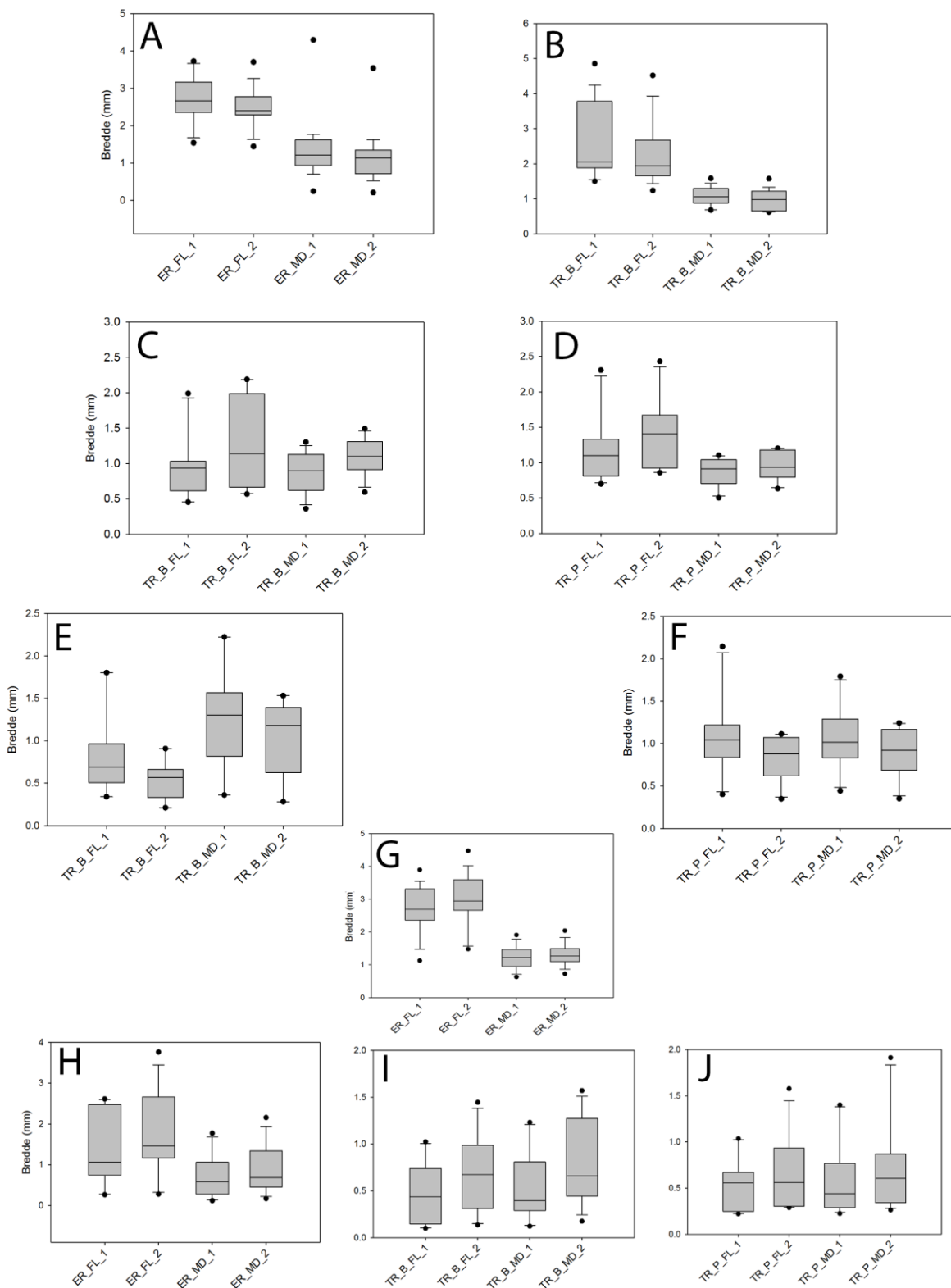
### 1.11.5 Kanalbredde 2.0 mm fra apeks

Etter måling og registrering av kanalbredder 2 mm før apeks i fasio-lingual/palatinal (FL) og mesio-distal (MD) ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 11 og 12 for resultater.

Tenner ble igjen separert etter antall røtter – enrotige (ER) og torotige (TR) – i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Torotige tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinal røtter (B og P). Snittbredder for kanaler 2.0 mm fra apeks til hhv. ER\_FL\_1&2 og ER\_MD\_1&2 var 1.56 (0.95) og 0.81 (0.55). Snittbredder (mm) med (SD) for hhv. TR\_B\_FL\_1&2 og TR\_P\_FL\_1&2 var 0.58 (0.39) og 0.62 (0.38). Snittbredder (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_MD\_1&2 og TR\_P\_MD\_1&2 var 0.66 (0.42) og 0.67 (0.47).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom breddesnittene til kontralateralene når det gjaldt hverken ER\_FL\_1&2 og ER\_MD\_1&2 ( $p=0.254$  og  $p=0.189$ ) eller TR\_B/P\_FL og TR\_B/P\_MD ( $p=0.153/0.200$  og  $p=0.108/0.330$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellene til ER\_FL/MD og TR\_B/P\_FL/MD ( $p<0.01$ ).



Figur 28 A-J – kanalbredder til kontralateraler i fasio-lingual/palatal (FL og MD retning). (A) og (B) er kanalbredder i nivå med CEJ, (C) er kanalbredder 1.5 mm før furkasjon I bukkale og (D) I palatinale røtter, (E) er 1.5 mm etter furkasjon I bukkale og (F) palatinale røtter, (G) er kanalbredder I ER premolarer halvveis på roten, (H-J) er bredder 2 mm før apeks, (H) ER premolaerer, (I) TR bukkale og (J) TR palatinale. Ingen signifikante forskjeller.



## 1.12 Dentintykkelser

Figur 29 A-I viser box plot av de forskjellige parameterene av dentintykkelser til kontralateralene sammenlignet.

### 1.12.1 Dentintykkelse ved CEJ

Etter måling av den minste dentintykkelsen ved CEJ for enrotige og torotige premolarer, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 13 og 14 for resultater.

Tenner ble separert etter antall røtter – enrotige (ER) og torotige (TR) – i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinale røtter (B og P). Snitt-tykkelser (mm) med standardavvik (SD) for ER\_1&2 var 1.88 (0.15). Snitt-tykkelsen (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_1&2 og TR\_P\_1&2 var 1.79 (0.21) og 1.94 (0.22).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom snittene mellom kontralateralene blant hverken ER eller TR\_B/P tykkelser ( $p=0.106$  og  $p=0.154/217$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjell til ER og TR\_B/P ( $p<0.001$ ).

### 1.12.2 Minste dentintykkelse 1.5 mm før furkasjon

Etter måling av den minste dentintykkelsen 1.5 mm før furkasjonen i torotige premolarer, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 15 for resultater.

Tenner separert den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinale røtter (B og P). Snitt-tykkelser (mm) med standardavvik (SD) for TR\_B\_1&2 var 1.14 (0.29) og for TR\_P\_1&2 var 1.21 (0.22).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom snittene mellom kontralateralene blant TR\_B/P tykkelser ( $p=0.250/0.237$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjell til TR\_B/P ( $p<0.01$ ).

### 1.12.3 Minste dentintykkelse 1.5 mm etter furkasjon

Etter måling av den minste dentintykkelsen 1.5 mm etter furkasjonen i torotige premolarer, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 16 for resultater.

Tenner ble inndelt i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Tenner ble videre inndelt i bukkale og palatinale røtter (B og P). Snitt-tykkelser (mm) med standardavvik (SD) for TR\_B\_1&2 var 0.78 (0.29) og for TR\_P\_1&2 var 1.02 (0.27).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom snittene mellom kontralateralene blant TR\_B/P tykkelser ( $p=0.428/0.337$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjell til TR\_B/P ( $p<0.001$ ).

### 1.12.4 Minste dentintykkelse halvveis

Etter måling av den minste dentintykkelsen halvveis i enrotige premolarer, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 17 for resultater.

Tenner gruppert i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). Snitt-tykkelser (mm) med standardavvik (SD) for ER\_1&2 var 1.42 (0.16).

Analyse av data med Students t-test gav statistikk signifikant avvik mellom snittene mellom kontralateralene blant ER tykkelser ( $p=0.034$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjell til TR\_B/P ( $p<0.001$ ).

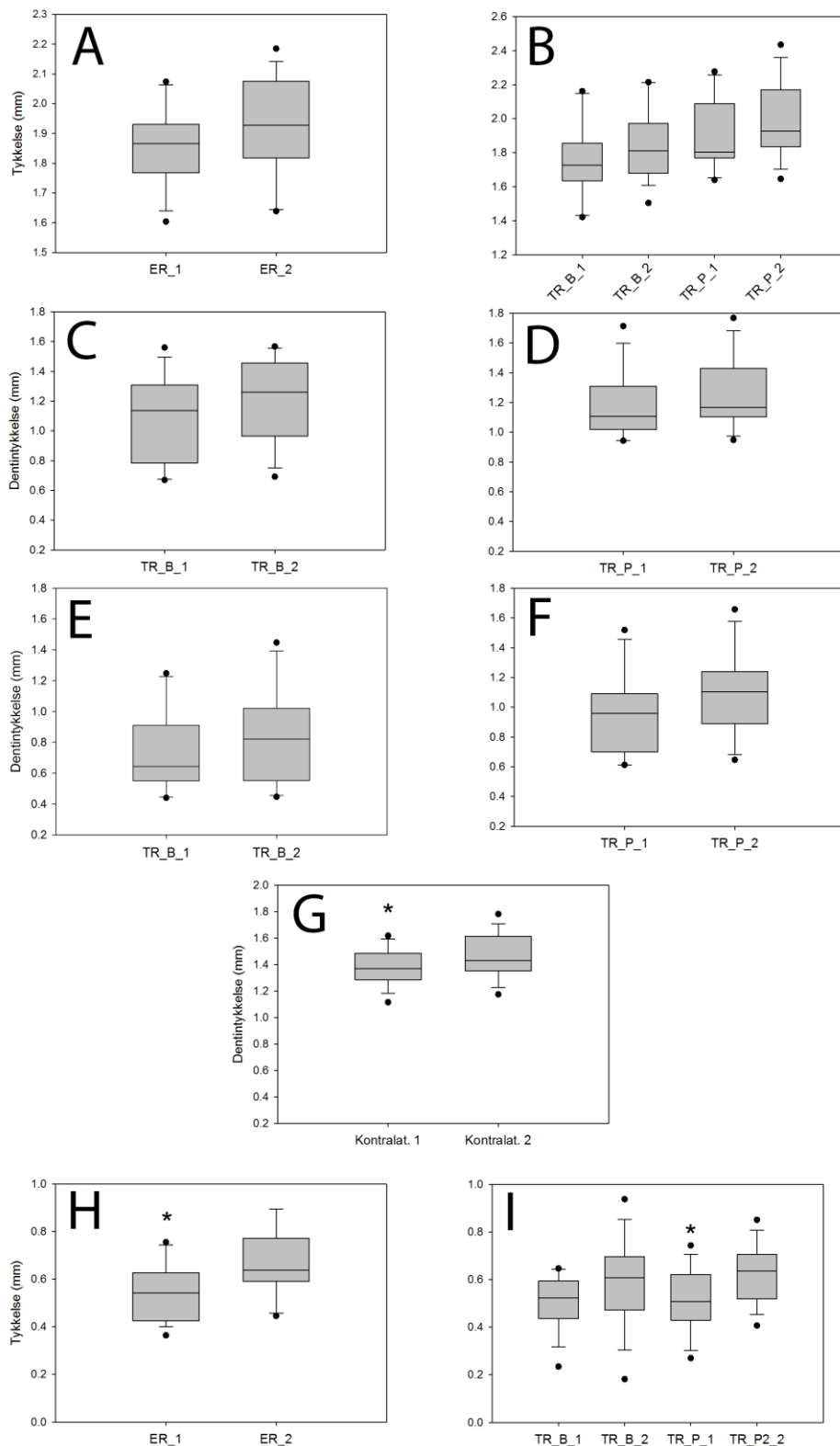
### 1.12.5 Minste dentintykkelse 2.0 mm fra apeks

Etter måling av den minste dentintykkelsen 2.0 mm fra apeks for enrotige og torotige premolarer, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 18 og 19 for resultater.

Tenner ble separert etter antall røtter – enrotige (ER) og torotige (TR) – i den ene eller andre kontralateralen (1 og 2). TR premolarer ble videre inndelt i bukkale og palatinale røtter (B og P). Snitt-tykkelser (mm) med standardavvik (SD) for ER\_1&2 var 0.61 (0.15). Snitt-tykkelsen (mm) og (SD) for hhv. TR\_B\_1&2 og TR\_P\_1&2 var 0.54 (0.15) og 0.57 (0.14).

