

*Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum, Fogorvostudományi Intézet, Debrecen

**Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinika Budapest

A gyökércsatorna morfológia hatása a mikroszivárgás mértékére

DR. JUHÁSZ ALEXANDER*, DR. SZABÓ ZOLTÁN*, DR. MÁRTON ILDIKÓ*, DR. FEJÉRDY PÁL**, DR. DOBÓ NAGY CSABA**

A vizsgálat célja az volt, hogy a szerzők standard módszerekkel elemezzék a gyökértömés mentén létrejövő mikroszivárgás hosszanti mértékét és felszíni kiterjedését. Húsz egyenes és 20 görbe gyökércsatornánál makroradiográfiás módszerrel meghatározták a megmunkálás után jelentkező preparációs hibákat. Ezek a hibák (pl. zip, könyökképződés, preparációs aszimmetria) ugyan nem szignifikánsan, de nagyobb mértékben jelentkeztek a görbe gyökércsatornáknál. Ezüst-nitrát nyomjelzőt alkalmazva, a fogak átlátszóvá tétele után digitális módszerrel határoztuk meg a lineáris festékpentráció mértékét és az összes festékpentrációs felület egyenes és görbe gyökércsatornák esetén. A festékpentrációs eredmények rosszabbak voltak az egyenes gyökércsatornáknál (festékpentráció átlagos hossza $2,22 \pm 1,17$ mm, összes festékpentrációs felület $1,3 \pm 0,71$ mm²), mint a görbe gyökércsatornáknál (festékpentráció hossza $1,81 \pm 1,24$ mm, összes festékpentrációs felület $1,06 \pm 0,5$ mm²), de az eredményekben a szerzők statisztikailag szignifikáns különbséget nem találtak. Görbe csatornák esetén legtöbbször a görbület belső felszínén volt a legnagyobb festékpentráció, melyet koincidencia vizsgálat is megerősített.

Kulcsszavak: clear-technika, digitális leképezés, nyomjelző penetráció, mikroszivárgás, preparációs hibák

Annak ellenére, hogy az utóbbi két évtizedben jelentős számú közlemény jelent meg, melyek a gyökértömés mentén jelentkező mikroszivárgást vizsgálták, nehéz általános következtetést levonni a gyökértömő anyagok, gyökértömési technikák zárási tulajdonságairól.

Igen sok *in vitro* módszer létezik, amely a gyökércsatorna fala és a gyökértömő anyag közötti résben végbemenő mikroszivárgást tanulmányozza. Mivel a mikroszivárgási vizsgálatok eredményeiben igen nagy különbségek tapasztalhatóak, Wu és Wesselink [17] közleményükben azt ajánlják, hogy nagyobb figyelmet kellene fordítani a vizsgálatok metodikájának egységesítésére.

A gyökércsatorna megmunkálás végére olyan nemkívánatos csatornaformák jöhetnek létre, melyek megnehezítik a gyökércsatorna hermetikus tömését. Ilyen hibák például a zip, könyökképződés és az aszimmetrikus gyökércsatorna-preparálás. A nyolcvanas évek végén Dummer és mtsai [7] a kilencvenes évek elején Briseno és Sonnabend [3] a preparációs hibákat műanyag blokkokban vizsgálták.

Dobó Nagy és mtsai [6] kvantitatív módszert alkalmaztak emberi fogak gyökércsatornájának megmunkálása közben bekövetkező preparációs hibák vizsgálatában. A görbe gyökércsatornák megmunkálása bonyolultabb, mint az egyenes gyökércsatornáké, ezért a preparációs hibák is nagyobb eséllyel jelentkezhetnek a görbe csatornákban [3, 6, 7]. A preparációs hibák és az ezzel kapcsolatos gyökértömés zárási hibák közötti összefüggést még csak kevesen vizsgálták. Wu és munkatársai [18] mutatták ki folyadékfiltrációs módszerrel, hogy

a preparálási hibák befolyásolják a gyökértömés minőségét.

Kísérletünk célja az volt, hogy megvizsgáljuk a megmunkált egyenes és görbe gyökércsatornáknál a preparációs hibák előfordulását és digitális képelemző módszer segítségével kvantitatív módon mérjük a gyökértömés után jelentkező mikroszivárgás mértékét.

