

רווסקולריזציה: שיטת טיפול חדשה באנדודונטיה

תקציר

לאחרונה התפרסמו בספרות המקצועית מספר מאמרים בנושא טיפול בשיניים צעירות מזוהמות שלא סיימו התפתחותן, והטיפול החדש ביותר שהוצע בנושא מכונה רווסקולריזציה (Revascularization). טיפול זה מאפשר המשך התפתחות והתבגרות השורשים בשיניים צעירות בעלות מוך נמקי. מטרת מאמר זה לסקור את צורות הטיפול הקיימות בשיניים צעירות מזוהמות שלא סיימו התפתחותן, ולתת קווים מנחים לטיפול המועדף במקרים אלה.

מילות מפתח: רווסקולריזציה, חיוד, Mineral Aggregate Trioxide (MTA), Ciprofloxacin, Metronidazole, Minocycline

מבוא

טיפול בשיניים נמקיות שלא סיימו התפתחותן, עם או בלי פתולוגיה סב חודית, מהווה אתגר טיפולי. קיים קושי בניקוי התעלה ואיטומה וכן בביצוע סתימת שורש. כדי לבצע סתימת שורש יש להיעזר בשיטות טיפול ייחודיות כדוגמת חיוד (apexification), וחומר החבישה המקובל כיום בתהליך החיוד הוא מיימת הסידן. אולם, תהליך החיוד בעזרת מיימת הסידן אינו חף מחסרונות. השימוש בו מצריך מספר רב של פגישות והתהליך יכול להתפרס על פני תקופה ארוכה (שישה עד 24 חודשים) (1). בעזרת מיימת הסידן נוצר מחסום של רקמה קשה בלתי סדירה, תהליך שאינו מאפשר המשך התפתחות השורש ומצריך לאחר מכן, בנוסף, סתימת

ד"ר ה. ויגלר*,
ד"ר א. קאופמן*,
ד"ר נ. שטינבוק*,
ד"ר ש. לין**,

* המחלקה לאנדודונטיה
וטראומה דנטלית, בית הספר
להתמחויות ברפואת שיניים,
מרכז רפואי רמב"ם.
** הפקולטה לרפואה,
הטכניון, חיפה.

שורש של מלוא התעלה (2, 3). למעשה, מטרת התהליך היא יצירת מחסום כדי לאפשר את סתימת השורש של התעלה בתוך גבולותיה (4). בנוסף נמצא, ששיניים שעברו תהליך של חיוד בעזרת מיימת הסידן מועדות לשברים בשורש, והוצע להגדיר טיפול זה כזמני (5). תהליך החיוד פורסם לראשונה בכתב עת על ידי A.L. Frank בשנת 1966 (2). Frank האמין שתהליך זה יביא להמשך התפתחות השורש (apexogenesis), אך למעשה הוא יוצר מחסום מסויד בקצה השורש ואינו גורם להמשך התפתחותו. תחליף לחיוד במיימת הסידן הוא יצירת מחסום חודי בעזרת Mineral Aggregate Trioxide (MTA).

Simon ועמיתיו (6) בדקו תוצאות חיוד לאחר שימוש ב-MTA והגיעו למסקנה שבעזרת תכשיר זה התוצאות צפויות יחסית והחומר מהווה תחליף ראוי לשימוש במיימת הסידן. MTA הינו חומר הבחירה המועדף עקב היותו ביוקומפטבילי (7, 8), בעל התנגדות גבוהה לדלף חידקי (7) וכושר אנטיבקטריאלי מוגבל (8). ואולם, למרות יתרונותיו, בדומה למיימת הסידן, MTA אינו תורם לחיזוק קירות הדנטין הדקים ועל כן שן שטופלה בתכשיר זה עדיין נוטה לשברים.

Cvek בדק (5) קלינית את הפרוגנוזה של חותכות מקסילריות לא ויטליות בעקבות תזוזה שיניים (luxation), וראה שהסבירות לשבר בצוואר השורש (cervical root fracture) הייתה באופן משמעותי גבוהה יותר בשיניים שלא סיימו התפתחותן לעומת שיניים בוגרות. על כן, רווסקולריזציה לשן בעלת חוד



ליצור פיגום, לתוכו תוכל לגדול רקמה חדשה, ולאחר איטום של חלל הגישה עשויה להתרחש רגנרציה. בעקבות תאור מקרה של lwaya ועמיתיו (14), דיווחו Banchs & Trope על טכניקה חדשה (3) לרוסקולריזציה של שיניים קבועות צעירות עם דלקת סב חודית. הם חיטאו את התעלה באמצעות שטיפות של תמיסת תת כלוריד הנתרן וחבישה בעזרת שילוש אנטיביוטי. טיפול זה נסמך על מחקרם של Hoshino ועמיתיו (15), שהראו יכולת שילוב תכשירי אנטיביוטיקה לחטא תעלות מזהמות (פרטים בהמשך). לאחר חיטוי התעלה יצרו Banchs & Trope (3) קריש דם במטרה שישמש פיגום לגדילה של רקמה חדשה לתוך חלל המוך (בדומה למקרי טראומה בהם המוך עצמו מהווה פיגום), ומעל לקריש הדם הניחו MTA וחומר שחזור. מעקב של שנתיים הראה המשך התעבות קירות הדנטין וסגירה של חוד השן.