Analyse av data med Students t-test gav ingen statistikk signifikant avvik mellom snittene for TR\_B tykkelser ( $p=0.202$ ). T-test av TR\_P og ER tykkelsene mellom kontralateralene gav statistikk signifikante avvik ( $p=0.0242$  og  $p=0.005$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjell til ER og TR\_B/P ( $p < 0.001$ ).



Figur 29 A-J – dentintykkelser til kontralateraler i fasio-lingual/palatinal (FL og MD retning). (A) og (B) er dentintykkelser i nivå med CEJ, (C) er kanalbredder 1.5 mm før furkasjon I bukkale og (D) I palatinal røtter, (E) er 1.5 mm etter furkasjon I bukkale og (F) palatinal røtter, (G) er kanalbredder I ER premolaerer halvveis på roten, (H-J) er bredder 2 mm før apeks, (H) ER premolaerer, (I) TR bukkale og (J) TR palatinal. \*  $p < 0.05$

### 1.13 Type og antall kanalåpninger

Ut av kontralaterale par (n = 39), var det totalt 25 par med lik type kanalåpninger (64.10%) og 34 par med likt antall kanalåpninger (87.18%). Figur 30 A-H viser oversikt over de forskjellige kanalåpningene.

Tabell 20 og 21 viser oversikt over antall kanalåpninger blant totalt 81 tenner, hvorav 49 tenner hadde kun en kanalåpning (60.49%) og 32 tenner hadde to kanalåpninger (39.51%).

| <b>Type og antall kanalåpninger blant totalt 81 tenner hvorav 78 tenner var par (39 par)</b> |                                     |                                                           |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                              | <b>Type kanal åpning<br/>(form)</b> | <b>Antall tenner</b>                                      | <b>Andel</b> |
| Figur 30 A                                                                                   | Oval                                | 62                                                        | 76.54 %      |
| Figur 30 B                                                                                   | Rund                                | 14                                                        | 17.28 %      |
| Figur 30 C                                                                                   | Triangulær                          | 9                                                         | 11.11 %      |
| Figur 30 D                                                                                   | Timeglass                           | 8                                                         | 9.88 %       |
| Figur 30 E                                                                                   | Bowling pinne                       | 8                                                         | 9.88 %       |
| Figur 30 F                                                                                   | Nyreformet                          | 6                                                         | 7.41 %       |
| Figur 30 G                                                                                   | Fiske-formet                        | 3                                                         | 3.70 %       |
| Figur 30 H                                                                                   | Pæreformet                          | 1                                                         | 1.24 %       |
| -                                                                                            | C-Form                              | 0                                                         | 0.00 %       |
| <b>Blant Kontralateraler (39 par)</b>                                                        |                                     |                                                           |              |
| <b>Type/form</b>                                                                             |                                     | <b>Antall</b>                                             |              |
| Antall kontralateraler med lik type kanalåpninger                                            |                                     | Antall kontralateraler (Par) med lik antall kanalåpninger |              |
| 25 (64.10%)                                                                                  |                                     | 34 (87.18%)                                               |              |

Tabell 20 - Type og antall kanalåpninger. Oversikt over de forskjellige type kanalåpninger blant totalt 81 tenner og 39 par. Av disse var det flest hyppighet av ovale kanalåpninger (62 tenner, 76.543 %).

| <b>Antall kanalåpninger totalt</b> | <b>1</b> | <b>2</b> |
|------------------------------------|----------|----------|
| <b>Antall tenner</b>               | 49       | 32       |
| <b>Andel tenner</b>                | 60.49%   | 39.51%   |

Tabell 21 - Antall og andel kanalåpninger.

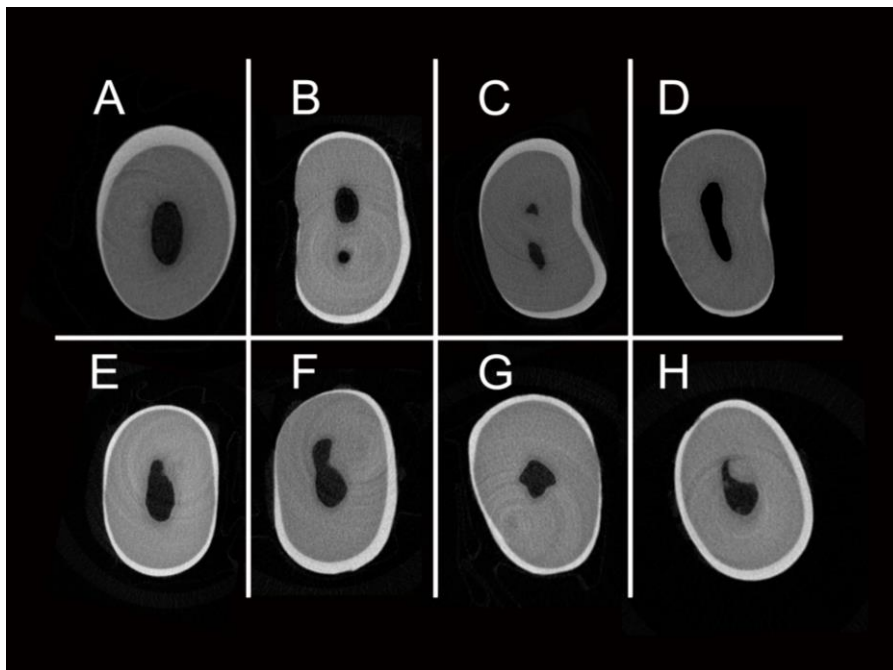
### 1.14 Avstand mellom kanalåpningene ved CEJ

Etter måling av avstanden mellom kanalåpninger der det forelå, ble kontralaterale verdier sammenlignet med hverandre. Se tabell 22 for resultater og figur 31.

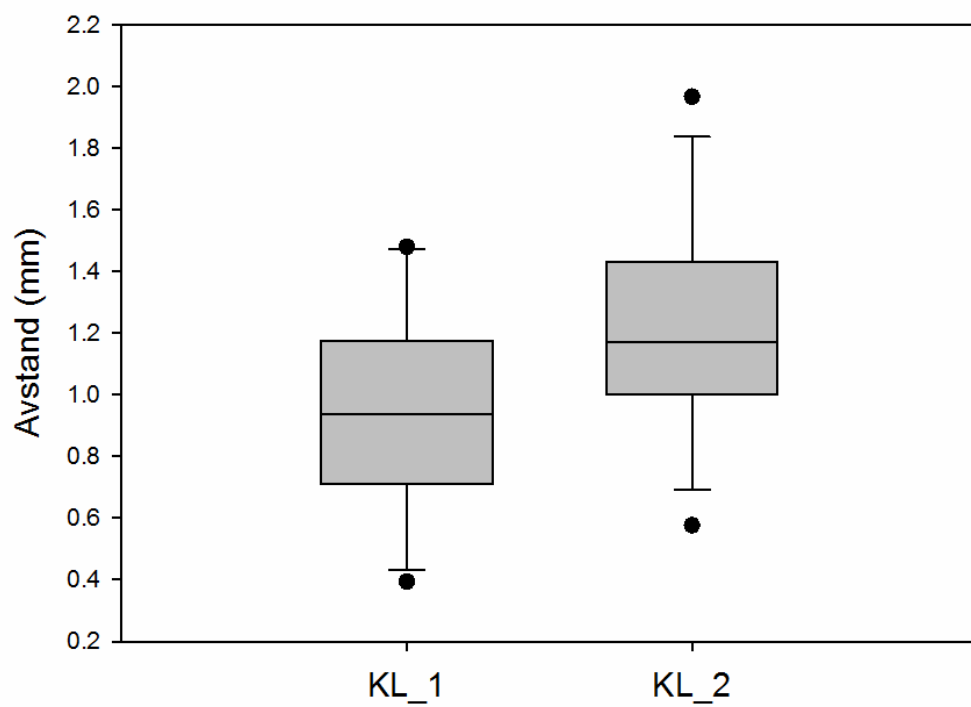
Tenner gruppert i den ene eller andre kontralateralen (kontralateral (KL) 1 og 2). Snitt-tykkelser (mm) med standardavvik (SD) for KL\_1&2 var 1.08 (0.37).

Analyse av data med Students t-test gav ikke statistikk signifikant avvik mellom gjennomsnittene mellom kontralateralene hva gjaldt avstand mellom kanalåpningene ( $p=0.055$ ).

Analyse av data med single sample t-test ga statistisk signifikante avvik for snittforskjellen til KL\_1&2 ( $p<0.001$ ).



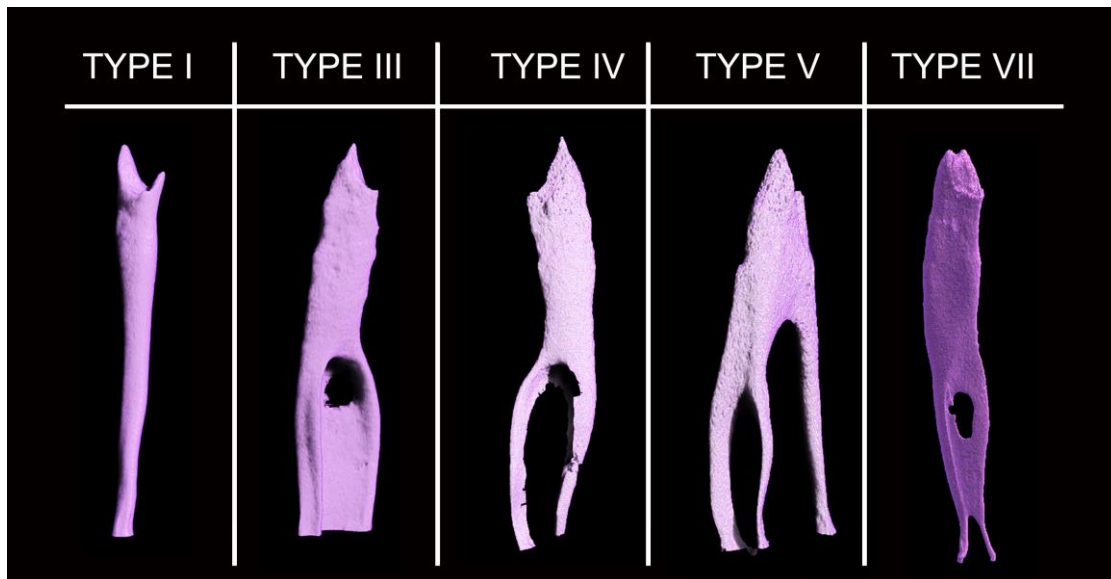
Figur 30 A-H – Oversikt over de forskjellige kanalåpningene.



Figur 31 – Box plot av kanalåpninger.

### 1.15 Rotkanalkonfigurasjon og antall kanaler

Figur 32 viser tredimensjonale bilder av de forskjellige klassifiseringstypene identifisert i dette studiet. Blant totalt 82 tenner var det 75 tenner med type I hvorav 32 par (64 tenner) med kontralateral hadde lik klassifiseringstype I ( $64/75=0.85$ ; 85 %).



Figur 32 viser oversikt over klassifiseringstypene representert i dette studiet. A og D) klassifiseringstype 1 (pulpavev og hele tannen), B og E) klassifiseringstype 3 (pulpavev og hele tannen) C og F) klassifiseringstype 5 (pulpavev og hele tannen).

Det samme gjaldt klassifiseringstype VII, hvorav 2 tenner av totalt 82 tenner (1 par med kontralateraler) hadde lik type (Tabell 23).

Totalt var det 33 par som hadde lik klassifiserings type (33/39) dvs 84.62%.

Når det gjelder klassifiseringstype III og V med forholdsvis 3 og 2 tenner i hver gruppe ( $5/82 = 0.061$ , 6.09%), var det ingen likhet mellom kontralateralene. For gruppe IV var det 6 tenner med denne type konfigurasjon 4 av tennen var kontralaterale par med identisk konfigurasjon.

|                       | Type I | Type III | Type IV | Type V | Type VII | Totalt |
|-----------------------|--------|----------|---------|--------|----------|--------|
| <b>Antall tenner</b>  | 75     | 3        | 6       | 2      | 2        | 82     |
|                       | 91.46% | 3.66%    | 7.31%   | 2.44%  | 2.44%    | 100%   |
| <b>Antall kanaler</b> | 1      | 1-2-1    | 2       | 1-2    | 1-2-1-2  |        |

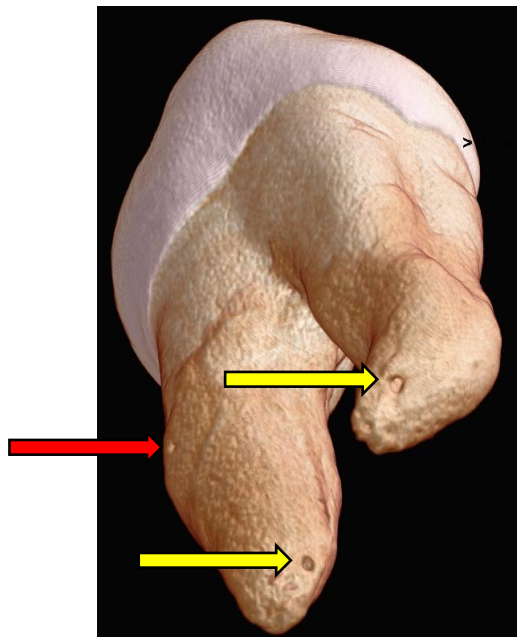
Tabell 23 - Oversikt over totalt 82 tenner med de forskjellige identifiserte klassifiseringstypene.