Vizsgálati anyag és módszer

Ötvenhat extrahált, egygyökerű emberi fogat 10%-os formalinoldatban tartottunk a kísérlet kezdetéig. A fogak trepanálása után a pulpaszövetet eltávolítottuk.

Ezután parallel technikával minden fogról röntgenfelvétel készült vestibulo-oralis és mezio-distalis irányból. A felvételek értékelése után a kettős görbülettel bíró illetve az obliterált gyökércsatornával rendelkező fogakat kihagytuk a kísérletből. Így két csoportot alakítottunk ki, mindegyik csoportba 20 fog tartozott. Az egyik csoportba az egyenes gyökércsatornájú fogak, a másikba a görbe gyökércsatornájú fogak kerültek. A csoportbesorolást a Dobó Nagy és mtsai [4] által kifejlesztett komputergrafikai módszer szerint végeztük, melyről szóló közlemény magyar nyelven is megjelenik (Dobó N. CS., Ledeczky G., Sulyok P., Szabó J.: Az emberi fogak gyökércsatorna görbületének matematikai osztályozása. *Fogorvosi Szemle*ben 2001-ben elfogadva). A munkahosszat és a görbület irányát Thompson és mtsai [16] módszere szerint rögzítettük úgy, hogy 10-es méretű Kerr-flex reszelőt (Maillefer,

Svájc) 2 mm-rel túlvezettünk a forámen fiziológikumon és a reszelő hegyének irányát a fog koronáján bejelöltük. A munkahosszat úgy határoztuk meg, hogy a reszelő hosszából három millimétert visszavettünk. A gyökércsatorna apikális megmunkálása Kerr-reszelővel (Maillefer, Svájc) történt, step-back módszer szerint. A mester megmunkáló eszköz (MAF) 30-as volt minden esetben. A maradék koronális harmad cirkumferenciális megmunkálását Headström reszelővel (Maillefer, Svájc) végeztük. Megmunkálás közben átöblítést végeztünk 2,6% nátrium-hipoklorid oldattal, a gyári készítmény neve Histolyth volt (Lege Artis, Németország). A preparációs dentintörmelék réteget Rc-Prep-pel (Premier, USA) távolítottuk el. Az Rc-Prep-et 0,5 ml 2,6%-os nátrium-hipoklorid oldattal neutralizáltuk, majd végső átöblítés következett 10 ml fiziológiás sóoldattal.

A megmunkálás után újabb kétirányú RTG-felvétel készült a fogakról. A megmunkálás előtti és utáni RTG-felvételeket tízszeresére nagyítottuk, majd makroradiográfias módszerrel meghatároztuk a megmunkálás után jelentkező gyökércsatorna torzulásokat.

A megmunkálás után a gyökércsatornák szárítását papírcsúccsokkal (Kerr GmbH, Németország) végeztük. Ezután a csatornákat laterál kondenzációs guttapercha (Maillefer, Svájc) gyökértöméssel láttuk el, melyhez AH-26-ot használtunk sealerként (De Trey, Németország). A mester gutta-percha csúcs a mesterreszelővel egyező méretű volt. A koronális részét a gyökértömésnek cink-oxi-foszfát cementtel (Spofa, Csehország) fedtük.

Megmunkálási hibák a gyökércsatorna formák tekintetében

Ebben a kísérletben a munkahossz-csökkenés nagyságát és gyakoriságát, a zip és a könyökképződés előfordulását regisztráltuk.

Megmértük az apexről 1 mm-re koronálisan a preparációs aszimmetria mértékét egyenes és görbe gyökércsatornák esetén mind vestibulo-oralis, mind pedig mezio-distalis nézetben. A statisztikai vizsgálatot egyutas ANOVA-tesztel és többfokozatú Duncan tesztel végeztük. A szignifikancia szintet $p < 0,05$ értéknél vettük meg.