אופן הטיפול

בתחילה יש לאשש את האבחנה, לפיה מדובר בשן צעירה קבועה שלא סיימה את התפתחותה, נמקית ובעלת אפקס פתוח עם פתולוגיה סב חודית או בלעדית. יש להסביר להורים של המטופל הצעיר את מטרת הטיפול, הצפי לתוצאותיו וכי בכוונת הרופא לבצע הליך רגנרטיבי שמטרתו עידוד המשך התפתחות השן במטרה לשפר את הפרוגנוזה לטווח ארוך. חובה לציין שהטיפול מצריך מעקב תקופתי ארוך טווח, ואם לאחר כמה חודשים לא תתרחש התוצאה הצפויה, יבוצע תהליך החיוד המסורתי. לאחר קבלת אישור חתום מההורים מתחילים בטיפול. מבצעים חלל גישה, מניחים סכר גומי, מזהים קלינית שאכן הרקמה נמקית ומבצעים צילום אורך משוער בעזרת חוד גוטה פרקה (16). ישנם מקרים בהם, למרות מבחני חיות שליליים, עדות לנגע סב חודי ולמרות קיום נפיחות או סינוס טרקט, המתרפא ידווח על כאב בעת חדירה לתעלה, דבר המעיד על שרידי רקמה ויטלית בתעלת השורש. לרקמה זאת חשיבות רבה בתהליך הרוסקולריזציה ואין לסלקה. ניתן לבצע חיטוי בעזרת שטיפות תת כלוריד הנתרן וחבישה עד לגובה הרקמה הוויטלית בעזרת תכשיר המכיל

שורש פתוח תהיה תמיד הטיפול המועדף בהשוואה לחלופות הקיימות כיום לחיוד, בהיותה מאפשרת המשך התפתחות השורש והתבגרותו. תהליך הרוסקולריזציה מבוסס על חדירת רקמה לחלל התעלה. טיפול זה מאפשר המשך התפתחות התקינה של השורש ומפחית את אפשרות לשבר השורש. מחקרים הראו, שבכ-30% מהמקרים בהם טופלה שן בהצלחה בעזרת חיוד עברו השיניים שבר במהלך הטיפול או לאחריו (5, 9). מהמתואר לעיל ניתן להסיק, שהטיפול המיטבי בשן נמקית שטרם סיימה התפתחותה צריך להיות כזה שיביא להמשך התפתחות השורש, כלומר המשך התעבות קירות הדנטין וסגירת חוד השורש. זאת מטרת תהליך הרוסקולריזציה. חשוב לציין, שהשימוש במושג רוסקולריזציה מתייחס ליצירה מחדש של וסקולריזציה בחלל המוך. אולם, בתהליך אליו אנו מתייחסים ישנה יצירה של רקמות שונות, רכות וקשות, ולא רק יצירה של וסקולריזציה בחלל התעלה. לכן, השימוש במושג רוסקולריזציה אינו מדויק ומטעה, שכן הטיפול מעודד יצירה מחדש של קומפלקס מוך-דנטין. מומלץ (10) אם כן להשתמש במושג מטרורציה (Maturation), כפי שהוצע על ידי Patel & Cohenca.

לשן צעירה שלא סיימה התפתחותה אפקס פתוח מאפשר לרקמה החדשה לגדול לתוך חלל התעלה בצורה מהירה יחסית (3). אם בשן קיימת שארית מוך, לדוגמה לאחר תהליך שירוש (Avulsion), היא תשמש כפיגום (מטריצה), לתוכו יכולה לגדול רקמה (3). מחקרים הראו שהאזור החודי של המוך יכול להישאר ויטלי, ולאחר החזרת השן למכתשית יכולים שרידי המוך לעבור פרוליפרציה לכיוון כותרתי ולהחליף את האזור הנמקי של המוך (11-13). בשונה משן לאחר שירוש (Avulsion), בשן עם דלקת סב שורשית הייתה ההנחה שתהליך זה אינו ישים, כי קשה מאוד לחטא את התעלות ולא ניתן לבצע הכנה כימומכנית יעילה בגין הקירות הדקים. Banchs & Trope טוענים (3), שבשן נמקית צעירה שטרם סיימה התפתחותה, אם וכאשר יינתן להשיג סביבה סטרילית בדומה לשן שהוחזרה למכתשית לאחר שירוש, ניתן