## 1.16 Apikale tredjedel

### 1.16.1 Antall og plassering av foramen apikale

Tabell 24 viser oversikt over antall apikal foramen blant 113 røtter. 110 av røttene (97.35 %) hadde 1 apikal foramen, resterende hadde 2 foramina apikale (3.54 %) (Figur 34) Blant 54 par kontralateraler var det likt antall foramen apikale i 46 (85.18%) av tilfellene. I 23 av 113 røttene (20.35%) ble apikal foramina lokalisert lateralt (figur 33)



Figur 33 – Tredimensjonal fremstilling fra mikro-CT snitt av apices til maksillær premolar med tydelige utgagner til både lateral kanal (rød pil) og foramina apikale. Foramen apikale ligger plassert lateralt for apex både i mesiale og distale rot (gule piler).

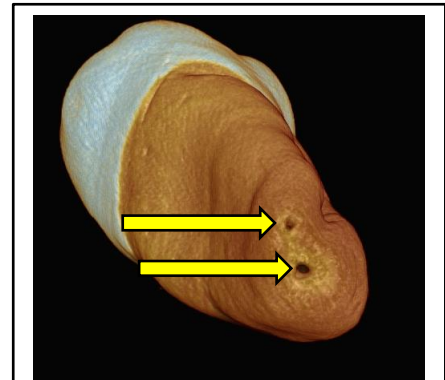


Figure 34 – Premolar med to tydelige foramina apikale (gule piler).

#### 1.16.1.1 Aksessoriske foramina apikale

Tabell 25 viser oversikt over antall aksessorisk foramina på rotnivå. I alt hadde 38.05 % av røttene ikke aksessorisk foramina, mens deresterende røtter hadde høyest hyppighet av en aksessorisk foramen (29.20 %).

Tabell 26 viser oversikt over antall og andel aksessoriske foramen mellom kontralateralene. Blant totalt 82 tenner, var det 55 tenner med aksessorisk foramen (67.07 %). Totalt var det 23 kontralateraler par (58.97 %) med aksessoriske foramina. Videre var det kun 12 par med likt antall aksessorisk foramen, det vil si 52.17 % av kontralateralene med aksessorisk foramen hadde likt antall aksessorisk foramen i en eller begge røttene.

| Aksessorisk foramina | Totalt (røtter) | 0       | 1      | 2     | 3     | 4     | >4    |
|----------------------|-----------------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 113             | 43      | 33     | 8     | 11    | 10    | 8     |
|                      |                 | 38.05 % | 29.20% | 7.08% | 9.74% | 8.85% | 7.00% |

Tabell 25 – Antall og fordeling av aksessoriske foramina apikale i undersøkte røtter.

| Aksessorisk foramen blant totalt 82 tenner hvorav 78 tenner var par (39 par) |                                       |                                                                              |                                               |                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              | Totalt tenner med aksessorisk foramen | Kontralateraler (par) med likt funn (begge har/har ikke aksessorisk foramen) | Kontralateraler (par) med aksessorisk foramen | Likt antall aksessorisk foramen blant en eller begge røttene blant kontralateralene (parene) |
| <b>Antall</b>                                                                | 55                                    | 30/39                                                                        | 23/29                                         | 12/23                                                                                        |
| <b>Andel</b>                                                                 | 67,07%                                | 76,92%                                                                       | 58.97%                                        | 52.17%                                                                                       |

Tabell 26 – Evaluering av tilstedeværelse av tilstedeværelse og antall aksessoriske foramina apikale i kontralaterale par.

## 1.17 Anatomiske variasjoner

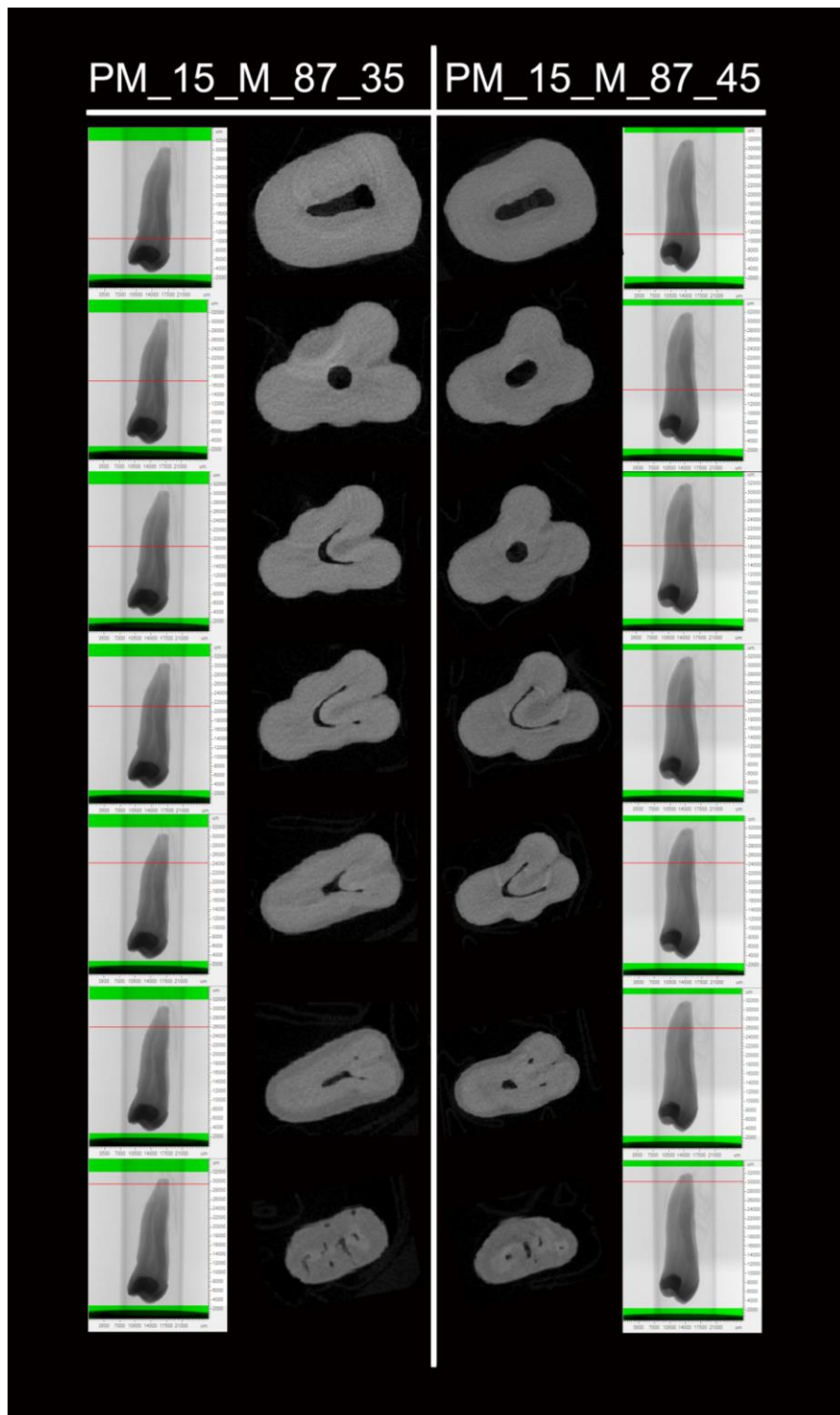
### 1.17.1 C-shaped kanaler

Tabell 27 viser oversikt over totalt 15 tenner med C-form blant premolarene. Det vil 15 av totalt 82 tenner hadde C-form (18.29 %). Blant disse 15 tennene ble det identifisert C-form i 11 av tennene i første premolar i underkjeven (73.33 %). Flere tenner hadde mer enn en type C-form og ble dermed kombinert og kategorisert i egne grupper (tabell 3.19.1). Blant disse kunne man finne C-form i kontralateralene i 6 av tilfellene (6/15=0.4; 40 %), og i 3 av tilfellene var det ulik c-form mellom kontralateralene (3/15=0.2; 20 % av tilfellene).

|   | Type C-form | Antall tenner | Andel |
|---|-------------|---------------|-------|
| 1 | C1          | 4             | 4.88% |
| 2 | C1+C2       | 4             | 4.88% |
| 3 | C1+C2b+C6   | 1             | 1.22% |
| 4 | C1+C3b      | 1             | 1.22% |
| 5 | C1+C3d      | 1             | 1.22% |
| 6 | C1+C3c+C3d  | 1             | 1.22% |
| 7 | C1+C2b+C3b  | 1             | 1.22% |

Tabell 27 - Oversikt over konfigurasjonene til de totalt 15 premolarene med C-form.

Videre hadde 3 av de 6 parene med kontralateraler samme type C-form (50 %), men blant disse var plasseringen til de samme C-formene i kontralateralene ulike på samme snittnivåer (figur 35)



Figur 35 – Eksempel på forskjeller i C-form på samme snitt-nivå mellom to kontralaterale premolarer.

### 1.17.2 Aksessoriske kanaler

Tabell 28 viser oversikt over patent og ikke-patent furkasjonskanaler. Totalt var det kun 7 (8.54%) tenner med ikke-patente furkasjonskanaler hvor 2 av disse var tilstede på tilsynelatende identisk sted i kontralaterale par (2.56%). Én premolar hadde 1 patent (1.21%) furkasjonskanal. Plasseringen til furkasjonskanalene blant kontralateralene var ulik.

| <b>Furkasjonskanaler blant totalt 82 tenner hvorav 78 tenner var par (39 par)</b> |                                |                          |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                   | Ikke-patente furkasjonskanaler | Patent furkasjonskanaler | Kontralateraler (par) med ikke-patente furkasjonskanaler |
| <b>Antall</b>                                                                     | 7                              | 1                        | 1                                                        |
| <b>Andel</b>                                                                      | 8.54%                          | 1.21%                    | 2.56%                                                    |

Tabell 28 - Patente og ikke-patente furkasjonskanaler

Tabell 29 viser oversikt over tenner med laterale kanaler. Blant 82 tenner var det 5 tenner med ikke-patente laterale kanaler (6.10%). Totalt var det kun et par med kontralaterale tenner hvor begge tennene hadde ikke-patente kanaler (3.00%). Mellom disse kontralateralene var kanalene ulikt plassert. Patente laterale kanaler var tilstede i 10 av 82 (12.20%) tennene, hvorav alle identifiserte tenner med patent laterale kanaler hadde en laterale kanaler hver. Blant disse 10 tennene (8 par kontralateraler) ble de registrert patent laterale kanaler i begge kontralateralene i 2 av 8 parene (25.00%), hvor resterende ikke hadde patent laterale kanaler i kontralateralen. Av disse 2 parene med tilstedeværelse av patent laterale kanaler i kontralateralene, hadde 1 par (50.00%) lik plassering av laterale kanaleren i rotkanalen.

| <b>Ikke-Patente laterale kanaler blant totalt 82 tenner hvorav 78 tenner var par (39 par)</b> |                                |                         |                                                         |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                                               | Ikke- patente laterale kanaler | Patent laterale kanaler | Kontralateraler (par) med ikke-patente laterale kanaler | Kontralateraler (par) med patente laterale kanaler |
| <b>Antall tenner</b>                                                                          | 5                              | 10                      | 1                                                       | 2                                                  |
| <b>Andel</b>                                                                                  | 6.10%                          | 12.20%                  | 3.00%                                                   | 25.00%                                             |

Tabell 29 - Patente og ikke-patente lateralkanaler

Tabell 30 viser fordeling av antall apikale forgreninger blant 71 røtter med apikal forgrening (62.831%) blant 113 røttene. Blant 42 par kontralateraler til sammen med apikal forgrening, ble det identifisert apikale forgrening i begge tennene i 23 av parene (54.76%). 8 av 23 par (34.78%) hadde lik antall apikal forgreninger, hvorav ingen av 23 parene hadde lik plassering av apikale forgreningen i rotkanalen. Blant 82 tenner, var det apikal forgrening i 56 tenner (68.29%).