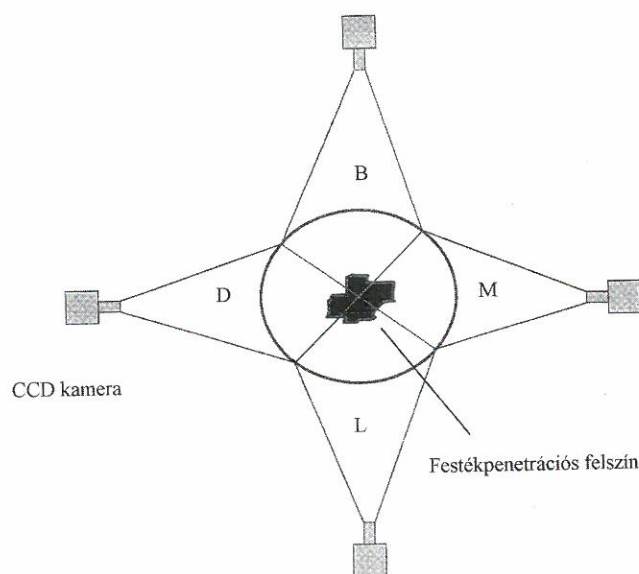
A mikroszivárgás megjelenítése, mérése

A mikroszivárgás mértékének meghatározásához a fogakat megszíneztük úgy, ahogy *Hovland és Dumsha* [9] leírta. Az apikális 2 mm kivételével a gyökereket két rétegben körömlakkal vontuk be. Ezután a fogakat két órára 50%-os ezüst-nitrát oldatba mártottuk a légköri nyomáshoz képest 100 Hgmm-es vákuumkamrába helyezve azokat. Ezt követően a fogakat lemostuk, megszáritottuk és film előhívó oldatba (G334, AGFA, Németország) helyeztük négy órára, ugyanolyan vákuum kondíciót alkalmazva. A körömlakkot acetonnal, a feketére színeződött külső cement réteget pedig ultrahangos depurátorral (ENAC, Japán) távolítottuk el.

Ezután a gyökereket átlátszóvá tettük (clear technika) *Barkhordar és mtsai* [2] módszerét alkalmazva. Ilyen módon a gyökércsatorna fala és a gyökértömés között lévő részbe a mikroszivárgás miatt behatoló színező anyag láthatóvá vált, mely feketére festett területként ábrázolódott a gyökércsúcs környékén (1. ábra).



1. ábra. Az átlátszóvá tett fogon a festékpentráció mértéke mesialis nézetből



2. ábra. A festék penetrációs felszín síkban kiterített képe a gyökércsúcs szintjében és a festékpentráció négy irányból végzett digitális leképezése. Rövidítések: B: bukkális, L: lingvális, M: mezialis, D: disztális irányokat jelölik

Egy 8 bit-es 512x512 CCD digitális kamerával (Hitachi, Japán) képeket készítettünk a gyökerekről négy nézetben úgy, hogy fixált rendszerben a gyökereket 90°-kal elforgattuk (2. ábra). Ebbe a rendszerbe ismert méretű fémgolyót ágyaztunk be, mely lehetővé tette, hogy a vizsgálni kívánt objektumot pontosan mérhessük, pixelben megkapva az eredményeket. A mezialis, distalis, bukkális és lingualis nézetből digitális kamerával készített gyökéri képeket ötszörösére nagyítottuk Carl Zeiss mik-

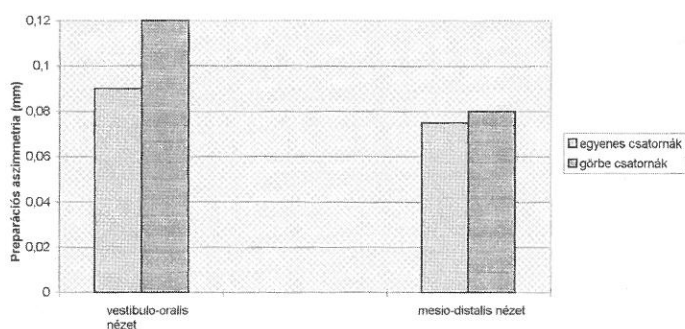
roszkóp (Németország) segítségével. Az egyes gyökereknél négy irányból készített digitális felvételeken a festékpentrációt egy számítógépes szoftver (IMAN, KFKI, Kraft Kft., Budapest) detektálta, és az ismert méretű fémgolyó segítségével kvantifikálni tudtuk a méréseket. A longitudinális festékpentrációt úgy vizsgáltuk, hogy az átlátszó gyökereken megmértük a festékpentráció koronális határát mind a négy irányban. A teljes festékpentrációs területet is ki tudtuk számolni oly módon, hogy az illető fognál a négy irányból mért festékpentrációs felületek összege adta az összes penetrációs területet.