|                          | <b>Totalt (røtter)</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>&gt;7</b> |
|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>Apikal forgrening</b> | 71                     | 34       | 10       | 11       | 10       | 2        | 0        | 3        | 1            |
|                          | 62.83%                 | 47.88%   | 14.08%   | 15.49%   | 14.08%   | 2.816%   | 0.00%    | 4.22%    | 1.14%        |

Tabell 30 – Fordeling av apikale forgreninger

Tabell 31 og tabell 32 viser hhv. oversikt over kontralaterale premolarer med ikke-patente apikale forgreninger og fordeling av røtter med apikale forgreninger (apikal delta). Blant 82 tenner var det totalt 16 tenner med ikke-patente apikale forgreninger (19.51%). Seks av disse var kontralaterale maksillære første premolare, det vil si 3 av totalt 39 par hadde ikke-patente apikale forgreninger i begge tennene (7.69%). Kun ett av parene hadde likt antall apikale forgreninger og lik plassering i både den bukkale og palatinale roten, resten derimot hadde likt antall forgreninger kun på en av røttene, samt ulik plassering. Blant disse var 1 ikke-patent apikal forgrening per rot det hyppigst forekommende. Ingen av forgreningene hadde lik plassering.

| <b>Ikke-patente apikale forgreninger blant totalt 82 tenner hvorav 78 tenner var par (39 par)</b> |                                                     |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                   | Totalt tenner med ikke-patente apikale forgreninger | Kontralaterale par med ikke-patente apikale forgreninger |
| <b>Antall</b>                                                                                     | 16                                                  | 3                                                        |
| <b>Andel</b>                                                                                      | 19.51%                                              | 7.69%                                                    |

Tabell 31 – Antall ikke-patente apikale forgreninger og kontralaterale par med ikke-patente apikale forgreninger.

|                          | <b>Totalt (røtter)</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Apikal forgrening</b> | 18                     | 9        | 4        | 4        | 1        |
|                          | 15.93%                 | 50.00%   | 22.22%   | 22.22%   | 5.56%    |

Tabell 32 – Fordeling av apikale forgreninger

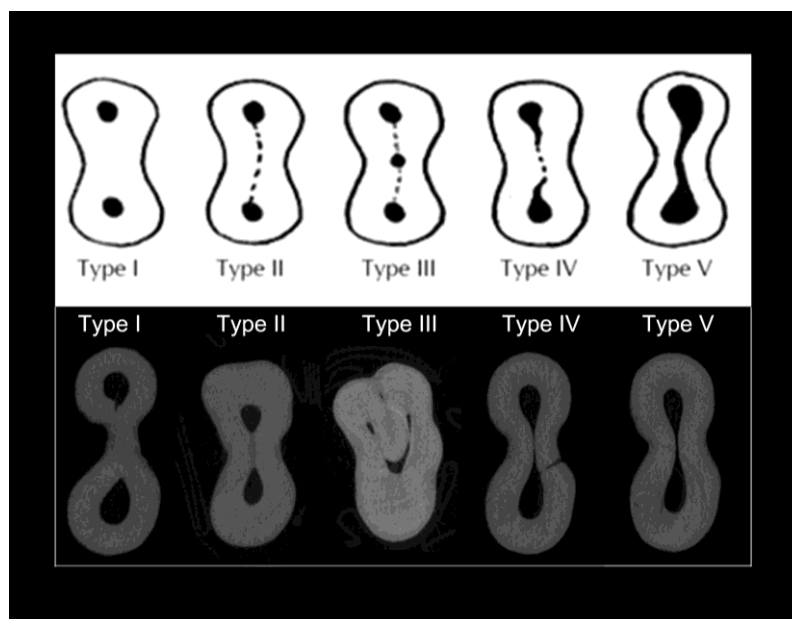
### 1.17.3 Isthmus

Tabell 36 viser oversikt over fordeling av type og antall isthmus blant totalt 82 tenner og 39 par. Totalt var det 21 tenner med isthmus hvorav det fleste hadde type 1 (57.14 %). Alle fem typene beskrevet av Hsu og Kim (44) ble identifisert blant premolarene (figur 34). Alle isthmusene var lokalisert i den apikale tredjedelen av røttene bortsett fra 6 tenner (28.57%) hvor isthmus var lokalisert koronalt for den apikale tredjedelen

| Isthmus (Type)                                      | 1       | 2      | 3     | 1+2                              | 1+3   | 1+2+4  | 1+2+5 |
|-----------------------------------------------------|---------|--------|-------|----------------------------------|-------|--------|-------|
| <b>Antall tenner med Isthmus (21)</b>               | 12      | 4      | 1     | 1                                | 1     | 1      | 1     |
| Andel tenner med isthmus                            | 57.14%  | 19.05% | 4.76% | 4.76%                            | 4.76% | 4.76%  | 4.76% |
| <b>Andel tenner utenfor apikal delta (6 tenner)</b> | 28.571% |        |       |                                  |       |        |       |
| <b>Kontralateral med ishtmus (4 par)</b>            |         |        |       |                                  |       |        |       |
| Kontralateral med lik type                          |         |        |       | Kontralateral med lik plassering |       |        |       |
| 3                                                   |         | 75.00% |       | 2                                |       | 50.00% |       |

Tabell 33 - Antall og andel tenner med isthmuser

Blant kontralateralene var det total 4 par med isthmus, hvorav tre av disse hadde lik type (75.00%) og to av parene hadde lik plassering. Type 1 var også hyppigst blant kontralateralene.

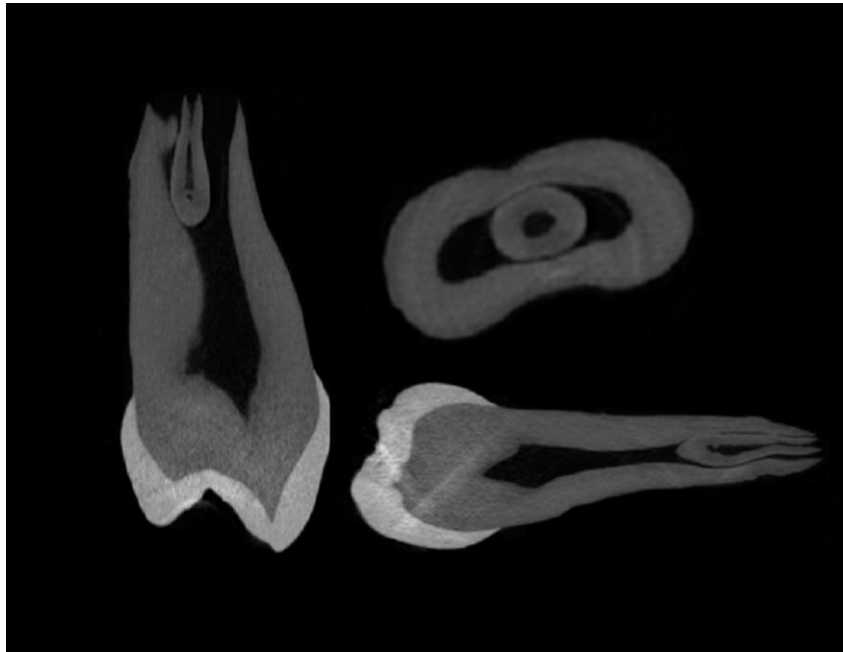


Figur 36 – Isthmusklassifiseringer til Hsu og Kim øverst og Mikro-CT snitt nederst.

### 1.17.4 Andre anatomiske funn

#### 1.17.4.1 Radikulær dens invaginatus

Blant 82 tenner, ble det identifisert 1 tann med radikulær invaginasjon (1.22%), hvorav funnet ikke ble registrert i kontralateralen. Anomalien ble registrert i første premolar i overkjeven. Inbuktingen av roten ble lokalisert i de siste 3 mm av tannen (figur 37)



Figur 37 – Radikulær invaginasjon.



## Diskusjon

Trass lite støtte fra den vitenskapelige literaturen har det blitt foreslått å bruke kontralaterale premolarer til endodontiske sammenlikningsstudier (56) som brukt av Zehnder *et al.* (32) i sitt studie. Anbefalingen støtter seg på et studie på morfologiske okklusale landemerker på homolaterale tenner mellom tvillinger for å se om de kan brukes til å bestemme homozygitet (34). Den endodontiske literaturen er mettet på artikler som presenterer funn bilaterale anatomiske avvik (37, 40, 57, 58). Det er kjent at desto mer sjelden en anatomisk anomali er desto større sannsynlighet er det for å finne det igjen i den kontralaterale tannen (41). Få studier har vurdert likheten i normal anatomen mellom kontralaterale premolarer og de fleste har kun vurdert eksterne anatomiske karakteristika som Gustafsons klassiske studie der hun demonstrerte en høy grad av likhet i tiden og mønsteret i emalje-mineraliseringen hos et enkelt individ (59).

Det vitenskapelige grunnlaget for å anbefale bruk av kontralaterale premolarer til sammenlikningsstudier har vært snevert. Kun to studier har blitt publisert som sammenligner grad av symmetri i rotkanalmorfologi mellom kontralaterale premolarer som ledd i å komme frem til en protokoll for utvelgelse av kontralaterale premolarer til endodontiske *ex vivo* sammenlikningsforsøk (60, 61). Xu *et al.* (60) kvantifiserte og sammenlignet todimensjonale rotkanalparametre fra CBCT snitt og fant relativt lav grad av bilateral symmetri. I tillegg til å ikke måle likhet i tre dimensjoner kan ikke CBCT gi like høy grad av nøyaktighet som de data man oppnår fra Mikro-CT. Johnsen *et al.* (61) gjorde sine geometriske morfometriske sammenlikninger på rotkanalgeometrier fra Mikro-CT og fant en svært høy grad av likhet mellom kontralaterale premolarer. Denne masteroppgaven har evaluert de samme mikro-CT skanningene, men gjort sammenlikninger mellom kontralaterale premolarer på todimensjonale parametre.

Forventingen om at kontralaterale premolarer er å anse som høyre og venstre hånd, altså at de innehar såkalt *matching symmetry* (62), er ikke uventet da man vet at dette er en karakteristikk som er iboende i mennesker som sammen med 99% av alle dyr er medlem av den evolusjonære familien *bilateria* (63) som kjennes igjen ved at de har cirka lik høyre og venstre side (sett bort i fra enkelte indre organer). Flere studier bekrefter *matching symmetry* (64-67) både i bløtvev og hårdvev, men det er ingen som har studert dette inngående for røtter til kontralaterale premolarer på

mikro-CT snitt som i vår studie. Hovedfunnet for de tre parameterene lengde, kanalbredde og delvis dentintykkelse var ved sammenlikning av gjennomsnittet (t-test) mellom kontralateralene var at det ikke kunne fastslås et statistisk signifikant avvik. Dette funnet støtter oppunder funnene til Johnsen *et al.* og er i kontrast til Xu *et al.* For gjennomsnittsverdiene til dentintykkelsen halvveis og dentintykkelsen 2.00 mm fra apeks på palatinale røtter og enrotige premolarer var det et statistisk signifikant avvik. For sammenligningstester av endodontiske metoder, teknikker, irrigasjonsvæsker, lekkasjestudier har disse verdien lite å si da det er de interne parameterne som vil ha en innvirkning på resultatene. Det faktum at to av de ulike parameterene sammen med høy grad av variasjon i den apikale tredjedelen (forgreninger og isthmus) avdekket i våre kontralaterale premolarer gir støtte til Eldeniz og Ørstaviks (68) protokoll som fjerner de siste 3 mm ved lekkasje testing grunnet det apikale delta. Argumentet er at man ved å fjerne det apikale reduserer faren for å teste forskjeller i anatomi fremfor materialers evne til å holde kanalen tett. Det ble også foretatt en sammenligning av snittforskjellen opp i mot et hypotetisk populasjonssnitt med verdi null. Alle parameterene ble etter statistisk analyse funnet å være signifikant avvikende fra denne verdien. Dette betyr at ved de fleste verdiene forkastes null-hypotesen på bakgrunn av t-tester, men beholdes etter testing med simple sample t-test. Test verdien var på null tillater svært lite avvik for å at parameterene mellom kontralateralene skal anses som forskjellige. Det må derfor nevnes at gjennomsnittlig snittdifferanse på kanalbredde, lengde og dentintykkelse var hhv. 0.22, 0.66 og 0.11 mm. Det er klart at både operatørfeil ved måling sammen med både artefakter, gråtoner og oppløsning på snittene bidrar til høyere avvik enn enn ved metoden til Johnsen *et al.* som baserer seg på semi-automatisk datastyrt algoritme på binære verdier.

Som med alle radiografiske teknikker, kan mikro-CT-scanning produsere bildeartefakter og støy som kan skjule findetaljer og forvirre betrakteren. Vanlige artefakter omfatter støy, *beam hardening*, *scatter*, bevegelse, ring artifakter (69). Den rigide prøveholderen reduserte risikoen for bevegelsesartefakter. *Beam hardening* artefakter forårsaket av polykromatisk stråling ble korrigeret for med 500 um Al og Cu 38µm filters (70). Før hver skanning, ble en flat field korreksjon utført for å minimalisere tilfeldige ringartifakter forårsaket av en defekt eller et feil-kalibrert detektor element (27, 71). Rekonstruksjonsalgoritmer minimerte ytterligere forekomsten og inkorporering av artefakter i snittene. Støy ble også redusert ved

hjelp av en høy verdi av milliamperes (69). I tillegg kan skannetiden og rekonstruksjon av snittene kan være tidkrevende, og er avhengig av både datamaskinens yteevne og operatørens data-kyndighet. Bildedata blir transformert til 8-bit for analyse av rekonstruksjonsprogramvaren (det dynamiske området er 256 gråtoner) før «thresholding» gjennom en brukeravhengig estimering av det resulterende histogrammet. Thresholding kan være en feilkilde i mikro-CT-analyse når du arbeider med grensesnitt /materialer med områder som overlapper (som emalje og dentin) (49). Vi kan altså ikke se bort i fra at forstyrrelser fra både den røntgenologiske skanningen, feilkilder fra rekonstruksjon og ikke minst operatør unøyaktigheter resulterte i mindre likhet.

Lengden fra kusp topp til apeks er viktig kunnskap å inneha i de aller fleste endodontiske sammenhenger, blant annet ved måling av arbeidslengde og bestemmelse av referansepunkt. Riktig bestemmelse av arbeidslengde er viktig for gode kliniske resultater av rotfyllinger og reduserer risiko for over- eller underinstrumentering og feil rotfyllingslengde. Kort arbeidslengde gir dårlig prognose på rotfyllingsterapien (72), da risikoen for gjenværende bakterier apikalt er økt grunnet manglende apikal instrumentering og rotfylling. Lang arbeidslengde medfører periapikal ekstrudering av rotfyllingsmateriale som kan gi fremmedlegeme reaksjoner, manglende tilheling eller utpressing av infisert vev periapikalt (73, 74).

I dette studiet ble lengden fra kusp topp til apeks beregnet til å være gjennomsnittlig 20-21mm både i enrotige (bukkal og palatinal cusp) og torotige (cusp til apeks) tenner. Dette gir en generell indikasjon på forventet arbeidslengde i premolarer, men dette er ikke grunn til og unlate bruk av hverken pre-operativt røntgen eller apekslokator da lengden varierte fra knappe 16 mm til hele 28.5 mm. Våre funn er i henhold med de lengdene presentert i Malameds lærebok (75) der gjennomsnittlig lengde på overkjeve premolarer angis å være 21mm, mens underkjevens andre premolar er 23mm, hvorav første premolar er svært varierende.

På samme måte som det apikale området av roten har tre viktige anatomiske og histologiske orienteringspunkter: den apikale konstrikjonen, cement-dentin-overgangen og foramen apikal (1), er emalje-ement-grensen (CEJ) et viktig referansepunkt i den koronale delen av tannen ved lokalisering av kavumgulv og rotkanaler før trepanering (42). Visuell inspeksjon snittene bekreftet Krasner og Rankows anbefalinger for aksesspreparering og lokalisasjon av pulpagulv. Det ble

ikke foretatt noen konkrete målinger av Krasner og Rankows lover omt «Law of centrality», «Law of concentricity» eller «Law of the CEJ», men vi foreslår at dette hadde vært interessant i fremtidige studier.

Kunnskap om differansen fra kusetopp til pulpahorn er ikke bare viktig ved endodontiske prosedyrer, men også under konvensjonell fyllingsterapi for å unngå perforasjon til pulpa. Videre vil feil og komplikasjoner oppstå under kavumpreparering dersom operatøren ikke har grunnleggende kunnskap om anatomien og dens variasjon (1). Kunnskap om forventet avstand sammen med lokalisjon vil føre til tannsubstansbesparende kavumpreparering og redusere risiko for iatrogene komplikasjoner. I noen tilfeller kan lokaliseringen av pulpahorn være vanskelig å se på røntgen og ikke lett å finne klinisk grunnet anatomiske variasjoner og fysiologiske forandringer som obliterering av pulpa.

Sammenlignet med verdier fra studie av Kandaswamy *et al.* (76) som fant gjennomsnittsavstand på 6.93 mm fra den bukkale kusetoppen til pulpahorn i maksillære 4ere, som samsvarer greit med våre funn.

Resultatene våre viser at det ikke er statistisk signifikante avvik i kanalbreddesnittene og gjennomsnittsdifferansene er små. For endodontiske sammenligningsstudier er det viktig å vite at kanalene er mest mulig identiske og våre funn viser at på de gitte kanalbreddene er dette tilfelle. Det er uansett viktig å screene hele rotkanallengden for å avdekke eventuelle avvik og det er derfor det anbefales å bruke metoden introdusert av Johnsen *et al.* i tillegg til vår metode.

Flere studier viser en direkte sammenheng mellom tap av tannstruktur og risiko for krone- eller rotfraktur (77-79). Det anbefales å opprettholde og respektere den originale anatomiske formen på rotkanalen for å bevare mest mulig dentinsubstansen, samtidig som effektiv forstørre kanalen nok til å fjerne det infiserte vevet (80). Det kan være utfordrende å få dette til i ovale kanaler (81). Våre funn viser tilstedeværelse av kanaler som er lenger i fasio-labial (FL) retning enn mesio-distal (MD) palatinale røtter 1.5 mm før furkasjonen mens det motsatte var tilfelle 1.5 mm etter furkasjonen. Ved CEJ var FL > MD for både enrotige og torotige tenner. Avstanden 2 mm fra apeks er FL og MD relativt like i torotige, mens i enrotige er FL-bredden nesten dobbel så bred som MD (P=0.003). Våre funn demonstrerer hvor varierende kanaltversnittet kan være fra det koronale til det apikale og understreker

viktigheten av å screene rotkanaler langs hele lengden for å kunne inkludere dem i sammenlikningsforsøk.

I følge Berutti og Fedon (82), er det tynneste området med dentin i den koronale delen av den mesiale roten til første molar lokalisert 1.5 mm under furkasjonen på den distale flaten. Furkasjonsområdet er et risikoområde med fare for perforasjon og vi valgte derfor å måle tykkelsen 1.5 mm før og 1.5 mm etter furkasjonen (30).

I en studie gjort av Lim og Stock (83) kom forfatterne frem til at 0.3 mm dentin er den minimale kanalveggykkelse etter preparering som er nødvendig for å opprettholde en tilstrekkelig beskyttelse mot kreftene påført under rotfylling og kreftene mens tannen er i funksjon .

Måling av kanalbredde 1.5 mm etter furkasjonen viser at bukkale og palatinale rot har verdier som strekker seg fra 0.1-2.0 mm i både fasiopalatinal og mesiodistal retning. Den store variasjonen i kanalbreddene viser utfordringene ved endodontisk behandling, da rensing av store kanalbredder kan gå på bekostning av tykkelsen til dentinveggen.

I det klassiske studiet gjort av Kerekes og Tronstad (84) hvor diameter i apikale del av roten ble målt i humane premolarer, var hensikten å vurdere anvendbarhet av standard rotfyllingsteknikk i premolarer. Studiet viste at det teoretisk sett ikke var passende å bruke standard rotfyllingsteknikk i maksillære første premolarer. Maksillære andre premolar og mandibulære premolarer med tilnærmet sirkulær-formet kanal kunne rotfylles med standard teknikk de siste 2 til 3 mm av roten. Våre funn viser at de fleste enrotige premolarene hadde FL og MD lengder forenlig med ovale tversnitt.

Resultatene våre av måling av den minste dentintykkelse blant torotige tenner viser forskjellige gjennomsnittsverdier med en snittverdi på ca. 0.3 mm blant bukkale røtter og ca 0.8 mm blant palatinale røtter. Fra et klinisk perspektiv betyr dette at operatøren bør være mer forsiktig ved instrumentering særlig i den palatinale roten hvor dentin er tynnest sammenlignet med den bukkale roten, hvor instrumentering bør ligge under denne verdien for å unngå svekkelse, perforasjon og fraktur av tannen.

Dentintykkelsen 2 mm fra apeks avdekket at den minste dentin tykkelse blant enrotige tenner viser gjennomsnitssverdi ca. 1.0, men blant flerrotet tenner var det et snitt på 0.4 mm i den bukkale roten og 0.6 mm i den palatinale roten. Klinisk sett

betyr dette at operatøren bør være mer forsiktig ved instrumentering av den bukkale roten for å unngå svekkelse, perforasjon og fraktur av tannen.

Resultatene for gjennomsnittsverdi ved måling av avstanden mellom kanalåpningene blant tenner med to røtter og to kanaler ved CEJ viser verdier som varierer fra 0.4 mm til 2.00 mm, med et snitt på litt over 1.0 mm. Klinisk betyr dette at kanalåpningene ligger i nær relasjon til hverandre. Noen studier har tidligere sett på avstanden mellom 2 kanalåpninger blant mandibulære andre premolarer hvor avstanden var større og varierte fra 1-4 mm (85).

Resultatene viser at det var størst hyppighet med klassifisering type I (75 tenner) blant totalt 82 tenner (91%). Når det gjelder kontralateralene var det totalt 33 par med lik klassifiseringstype (84%). Fra et klinisk ståsted betyr det at de fleste premolarene vil ha klassifiseringstype I, altså en enkel kanal i hver rot. Ved funn av et bestemt klassifiserings type, er det stor sannsynlighet for å finne samme klassifiseringstype blant kontralateralene hos samme individ.

Sammenlignet med en tidligere studie (86) hvor de kun så på mandibulære første premolarer, viste deres resultatene at blant 112 tenner så var det 80.6 % som hadde enkle kanaler og 19.4% hadde multiple kanaler, det vil si type II til type V.

En annen studie (5) som har sett på det samme viser lavere verdier av klassifiserings type I (65.2 %) sammenlignet med Grande *et al.* sin studie. Samtidig viser studien lavere forekomst av type 3 og 7 men høyere forekomst av type V.

En annen kurdisk studie (87) som har sett på det samme basert på Vertucci sine klassifiseringer, viser enda høyere forekomst av type V (37%).

Klinisk sett viser de nevnte studiene at prevalensen av type V kan være høyere blant mandibulær første premolarer sammenlignet med andre premolarer. Samme funn ble observert av i Vertucci sin klassise studie (50).

C-formet kanal ble først dokumentert i den endodontiske litteratur av Cooke og Cox i 1979 (88) og har fått navnet sitt for den tverrsnittelige morfologiske formen av roten og rotkanalen. Definisjon på et C-formet rotkanalsystem er at morfologien av dens horisontale tverrsnitt er i form av en C, med kanaler som kan være separate eller sammensmeltet. Den oppstår vanligvis i mandibulære andre molar, men det har også blitt rapportert i maksillære første molarer, første og tredje mandibulære molarer og i mandibulære premolarer (45). Formen og antall røtter er bestemt av Hertwigs rot

epitel, som bøyer seg i horisontalplanet under emaljementgrensen, fusjonerer sentralt og etterlater åpninger for røttene. Svikt i Hertwigs rotepitel kan medføre fusjonering av den linguale eller bukkale rotoverflaten som danner en C-formet rot som inneholder en C-formet kanal. C-formen kan også bli dannet ved sammensmelting på grunn av utfelling av sement med tiden (89).

Resultatene fra studiet vårt sammenfaller med tidligere studier gjort av Lu *et al* (51) hvor 15 tenner av totalt 82 tenner hadde C-formet kanal (18 %). Men dette studiet har kun sett på første premolarer i underkjeven. Andre studier hadde lavere forekomst av C-formet kanal blant første premolar i underkjeven, henholdsvis 10 % (6) og 14% (90). Studiet vårt viser at 11 av 82 tenner hadde C-formet kanal (13.414%). Tidligere studier (45) som har sett på C-formet kanal blant ulike tenner i maxilla og mandibula viser resultatene at i over 70% av tilfellene hadde kontralateralen også C-formet canal.

Klinisk betyr dette at at funn av C-formet kanal normalt ikke er hyppig blant tennene, men ved tilstedeværelse av C-form kanal på en side, er det stor sannsynlighet for å finne samme funn i kontralateralen hos samme individ. Et interessant og viktig funn i vår studie er selv ved tilstedeværelse av kontralateralt c-formet rotkanalsystem var de ikke like på samme nivå fra det koronale til det apikale. Blant premolarer viser studiene (88, 90) høy forekomst av C-formet kanal i første premolar i underkjeven. Dette stemte overens med funnet i studiet vårt.