A mikroszivárgás eredményeit Student-teszttel vizsgáltuk, és a teszt erejét meghatároztuk, melynek értéke 0,8 volt. Annak érdekében, hogy értékeljük az összefüggés erősségét amely a festékpentráció legnagyobb kiterjedése és a csatorna görbület iránya között fennállhatott koincidencia vizsgálatot végeztünk.

Eredmények

Preparációs hibák

A munkahossz-rövidülés 20%-ban fordult elő az egyenes 35%-ban a görbe gyökércsatornák esetén. Könyökképződést 20%-ban tapasztaltunk az egyenes, 25%-ban a görbe csatornáknál. A zip előfordulási gyakorisága mindkét csoport esetében magas volt, egyenesnél 80%-os, a görbe csoportnál 85%-os. Az apexnél az aszimmetrikus preparálás mértéke mind vestibulo-oralis (0,12 mm), mind mesio-distalis (0,08 mm) nézetben nagyobb volt a görbe gyökércsatornáknál, mint az egyeneseknél, ahol az értékek 0,09 mm ill. 0,078 mm voltak (3. ábra). A görbe gyökércsatornáknál minden vizsgált preparációs hiba mértéke nagyobb volt százalékos arányban, mint az egyenes gyökércsatornák esetén, de a különbségek nem voltak statisztikailag szignifikánsak $p > 0,05$.



3. ábra. Az apikális szinten két irányból mért preparációs aszimmetria értékei az egyenes és görbe csatornaformáknál

Mikroszivárgás eredmények

Az egyenes csoportnál jelentkező penetrációs eredményeket mutatja be az I. táblázat. A mikroszivárgás következtében elszíneződött felszínek (festékpentrációs felszínek) átlagos nagysága és a szórás $2,22 \pm 1,17 \text{ mm}^2$ volt. A lineáris festékpentráció átlaga és a szórás $1,30 \pm 0,71 \text{ mm}$ volt.

I. táblázat

Mikroszivárgás értékek az egyenes gyökércsatornák csoportjában

Minta	teljes festékpentráció felszíne (mm^2)	maximális festékpentráció hossza (mm)
56	1,27	0,76
31	1,88	1,16
50	2,33	1,33
49	2,86	1,19
33	0,46	0,39
43	3,89	1,92
32	1,92	0,95
42	0,29	0,37
51	2,53	1,07
30	2,16	1,34
47	3,90	1,65
55	2,02	1,61
39	1,96	1,22
35	1,14	0,95
6	1,74	0,91
44	4,08	2,47
36	1,88	1,03
48	2,29	1,39
46	1,19	0,80
54	4,65	3,47
Átlag	2,22	1,30
SD	1,17	0,71

A görbült gyökércsatornájú csoport eredményeit a II. táblázat mutatja be. A mikroszivárgás felszínek átlaga és a szórás $1,81 \pm 1,24 \text{ mm}^2$, a festékpentrációs hossz átlaga és a szórás $1,06 \pm 0,50 \text{ mm}$ volt. Megvizsgálva az eredményeket, azt láthatjuk, hogy az egyenes csoportban mind a mikroszivárgás felszíni mértéke, mind a festékpentráció hosszának mértéke nagyobb volt, mint a görbe csatornák esetén, bár a különbségek nem voltak statisztikailag szignifikánsak.

I. táblázat

Mikroszivárgás értékek az egyenes gyökércsatornák csoportjában

Minta	teljes festékpentráció felszíne (mm^2)	maximális festékpentráció hossza (mm)
2	1,09	0,73
4	1,14	0,76
23	1,08	1,01
10	3,65	1,76
15	1,05	0,69
5	4,20	1,56
12	0	0
20	0,51	0,46
29	4,33	1,48
18	2,98	2,26
11	0,59	0,76
22	1,09	0,99
16	3,14	1,65
3	1,95	1,22
9	2,07	1,20
1	1,57	0,86
13	0,88	0,91
14	1,62	0,97
19	1,98	1,16
Átlag	1,81	1,06
SD	1,24	0,50

A III. táblázatban mutatjuk be a görbült gyökércsatornákban a maximális festékpentráció elhelyezkedését. Koincidencia-vizsgálatot végeztünk keresve a statisztikai összefüggést a gyökérgömbület iránya és a festékpentráció legnagyobb mértéke között. Cohen-féle κ -értéket számoltunk [14]. Ha ez az érték 1, akkor teljes az egyezés. A mi statisztikai vizsgálatunk 0,78 értéket mutatott, ami azt igazolta, hogy szoros összefüggés volt a gyökérgömbület iránya és a maximális festékpentráció elhelyezkedése között.