Apikal tredjedel av rotkanalen er ansett som den mest komplekse strukturen i rotkanalsystemet, da den blant annet kan bestå av flere apikale forgreninger. Unike apikale kanalkonfigurasjoner som apikale forgreninger kan muligens forårsake mislykket rotfylling ved ufullstending utrensing av slike kanaler (91). Awawdeh og Al-Qudah (92) viste tilstedeværelse av multiple kanaler i apikale 3 mm av roten i alle mandibulære første premolarer. Mislykket rotfylling i slike tilfeller kan skyldes gjenværende vev og bakterier i det apikal delta. En annen studie også gjort på mandibulær første premolar viste at majoriteten (92.7%) av lokaliserte aksessoriske kanaler ble funnet i apikal tredjedel av roten (31). Dette samsvarer med våre funn.

Forekomsten av laterale kanaler vil kunne øke risiko for gjenværende kontaminert vev ved mangelfull instrumentering og kjemisk behandling. Derfor vil oppdagelse av disse kanalene under rotfyllingen kunne øke prognosen til rotfyllingen.

Studier (1, 31) viser at maksillære premolarer har høyest antall laterale kanaler både i antall og i størrelse og mest komplisert apikal anatomisk morfologi. Dette etterfølges av mandibulær premolar og kan forklare hvorfor rotkanalbehandling i denne gruppen med tenner kan mislykkes (1).

I studiet vårt ble identifisert patente laterale kanaler i 10 av 82 tenner (12.20%) hvor alle tenner med patent lateral kanal kun hadde en lateral kanal i hver tann. To av åtte par med kontralateraler hadde forekomst av lateral kanal i begge kontralateralene, hvor en av parene hadde lik plassering av kanalen også.

Resultatene våre viser høy forekomst av patente forgrening i 71 av 113 røtter (62.83%), hvor antallet varierte fra 1 til mer enn 7 apikale forgreninger blant disse røttene. Av 42 par med apikal forgrening var det identifisert apikal forgrening i begge kontralateralene i 23 av parene (54.67%). Dette er relevant i tilfeller hvor tenner skal brukes til endodontiske *ex vivo* sammenligningsstudier og støtter Eldeniz og Ørstaviks protokoll om å fjerne de siste 3 mm i sine lekkasjestudier (68).

Det er lite informasjon og data om ikke-patente apikale forgreninger i den endodontiske litteraturen. En mulig grunn til dette er at det er sannsynlig at både rekonstruksjonsalgoritmen og voxel-oppløsningen førte til at patente kanaler fremsto som uten kommunikasjon mellom rotkanal og rotoverflate. Resultatene våre viser at 19.5% av tennene hadde ikke patente apikale forgreninger hvor de fleste hadde kun en apikal forgrening per rot. Sannsynligheten for å finne apikal forgrening blant kontralaterne er enda lavere og er på ca 7.6%.

Antallet foramen apikale vil ikke alltid sammenfalle med antall røtter i tannen, da noen røtter kan ha flere foramina apikale. I et studie som evaluerte 800 molarer og premolarer i en tyrkisk befolkning visete forekomst av 1 foramen apikale i 69 av tennene og 28 tenner med 2 foramina apikale i første mandibulær premolar. Andre premolar viste 1 foramen apikale i 75 tenner og 22 tenner med 2 foramina apikale. Første og andre premolar i overkjeven viste også forekomst fra 1 til 4 apikal foramina (93).

I et studie gjort blant en kinesisk befolkningen (31) ble det identifisert en foramen apikale i omtrent halvparten (50.4%) av første mandibulære premolarer, 2 foramina apikale i 28.7%, 3 i 14.8% og 4 foramina apikale i 6.1% av tennene. Blant disse



foramina apikale var 89 av 115 (77.4%) plassert lateralt. Sammenlignet med resultatene fra studiet vårt er dette betraktelig lavere tall med 1 apikal foramen, men våre tall er igjen basert på alle premolarer, mens tallene fra det kinesiske studiet kun er basert på mandibulær første premolar.

En intern kommunikasjon (isthmus) mellom to kanaler gir potensiale for redusert prognose hvis bakteriene ikke fjernes fra dette området (44).

I vår undersøkelse ble de identifisert isthmus i 21 av 82 tenner (25.61%), hvorav 6 tenner var plassert koronalt for apikal tredjedel. Dette bekrefter igjen at det er stor variasjon mellom kontralaterale tenners når det gjelder både aksessoriske kanaler og isthmuser.

## Konklusjon

I denne oppgaven ble det ved hjelp av mikro-CT sett på og sammenlignet for mange anatomiske parametere i kontralaterale premolarer. Etter skanning og grundig analyse av 82 tenner, ble det i dette studiet funnet statistisk signifikant forskjell mellom kontralaterale premolarer med hensyn til tannens lengde mellom ulike anatomiske punkter, de fleste parametere i tannens kanalbredde og dentintykkelse, samt avstanden mellom kanalåpningene ved CEJ. Med hensyn til andre parametere som type kanalåpning, rotkanalens klassifisering, invaginasjoner, C-form, furkasjonskanaler, laterale kanaler og isthmus, var det en prosentvis stor likhet i den anatomiske konfigurasjonen i kontralateraler.

Nullhypotesen ( $H_0$ ) var at kontralaterale premolarer er statistisk signifikant forskjellige for de enkelte parameterene. En P verdi på mindre enn 5% ( $P < 0.05$ ) ble ansett som statistisk signifikant nivå. I følge t-testen kan ikke nullhypotesen forkastes og det konkluderes med at det er en signifikant forskjell mellom kontralaterale premolarer med hensyn til overnevnte parametere.

Ved videre analyse, ser man ved one-sample t-test at gjennomsnittsforskjellen ikke er så stor. I one-sample t-test, hvor alle avvik med snittforskjell over 0,0 er ansett som ulik, vil man se at snittdifferansen ligger over 0,0 for alle parametere. Men den gjennomsnittlige snittdifferansen totalt er 0.27 mm (*summert alle differanseverdier/antall parametere totalt = 11.4551/43*). Da denne snittdifferansen er lav, konkluderes det allikevel at kontralaterale par er like. En interessant studie hadde vært å se hvor grensen for test-verdi man kan sette for å anse kontralaterale tenner som identiske, uten at det har en effekt på endodontiske sammenligningsforsøk.

Til tross for at t-testen viser en signifikant ulikhet mellom kontralateralene, kan man ikke se bort fra at det i noen parametere ble funnet signifikant likhet mellom kontralaterale tenner. Kanalbredde 1.5 mm før furkasjonen i mesiodistal retning i flerrotet tenner, dentintykkelse halvveis på enkle røtter, samt dentintykkelse 2 mm før apeks både i enkeltrotet tann og palatinale flerrotet tenner, viser signifikant likhet. Ved disse parameterene kan nullhypotesen forkastes.

Basert på verdiene i dette studiet anser vi at kontralaterale tenner egner seg for substrat ved valg av irrigasjonsvæske, rotfyllingsmateriale osv. Det anbefales på det sterkeste at alle tenner som skal innlemmes i slike forsøk gjennomgår nøye screening.

Dette prosjektet har bidratt med å utvikle økt dybdeforståelse i tannmorfologi i premolarer og kontralateralers nytteverdi ved sammenligning. Vi har også fått en grundig og praktisk innføring i en forskningsprosess og i andre metodiske utfordringer. Dette prosjektet har gitt oss svært mye nyttig og relevant kunnskap som vi kan ta med oss videre i vår yrkeskarriere.

**References**

1. Vertucci, F.J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod. Topics.*, 2005; 10:3-29.
2. Vertucci, F., A. Seelig, and R. Gillis. Root canal morphology of the human maxillary second premolar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1974; 38:456-464.
3. Vertucci, F.J. and A. Gegauff. Root canal morphology of the maxillary first premolar. *J Am Dent Assoc*, 1979; 99:194-198.
4. Zillich, R. and J. Dowson. Root canal morphology of mandibular first and second premolars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1973; 36:738-744.
5. England, M.C., Jr., G.R. Hartwell, and J.R. Lance. Detection and treatment of multiple canals in mandibular premolars. *J. Endod.*, 1991; 17:174-178.
6. Sikri, V.K. and P. Sikri. Mandibular premolars: aberrations in pulp space morphology. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, 1994; 5:9-14.
7. Kartal, N., B. Ozcelik, and H. Cimilli. Root canal morphology of maxillary premolars. *J. Endod.*, 1998; 24:417-419.
8. Yoshioka, T., et al. Radiographic evaluation of root canal multiplicity in mandibular first premolars. *J. Endod.*, 2004; 30:73-74.
9. Carabelli, G., *Kupfertafeln zu v. Carabelli's Anatomie des Mundes. 1844: Bei Braumüller und Seidel.*
10. Mühlreiter, E. and T. de Jonge-Cohen, *Anatomie des menschlichen Gebisses. 1928.*
11. Black, G.V., *Descriptive anatomy of the human teeth. 1897: S.S. White manufacturing Company.*
12. Preiswerk, G., *Lehrbuch und Atlas der konservierenden Zahnheilkunde. 1912: J.F. Lehmann.*
13. Fischer, G. [Anatomy of root canals]. *Zahnarztl. Rundsch.*, 1954; 63:693-697.
14. Dewey, M., *Dental anatomy. 1917: CV Mosby Company.*
15. Hess, W., E. Zürcher, and W.H. Dolamore, *The anatomy of the root-canals of the teeth of the permanent dentition. 1925, New York: Wm. Wood & co. 2 p. L., iii-vii, 199 p. incl. plates.*
16. Okumura, T. *Anatomy of the root canals. J Am Dent Assoc, 1927; 632-635.*
17. Gulabivala, K., et al. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. *International endodontic journal*, 2001; 34:359-370.
18. Neelakantan, P., C. Subbarao, and C.V. Subbarao. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. *J. Endod.*, 2010; 36:1547-1551.
19. Tachibana, H. and K. Matsumoto. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endod. Dent. Traumatol.*, 1990; 6:16-20.
20. Jung, M., D. Lommel, and J. Klimek. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int. Endod. J.*, 2005; 38:617-626.
21. Nielsen, R.B., et al. Microcomputed Tomography - an Advanced System for Detailed Endodontic Research. *J. Endod.*, 1995; 21:561-568.

22. Bjorndal, L., et al. External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *Int. Endod. J.*, 1999; 32:3-9.
23. Lee, J.K., et al. Quantitative three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary first molars using micro-computed tomography. *J. Endod.*, 2006; 32:941-945.
24. Gu, L.S., et al. A Microcomputed Tomographic Study of Canal Isthmuses in the Mesial Root of Mandibular First Molars in a Chinese Population. *J. Endod.*, 2009; 35:353-356.
25. Endal, U., et al. A High-resolution Computed Tomographic Study of Changes in Root Canal Isthmus Area by Instrumentation and Root Filling. *J. Endod.*, 2011; 37:223-227.
26. Paque, F., et al. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J. Endod.*, 2009; 35:1044-1047.
27. Robinson, J.P., et al. An analytical Micro CT methodology for quantifying inorganic dentine debris following internal tooth preparation. *J. Dent.*, 2012; 40:999-1005.
28. Robinson, J.R., et al. Reciprocating Root Canal Technique Induces Greater Debris Accumulation Than a Continuous Rotary Technique as Assessed by 3-Dimensional Micro-Computed Tomography. *J. Endod.*, 2013; 39:1067-1070.
29. Gu, Y.C., et al. Root Canal Morphology of Permanent Three-rooted Mandibular First Molars: Part III-An Odontometric Analysis. *J. Endod.*, 2011; 37:485-490.
30. Harris, S.P., et al. An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. *J. Endod.*, 2013; 39:1374-1378.
31. Liu, N., et al. A micro-computed tomography study of the root canal morphology of the mandibular first premolar in a population from southwestern China. *Clin Oral Investig*, 2013; 17:999-1007.
32. Zehnder, M., et al. A comparative study on the disinfection potentials of bioactive glass S53P4 and calcium hydroxide in contra-lateral human premolars ex vivo. *Int. Endod. J.*, 2006; 39:952-958.
33. De-Deus, G. New directions in old leakage methods. *Int. Endod. J.*, 2008; 41:720-721; discussion 721-723.
34. Wood, B.F. and L.J. Green. Second Premolar Morphologic Trait Similarities in Twins. *J. Dent. Res.*, 1969; 48:74-81.
35. Mardia, K.V., F.L. Bookstein, and I.J. Moreton. Statistical assessment of bilateral symmetry of shapes. *Biometrika*, 2000; 87:285-300.
36. Mardia, K.V., F.L. Bookstein, and I.J. Moreton. Statistical assessment of bilateral symmetry of shapes. *Biometrika*, 2005; 92:249-250.
37. Alani, A.H. Endodontic treatment of bilaterally occurring 4-rooted maxillary second molars: case report. *J Can Dent Assoc*, 2003; 69:733-735.
38. Jafarzadeh, H. Endodontic treatment of bilaterally occurring three-rooted maxillary premolars: a case report. *N. Z. Dent. J.*, 2007; 103:37-38.
39. Canger, E.M., S. Kayipmaz, and P. Celenk. Bilateral dens invaginatus in the mandibular premolar region. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, 2009; 20:238-240.
40. Gopal, S., et al. Endodontic Treatment of Bilateral Maxillary First Premolars with Three Roots Using CBCT: A Case Report. *Case Rep Dent*, 2014; 2014:505676.