III. táblázat

A görbe csatornák legnagyobb lineáris festékpentrációs felszíne és a gömbület irányának összefüggése

Minta	Maximális oldala	festődés gömbület iránya	Egyezés a max. festődés oldala és a gömbület iránya között
2	D	D(B)	Van
4	M	M	Van
23	M	D	Nincs
10	D	L(D)	Van
15	D	D(L)	Van
5	B	L	Nincs
12	–	L	*
20	D	D	Van
29	D	D(L)	Van
18	D	D(B)	Van
11	D	D(L)	Van
22	B	D(B)	Van
16	B	M(B)	Van
24	M	B(M)	Van
3	B	D	Nincs
9	B	D(B)	Van
1	D	D	Van
13	L	L(D)	Van
14	D	D	Van
19	D	D	Van

Megbeszélés

Csak néhány olyan mikroszivárgást vizsgáló összehasonlító tanulmány jelent meg, amely azt vizsgálta, hogy az egyenes és a görbe gyökércsatornák megmunkálása hatással van a gyökértömések minőségére [11, 12, 13]. Nevezetesen a görbe gyökércsatornákban nehezebb jó gyökértömést elkészíteni, mivel a gyökércsatorna-megmunkálás hibái nagyobb számban és erőteljesebben jelentkeznek ezeknél a fogaknál. Ezt igazolta számos tanulmány is, amelyeket akár műanyag blokkokban, akár emberi fogakon végeztek [1, 6, 8, 13, 15]. Ellentétben ezekkel az eredményekkel, nem találtak statisztikailag szignifikáns különbséget egyenes és görbe gyökércsatornák gyökértöméseinek minőségében Mann és McWalter [12], Lares és El Deeb [10], Leung és Gulabivala [11]. Ezeknek a megfigyeléseknek a sorát gyarapítja jelen vizsgálatunk is.

Ebben a tanulmányunkban a gyökércsatorna preparációs hibáit gyakrabban és nagyobb mértékben figyeltük meg a görbe gyökércsatornákban. Ez a megfigyelésünk egybevág saját korábbi [5, 6] illetve más szerzők által

közölt [1, 13] megfigyelésekkel. Ennek ellenére a mikroszivárgás eredmények kevésbé voltak rosszak akár a maximális lineáris festékpentráció mértékét, akár a festékpentrációs felszínek nagyságát nézzük ezekben a csatornáknál. A két tesztelt csoport között azonban statisztikailag szignifikáns különbséget nem tudunk kimutatni. A négy irányból végzett mérések lehetővé tették számunkra, hogy kiterjedésében elemezzük a csúcsi festékpentrációt. Így tudunk számszerű eredményeket gyűjteni a csatornagömbület és a festékpentráció összefüggéseiről. Statisztikai vizsgálattal is alá tudtuk támasztani azt a megfigyelésünket, hogy a görbe gyökércsatornákban a gömbület irányával egyező oldalon, vagyis a gömbület belső falán a legnagyobb a festékpentráció mértéke az adott csatornán belül. A gömbület belső fala az a terület, amelyet kevésbé munkál meg a műszer csúcsi szakasza, miközben fizikai tulajdonságából adódóan a külső fal felé igyekszik kiegyenesedni. Így a csúcsi szakaszon, a belső falon preparációs dentintörmelék rakódik le, melynek eltávolítása atmoszással nem oldható meg tökéletesen. Ez a dentintörmelék réteg rést képez a majdani gyökértömő anyag és a csatornafal között, melyben a festék jobban tud penetrálni. Ezt a megfigyelésünket erősíti meg Wu és munkatársai [18] eredménye is, akik kísérletes körülmények között találtak direkt bizonyítékot a csatorna gömbület okozta mikroszivárgás mértékének növekedésére. Ezek alapján vált kísérletesen is igazolt megállapítássá, hogy a csúcsi preparálási hibák a gyökértömés minőségére kihatnak.

Köszönetnyilvánítás

Ez a közlemény az OTKA T029411 számú pályázat támogatásával készült.

Irodalom

1. AL-OMARI MAO, DUMMER PMH, NEWCOMBE RG, DOLLER HARTLES F: Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. *Int Endod J* 1992; 25: 67–81.
2. BARKHORDAR RA, BUI T, WATANABE L: An evaluation of sealing ability of calcium hydroxide sealers. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path* 1989; 68: 88–92.
3. BRIENO BM, SONNABEND E: The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J* 1991; 24: 15–23.
4. DOBÓ NAGY C, SZABÓ J, SZABÓ J: A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod* 1995; 21: 557–560.
5. DOBÓ NAGY C, BARTHA K, BERNÁTH M, VERDES E, SZABÓ J: A comparative study of seven instruments in shaping the root canal in vitro. *Int Endod J* 1997; 30: 124–133.
6. DOBÓ NAGY C, BARTHA K, BERNÁTH M, VERDES E, SZABÓ J: The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. *Int Endod J* 1997; 30: 133–141.
7. DUMMER PMH, ALODEH MHA, DOLLER R: Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by sonic handpiece. *Int Endod J* 1989; 22: 221–225.
8. DUMMER PMH, HUTCHINGS R, HARTLES FR: The effect of using files with altered tips in a sonic handpiece: an in vitro study. *Int Endod J* 1993; 26: 209–217.

9. HOVLAND EJ, DUMSHA TC: Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. *Int Endod J* 1985; 18: 179–182.
10. LARES C, EL DEEB ME: The sealing ability of the Thermafil obturation technique. *J Endod* 1990; 16: 474–479.
11. LEUNG SF, GULABIVALA K: An in vitro evaluation of the influence of canal curvature on the sealing ability of Thermafil. *Int Endod J* 1994; 27: 190–196.
12. MANN SR, MCWALTER GM: Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 1987; 13: 10–17.
13. SCHNEIDER SW: A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path* 1971; 32: 271–275.
14. SCHUURS AHB, WU MK, WESSELINK PR, DUIVENVOORDEN HJ: Endodontic leakage studies reconsidered. Part II. Statistical aspects. *Int Endod J* 1993; 26: 44–52.
15. SCHANKAR P, PARAMESWARAN A, LAKSHMINARAYANAN L: Apical third instrumentation of curved canals with K-type and Canal Master instruments. *J Endod* 1993; 19: 224–227.
16. THOMPSON SA, AL-OMARI MAO, DUMMER PMH: Assessing the shape of root canals: an in vitro method using microradiography. *Int Endod J* 1995; 28: 61–67.
17. WU MK, WESSELINK PR: Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 1993; 22: 226–235.
18. WU MK, FAN B, WESSELINK PR: Leakage along apical root filling in curved root canal. Part I. Effects of apical transportation on seal of root filling. *J Endod* 2000;

DR. JUHÁSZ A, DR. SZABÓ Z, DR. MÁRTON I, DR. FEJÉRDY P, DR. DOBÓ NAGY CS:

Microleakage extent in respect of root canal morphology

The purpose of this study was to study with standardized methods the length and extent of the microleakage developing around the root canal fillings. The preparational errors were evaluated in twenty straight and curved root canal using computer graphic analysis. The step back technique was used for root canal preparation. The shape of the instrumented root canals were analyzed macroradiographically in order to evaluate unwanted procedural root canal deformities. The root canals were obturated with lateral condensation technique using AH-26 sealer and guttapercha points. After the teeth having been made transparent a silver nitrate penetration test was performed in vacuum and both the linear dye penetration and the extent of dye penetration surface area were measured from four directions with computer assisted digitized method. The linear dye penetration values were higher in straight root canals than in curved ones: 2.22 ± 1.17 mm and 1.81 ± 1.24 mm respectively. The dye penetration surface area was slightly also larger in straight than in curved root canals: 1.3 ± 0.71 mm² vs. 1.06 ± 0.5 mm². Nevertheless the differences were statistically non significant. In curved root canals the highest dye penetration values were measured at the inner curvature of the canals. This findings was also corroborated by a coincidence test.

Keywords: clear technique, digital imaging, dye penetration, microleakage, preparational shortcomings