41. Sabala, C.L., F.W. Benenati, and B.R. Neas. Bilateral root or root canal aberrations in a dental school patient population. *J. Endod.*, 1994; 20:38-42.
42. Krasner, P. and H.J. Rankow. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J. Endod.*, 2004; 30:5-16.
43. Eleazer, P.D., et al. Glossary of Endodontic Terms [AAE Web site]. [Electronic Glossary] 2012 [cited 2015 October 4]; 8th:[Glossary]. Available from: <http://www.aae.org/glossary/>.
44. Hsu, Y.Y. and S. Kim. The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dental clinics of North America*, 1997; 41:529-540.
45. Jafarzadeh, H. and Y.N. Wu. The C-shaped root canal configuration: a review. *J. Endod.*, 2007; 33:517-523.
46. Fan, B., et al. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I-- Anatomical features. *J. Endod.*, 2004; 30:899-903.
47. Fan, B., et al. Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J. Endod.*, 2008; 34:1337-1341.
48. Sinibaldi, R., et al. A new software for dimensional measurements in 3D endodontic root canal instrumentation. *Ann. Ist. Super. Sanita*, 2012; 48:42-48.
49. Sabetrasekh, R., et al. A novel ultra-porous titanium dioxide ceramic with excellent biocompatibility. *J. Biomater. Appl.*, 2011; 25:559-580.
50. Vertucci, F.J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 1984; 58:589-599.
51. Lu, T.Y., S.F. Yang, and S.F. Pai. Complicated root canal morphology of mandibular first premolar in a Chinese population using the cross section method. *J. Endod.*, 2006; 32:932-936.
52. Versiani, M.A., J.D. Pecora, and M.D. Sousa-Neto. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. *Int. Endod. J.*, 2013; 46:800-807.
53. Mehrvarzfar, P., et al. Evaluation of isthmus prevalence, location, and types in mesial roots of mandibular molars in the Iranian Population. *Dental research journal*, 2014; 11:251-256.
54. Fan, B., et al. Three-dimensional morphological analysis of C-shaped canals in mandibular first premolars in a Chinese population. *Int. Endod. J.*, 2012; 45:1035-1041.
55. Seo, M.S. and D.S. Park. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. *Int. Endod. J.*, 2004; 37:139-144.
56. De-Deus, G. Research that matters - root canal filling and leakage studies. *Int. Endod. J.*, 2012; 45:1063-1064.
57. Holliday, R. and E. Beecroft. Bilateral mandibular premolar dens invaginations: a case report. *Case Rep Dent*, 2012; 2012:474013.
58. Chauhan, R. and S. Singh. Endodontic management of three-rooted maxillary second premolar in a patient with bilateral occurrence of three roots in maxillary second premolars. *J Clin Exp Dent*, 2012; 4:e317-320.
59. Gustafson, A.G. The similarity between contralateral pairs of teeth. *Odontol. Tidskr.*, 1955; 63:245-248.

60. Xu, J., et al. A proposal for using contralateral teeth to provide well-balanced experimental groups for endodontic studies. *Int. Endod. J.*, 2015.
61. Johnsen, G.F., et al. Methodology for Morphometric Analysis and Comparison of Modern Human Contralateral Premolars. *JCAT*, 2016.
62. Klingenberg, C.P., M. Barluenga, and A. Meyer. Shape analysis of symmetric structures: Quantifying variation among individuals and asymmetry. *Evolution*, 2002; 56:1909-1920.
63. Finnerty, J.R., et al. Origins of bilateral symmetry: Hox and dpp expression in a sea anemone. *Science*, 2004; 304:1335-1337.
64. Barker, D.S., et al. Bilateral symmetry of the human metacarpal: implications for sample size calculations. *Clin. Biomech.*, 2005; 20:846-852.
65. ten Berg, P.W., et al. Three-Dimensional Assessment of Bilateral Symmetry of the Scaphoid: An Anatomic Study. *Biomed Res Int*, 2015; 2015:547250.
66. Islam, K., et al. Symmetry analysis of talus bone: A Geometric morphometric approach. *Bone Joint Res*, 2014; 3:139-145.
67. Hennessey, S., et al. Bilateral symmetry of breast tissue composition by magnetic resonance in young women and adults. *Cancer Causes Control*, 2014; 25:491-497.
68. Eldeniz, A.U. and D. Orstavik. A laboratory assessment of coronal bacterial leakage in root canals filled with new and conventional sealers. *Int. Endod. J.*, 2009; 42:303-312.
69. Boas, F.E. and D. Fleischmann. CT artifacts: causes and reduction techniques. *Imag. Med.*, 2012; 4:229-240.
70. Dowker, S.E.P., G.R. Davis, and J.C. Elliott. X-ray microtomography - Nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 1997; 83:510-516.
71. Kyriakou, Y., D. Prell, and W.A. Kalender. Ring artifact correction for high-resolution micro CT. *Phys. Med. Biol.*, 2009; 54:N385-391.
72. Sjogren, U., et al. Factors Affecting the Long-Term Results of Endodontic Treatment. *J. Endod.*, 1990; 16:498-504.
73. Sjogren, U., G. Sundqvist, and P.N. Nair. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *European journal of oral sciences*, 1995; 103:313-321.
74. Orstavik, D., V. Qvist, and K. Stoltze. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. *European journal of oral sciences*, 2004; 112:224-230.
75. Malamed, S.F., *Handbook of local anesthesia*. 5th ed. 2004, St. Louis, Mo.: Elsevier/Mosby. xiii, 399 p.
76. N, V., et al. Evaluation of the pulp chamber morphological measurements in maxillary first premolar in Indian population - an in-vitro study. *J Conserv Dent* 2007; 119-121.
77. Versluis, A., H.H. Messer, and M.R. Pintado. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *Int. Endod. J.*, 2006; 39:931-939.
78. Wilcox, L.R., C. Roskelley, and T. Sutton. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J. Endod.*, 1997; 23:533-534.
79. Ng, C.C., et al. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 2006; 95:290-296.

80. Peters, L.B., et al. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J. Endod.*, 2001; 27:76-81.
81. Wu, M.K., L.W.M. van der Sluis, and P.R. Wesselink. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *International endodontic journal*, 2003; 36:218-224.
82. Berutti, E. and G. Fedon. Thickness of Cementum Dentin in Mesial Roots of Mandibular 1st Molars. *J. Endod.*, 1992; 18:545-548.
83. Lim, S.S. and C.J. Stock. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int. Endod. J.*, 1987; 20:33-39.
84. Kerekes, K. and L. Tronstad. Morphometric observations on root canals of human premolars. *J. Endod.*, 1977; 3:74-79.
85. Yang, L., et al. Use of Cone-beam Computed Tomography to Evaluate Root Canal Morphology and Locate Root Canal Orifices of Maxillary Second Premolars in a Chinese Subpopulation. *J. Endod.*, 2014; 40:630-634.
86. Grande, N.M., et al. Micro-computerized tomographic analysis of radicular and canal morphology of premolars with long oval canals. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2008; 106:e70-76.
87. Salman, R., H. Dara, and  
ROOT CANAL MORPHOLOGY OF LOWER FIRST PREMOLARS IN AN IRAQI-KURDISTAN POPULATION  
The Libyan dental Journal  
2013; 3.
88. Cooke, H.G., 3rd and F.L. Cox. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc*, 1979; 99:836-839.
89. Kato, A., et al. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. *Int. Endod. J.*, 2014; 47:1012-1033.
90. Baisden, M.K., J.C. Kulild, and R.N. Weller. Root-Canal Configuration of the Mandibular 1st Premolar. *J. Endod.*, 1992; 18:505-508.
91. Siqueira, J.F., Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int. Endod. J.*, 2001; 34:1-10.
92. Awawdeh, L.A. and A.A. Al-Qudah. Root form and canal morphology of mandibular premolars in a Jordanian population. *Int. Endod. J.*, 2008; 41:240-248.
93. Ayranci, L.B., et al. Morphology of apical foramen in permanent molars and premolars in a Turkish population. *Acta Odontol. Scand.*, 2013; 71:1043-1049.

## Appendix

### 1.18 Tabeller

#### 1.18.1 Lengder

|              | n  | Mean  | Std. dev. | max   | min   | p-value |
|--------------|----|-------|-----------|-------|-------|---------|
| ER_B_1       | 20 | 22.65 | 2.55      | 28.57 | 18.64 | 0.301   |
| ER_B_2       | 20 | 21.81 | 2.56      | 28.36 | 17.77 |         |
| Difference B | 20 | 0.85  | 0.48      | 1.95  | 0.001 | <0.001  |
| TR_P_1       | 20 | 21.41 | 2.72      | 27.39 | 17.66 | 0.285   |
| TR_P_2       | 20 | 20.69 | 2.69      | 27.17 | 16.26 |         |
| Difference P | 20 | 0.72  | 0.50      | 1.73  | 0.11  | <0.001  |

Tabell 1 – Kusp til apeks lengde i enrotige tenner målt i kontralaterale tenner både fra bukkale og palatinale kuspetopper.

|              | n  | Mean  | Std. dev. | max   | min   | p-value |
|--------------|----|-------|-----------|-------|-------|---------|
| TR_B_1       | 19 | 21.55 | 1.85      | 25.60 | 18.36 | 0.214   |
| TR_B_2       | 19 | 20.76 | 2.00      | 24.04 | 16.60 |         |
| Difference B | 19 | 0.790 | 0.65      | 1.97  | 0.00  | <0.001  |
| TR_P_1       | 19 | 20.57 | 1.71      | 24.41 | 17.55 | 0.170   |
| TR_P_2       | 19 | 19.77 | 1.80      | 23.66 | 16.47 |         |
| Difference P | 19 | 0.80  | 0.43      | 1.62  | 0.050 | <0.001  |

Tabell 2 – Kusp til apekslengder i torotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|              | n  | Mean  | Std. dev. | max   | min   | p-value |
|--------------|----|-------|-----------|-------|-------|---------|
| Kontralat. 1 | 24 | 14.88 | 2.43      | 23.12 | 11.78 | 0.085   |
| Kontralat. 2 | 24 | 15.68 | 2.38      | 23.33 | 11.88 |         |
| Difference   | 24 | 0.79  | 0.53      | 2.05  | 0.055 | <0.001  |

Tabell 3 - CEJ-apeks lengde enrotige tenner med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|              | n  | Mean  | Std. dev. | max   | min   | p-value |
|--------------|----|-------|-----------|-------|-------|---------|
| TR_B_1       | 15 | 13.36 | 1.92      | 16.85 | 10.17 | 0.438   |
| TR_B_2       | 15 | 13.90 | 1.85      | 18.36 | 11.24 |         |
| Difference B | 15 | 0.54  | 0.51      | 1.51  | 0.00  | <0.001  |
| TR_P_1       | 15 | 13.62 | 1.87      | 17.88 | 10.64 | 0.480   |
| TR_P_2       | 15 | 14.10 | 1.80      | 18.58 | 11.56 |         |
| Difference P | 15 | 0.56  | 0.41      | 1.27  | 0.00  | <0.001  |

Tabell 4 - CEJ-apeks lengde torotige premolarer med antall, gjennomsnitt,



standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|            | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| KL_1       | 69 | 4.92 | 0.71      | 6.53 | 2.02 | 0.917   |
| KL_2       | 69 | 4.90 | 0.64      | 6.00 | 2.81 |         |
| Difference | 69 | 0.21 | 0.29      | 2.16 | 0.0  | <0.001  |

Tabell 5 - Kusp-pulpahorn lengde I enrotige og torotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

### 1.18.2 Kanalbredder

|               | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|---------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| ER_FL_1       | 19 | 2.70 | 0.62      | 3.73 | 1.54 | 0.254   |
| ER_FL_2       | 19 | 2.48 | 0.56      | 3.70 | 1.44 |         |
| Difference FL | 19 | 0.22 | 0.40      | 1.57 | 0.01 | <0.001  |
| ER_MD_1       | 19 | 1.36 | 0.81      | 4.30 | 0.24 | 0.189   |
| ER_MD_2       | 19 | 1.16 | 0.69      | 3.54 | 0.20 |         |
| Difference MD | 19 | 0.20 | 0.25      | 0.96 | 0.01 | <0.001  |

Tabell 6 - Kanalbredde ved CEJ til enrotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|                 | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|-----------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| TR_B_FL_1       | 18 | 2.57 | 1.04      | 4.86 | 1.50 | 0.169   |
| TR_B_FL_2       | 18 | 2.27 | 0.96      | 4.52 | 1.24 |         |
| Difference B FL | 18 | 0.30 | 0.48      | 2.17 | 0.03 | <0.001  |
| TR_B_MD_1       | 18 | 1.08 | 0.27      | 1.58 | 0.68 | 0.262   |
| TR_B_MD_2       | 18 | 0.98 | 0.29      | 1.57 | 0.62 |         |
| Difference B MD | 18 | 0.11 | 0.15      | 0.63 | 0.00 | <0.001  |
| TR_P_FL_1       | 12 | 1.24 | 0.97      | 4.17 | 0.64 | 0.100   |
| TR_P_FL_2       | 12 | 0.73 | 0.34      | 1.19 | 0.23 |         |
| Difference P FL | 12 | 0.51 | 0.84      | 3.13 | 0.03 | <0.001  |
| TR_P_MD_1       | 12 | 0.75 | 0.19      | 1.24 | 0.55 | 0.330   |
| TR_P_MD_2       | 12 | 0.60 | 0.26      | 1.19 | 0.25 |         |
| Difference P MD | 12 | 0.15 | 0.11      | 0.37 | 0.02 | 0.00066 |

Tabell 7 - Kanalbredde ved CEJ til torotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|                 | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Std. dev.</b> | <b>max</b> | <b>min</b> | <b>p-value</b> |
|-----------------|----------|-------------|------------------|------------|------------|----------------|
| TR_B_FL_1       | 12       | 0.99        | 0.47             | 1.99       | 0.45       | 0.175          |
| TR_B_FL_2       | 12       | 1.27        | 0.62             | 2.19       | 0.57       |                |
| Difference B FL | 12       | 0.34        | 0.32             | 1.25       | 0.11       | <0.001         |
| TR_B_MD_1       | 12       | 0.87        | 0.28             | 1.302      | 0.36       | 0.049          |
| TR_B_MD_2       | 12       | 1.10        | 0.27             | 1.49       | 0.60       |                |
| Difference B MD | 12       | 0.24        | 0.24             | 0.90       | 0.015      | <0.001         |
| TR_P_FL_1       | 11       | 1.21        | 0.49             | 2.31       | 0.70       | 0.237          |
| TR_P_FL_2       | 11       | 1.43        | 0.50             | 2.43       | 0.86       |                |
| Difference P FL | 11       | 0.22        | 0.13             | 0.48       | 0.09       | <0.001         |
| TR_P_MD_1       | 11       | 0.87        | 0.20             | 1.10       | 0.50       | 0.308          |
| TR_P_MD_2       | 11       | 0.96        | 0.20             | 1.20       | 0.63       |                |
| Difference P MD | 11       | 0.090       | 0.066            | 0.20       | 0.015      | 0.00102        |

Tabell 8 - Kanalbredde ved 1.5 mm før furkasjon med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|                 | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Std. dev.</b> | <b>max</b> | <b>min</b> | <b>p-value</b> |
|-----------------|----------|-------------|------------------|------------|------------|----------------|
| TR_B_FL_1       | 8        | 0.80        | 0.46             | 1.80       | 0.34       | 0.105          |
| TR_B_FL_2       | 8        | 0.53        | 0.22             | 0.91       | 0.21       |                |
| Difference B FL | 8        | 0.27        | 0.40             | 1.23       | 0.01       | 0.008          |
| TR_B_MD_1       | 8        | 1.24        | 0.57             | 2.22       | 0.36       | 0.442          |
| TR_B_MD_2       | 8        | 1.04        | 0.46             | 1.53       | 0.28       |                |
| Difference B MD | 8        | 0.21        | 0.21             | 0.69       | 0.05       | 0.008          |
| TR_P_FL_1       | 10       | 1.08        | 0.25             | 2.14       | 0.40       | 0.164          |
| TR_P_FL_2       | 10       | 0.84        | 0.40             | 1.11       | 0.35       |                |
| Difference P FL | 10       | 0.24        | 0.40             | 1.35       | 0.02       | 0.002          |
| TR_P_MD_1       | 10       | 1.07        | 0.37             | 1.79       | 0.44       | 0.264          |
| TR_P_MD_2       | 10       | 0.90        | 0.29             | 1.24       | 0.35       |                |
| Difference P MD | 10       | 0.17        | 0.15             | 0.55       | 0.01       | 0.002          |

Tabell 9 - Kanalbredde ved 1.5 mm etter furkasjon med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|               | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Std. dev.</b> | <b>max</b> | <b>min</b> | <b>p-value</b> |
|---------------|----------|-------------|------------------|------------|------------|----------------|
| ER_FL_1       | 22       | 2.71        | 0.74             | 3.95       | 1.08       | 0.252          |
| ER_FL_2       | 22       | 2.99        | 0.82             | 4.54       | 1.48       |                |
| Difference FL | 22       | 0.27        | 0.30             | 1.30       | 0.01       | <0.001         |
| ER_MD_1       | 22       | 1.22        | 0.36             | 1.93       | 0.61       | 0.379          |
| ER_MD_2       | 22       | 1.31        | 0.33             | 2.07       | 0.71       |                |
| Difference MD | 22       | 0.09        | 0.09             | 0.41       | 0.01       | <0.001         |

Tabell 10 - Kanalbredde halvveis på enrotige tenner med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|               | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Std. dev.</b> | <b>max</b> | <b>min</b> | <b>p-value</b> |
|---------------|----------|-------------|------------------|------------|------------|----------------|
| ER_FL_1       | 13       | 1.40        | 0.87             | 2.64       | 0.26       | 0.254          |
| ER_FL_2       | 13       | 1.73        | 1.02             | 3.76       | 0.28       |                |
| Difference FL | 13       | 0.33        | 0.38             | 1.35       | 0.00       | <0.001         |
| ER_MD_1       | 13       | 0.72        | 0.52             | 1.77       | 0.12       | 0.189          |
| ER_MD_2       | 13       | 0.90        | 0.59             | 2.16       | 0.17       |                |
| Difference MD | 13       | 0.18        | 0.14             | 0.40       | 0.00       | <0.001         |

Tabell 11 - Kanalbredde 2mm før apeks i enrotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|                 | <b>n</b> | <b>Mean</b> | <b>Std. dev.</b> | <b>max</b> | <b>min</b> | <b>p-value</b> |
|-----------------|----------|-------------|------------------|------------|------------|----------------|
| TR_B_FL_1       | 14       | 0.48        | 0.31             | 1.02       | 0.10       | 0.153          |
| TR_B_FL_2       | 14       | 0.69        | 0.44             | 1.45       | 0.14       |                |
| Difference B FL | 14       | 0.21        | 0.24             | 0.70       | 0.01       | <0.001         |
| TR_B_MD_1       | 14       | 0.54        | 0.37             | 1.23       | 0.12       | 0.108          |
| TR_B_MD_2       | 14       | 0.77        | 0.45             | 1.57       | 0.17       |                |
| Difference B MD | 14       | 0.23        | 0.22             | 0.84       | 0.00       | <0.001         |
| TR_P_FL_1       | 14       | 0.52        | 0.28             | 1.04       | 0.22       | 0.200          |
| TR_P_FL_2       | 14       | 0.67        | 0.42             | 1.58       | 0.29       |                |
| Difference P FL | 14       | 0.14        | 0.17             | 0.54       | 0.00       | <0.001         |
| TR_P_MD_1       | 14       | 0.59        | 0.39             | 1.40       | 0.23       | 0.330          |
| TR_P_MD_2       | 14       | 0.75        | 0.52             | 1.91       | 0.26       |                |
| Difference P MD | 14       | 0.16        | 0.15             | 0.56       | 0.01       | <0.001         |

Tabell 12 - Kanalbredde 2mm før apeks i torotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

### 1.18.3 Dentintykkelser

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| Kontralat. 1 | 22 | 1.85 | 0.13      | 2.08 | 1.60 | 0.106   |
| Kontralat. 2 | 22 | 1.92 | 0.17      | 2.19 | 1.64 |         |
| Difference   | 22 | 0.08 | 0.06      | 0.23 | 0.01 | <0.001  |

Tabell 13 - Dentintykkelse ved CEJ i enrotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min   | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|-------|---------|
| TR_B_1       | 18 | 1.74 | 0.21      | 2.16 | 1.42  | 0.154   |
| TR_B_2       | 18 | 1.84 | 0.21      | 2.22 | 1.50  |         |
| Difference B | 18 | 0.10 | 0.11      | 0.38 | 0.02  | <0.001  |
| TR_P_1       | 14 | 1.89 | 0.20      | 2.28 | 1.64  | 0.217   |
| TR_P_2       | 14 | 1.99 | 0.22      | 2.44 | 1.65  |         |
| Difference P | 14 | 0.10 | 0.08      | 0.27 | 0.000 | 0.00052 |

Tabell 14 - Dentintykkelse ved CEJ i torotige premolarer med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| TR_B_1       | 12 | 1.08 | 0.29      | 1.56 | 0.67 | 0.250   |
| TR_B_2       | 12 | 1.21 | 0.28      | 1.57 | 0.69 |         |
| Difference B | 12 | 0.13 | 0.13      | 0.35 | 0.00 | 0.007   |
| TR_P_1       | 12 | 1.17 | 0.23      | 1.71 | 0.94 | 0.237   |
| TR_P_2       | 12 | 1.25 | 0.23      | 1.77 | 0.95 |         |
| Difference P | 12 | 0.08 | 0.075     | 0.24 | 0.00 | 0.004   |

Tabell 15 - Dentintykkelse 1.5mm før furkasjon med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| TR_B_1       | 11 | 0.73 | 0.27      | 1.58 | 0.44 | 0.428   |
| TR_B_2       | 11 | 0.83 | 0.31      | 1.45 | 0.45 |         |
| Difference B | 11 | 0.10 | 0.12      | 0.36 | 0.00 | <0.001  |
| TR_P_1       | 11 | 0.96 | 0.27      | 1.52 | 0.61 | 0.337   |
| TR_P_2       | 11 | 1.07 | 0.27      | 1.66 | 0.65 |         |
| Difference P | 11 | 0.11 | 0.09      | 0.28 | 0.02 | <0.001  |

Tabell 16 - Dentintykkelse 1.5mm etter furkasjon med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min   | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|-------|---------|
| Kontralat. 1 | 23 | 1.37 | 0.14      | 1.62 | 1.10  | 0.034   |
| Kontralat. 2 | 23 | 1.47 | 0.17      | 1.80 | 1.17  |         |
| Difference   | 23 | 0.11 | 0.08      | 0.30 | 0.015 | <0.001  |

Tabell 17 - Dentintykkelse halvveis med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

|            | n  | Mean | Std. dev. | Max  | min   | p-value |
|------------|----|------|-----------|------|-------|---------|
| ER_1       | 20 | 0.54 | 0.13      | 1.76 | 0.36  | 0.005   |
| ER_2       | 20 | 0.67 | 0.15      | 1.02 | 0.45  |         |
| Difference | 20 | 0.13 | 0.11      | 0.40 | 0.002 | <0.001  |

Tabell 18 - Dentintykkelse 2 mm før apeks i enrotige tenner med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| TR_B_1       | 14 | 0.51 | 0.11      | 0.65 | 0.24 | 0.202   |
| TR_B_2       | 14 | 0.58 | 0.18      | 0.94 | 0.18 |         |
| Difference B | 14 | 0.12 | 0.11      | 0.34 | 0.01 | <0.001  |
| TR_P_1       | 14 | 0.51 | 0.13      | 0.74 | 0.27 | 0.0242  |
| TR_P_2       | 14 | 0.63 | 0.12      | 0.85 | 0.41 |         |
| Difference P | 14 | 0.11 | 0.08      | 0.25 | 0.02 | <0.001  |

Tabell 19 - Dentintykkelse 2 mm før apeks i torotige med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

#### 1.18.4 Avstand mellom Kanalåpninger

|              | n  | Mean | Std. dev. | max  | min  | p-value |
|--------------|----|------|-----------|------|------|---------|
| Kontralat. 1 | 14 | 0.94 | 0.35      | 1.48 | 0.39 | 0.055   |
| Kontralat. 2 | 14 | 1.21 | 0.36      | 1.97 | 0.58 |         |
| Difference   | 14 | 0.27 | 0.23      | 0.80 | 0.02 | <0.001  |

Tabell 22 – Kanalåpningavsand ved CEJ med antall, gjennomsnitt, standardavvik, maks., min. og p-verdier.