ה-Ciprofloxacin וה-Metronidazole, עד לקבלת אבקה עדינה (תמונה 3א, ב), אליה מוסיפים את תוכן קפסולת ה-Minocyclin (תמונה 2ג). את האבקה המתקבלת מערבבים עם סליין, עד ליצירת מרקם משחתי (תמונה 3ד). משחה זאת מוחדרת לתעלה בעזרת לנטולו (15), (19) או בעזרת מזרק (19), שעל המחט שלו מסמנים את האורך אליו אמורה המחט לחדור (תמונה 4א, ב) - 2 מ"מ מאפקס רנטגני, ובתום הפעולה מבצעים איטום כותרתי.

לאחר שלושה שבועות מבצעים ביקורת כדי לוודא שהסימנים והסימפטומים נעלמו. במקרה שאין שיפור במצב חוזרים על החיטוי והחבישה. אם נעלמו הסימנים והסימפטומים ניתן להמשיך בפרוצדורת הרוסקולריזציה. יש לבצע שטיפה עם 10 מ"ל של תת כלוריד הנתרן ולאחר מכן, בעזרת החדרה של פוצר לרקמה הסב חודית, לעורר דימום. הדימום מחלחל לחלל התעלה וכשמגיע לכ-3 מ"מ מתחת לגובה ה-GEJ מניחים מעליו כדורית צמר גפן (כצ"ג) לחה (טבולה בסליין) וממתנינים לפחות 15 דקות עד ליצירת קריש דם יציב בתעלה. בודקים את יציבותו בעזרת פין נייר, וכאשר קריש הדם יציב מניחים מעליו בעדינות שכבה דקה של MTA ומעליה כצ"ג לחה ומבצעים שחזור זמני (3, 14, 16, 17, 19, 20).

ישנם סוגים שונים של MTA עם זמני התקשות שונים, הנעים מ-12 דקות ועד מספר שעות (22), ולכן עדיף לשלוח את המתרפא לביתו ולזמנו לפגישה נוספת, בה יסולק השחזור הזמני והכצ"ג ויבוצע שחזור קבוע, לרוב מחומר מרוכב.

יש להמשיך ולבצע ביקורות מעקב על מנת לבדוק את המשך התפתחות חוד השן ועיבוי קירות הדנטין. Banchs & Trope טוענים (3) שיש להעדיף לבצע הליך של רוסקולריזציה, ואם בתוך שלושה חודשים לא יזוהה רנטגנית המשך התפתחות השורש, ניתן יהיה לבצע חיוד השורש (apexification) בדרך המסורתית. החוקרים הראו קלינית ורנטגנית הצלחה של תהליך הרוסקולריזציה (3). לאחר 26 יום החלו לראות הוכחות לריפוי, הרדיולוצנטיות נעלמה לאחר שישה חודשים ולאחר מעקב של 24 חודשים זוהתה התעבות של קירות השורש שנראה רנטגנית זהה לשיניים

שילוש אנטיביוטי (15), ובפגישה הבאה, לאחר וידוא היעלמות הסימנים והסימפטומים, ניתן להניח MTA מעל רקמת המוך הוויטלית על מנת שיהווה מחסום מכני, בדומה לביצוע חיוד (6) בעזרת MTA. לחילופין, ניתן לבצע חבישה זהירה בעזרת מיימת הסידן עד לגובה רקמת המוך הוויטלית ולאטום את חלל הגישה בשחזור זמני. את חבישות מיימת הסידן ניתן להחליף בהתאם לצורך ולבצע מעקב אחר היעלמות סימנים וסימפטומים. כאשר מזהים רנטגנית וקלינית היווצרות מחסום מסויד בין מיימת הסידן לבין רקמת המוך, וכאשר קיימת עדות רנטגנית להמשך התפתחות קירות הדנטין בשורש והתעבותו, אפשר לבצע שחזור קבוע עד למחסום המסויד (17, 14). תמונה 1 מדגימה מקרה של רוסקולריזציה עם מיימת הסידן. בתום 15 חודשים מסיום הטיפול חלה התעבות של קירות התעלה וסגירת חוד השורש (Maturation) והשן הגיבה לקור.

במקרים בהם המוך נמקי, מומלץ לאחר זיהוי הרקמה הנמקית וצילום האורך לבצע הליך טיפולי הדומה בבסיסו לפרוטוקול שפורסם על ידי Banchs & Trope (3) ושתואר לעיל (3).

רוב החוקרים (3, 14, 17, 18) אינם ממליצים לבצע הכנה מכנית עקב קירות השן הדקים והסיכון לפגוע בשארית רקמת מוך, במקרה שזו קיימת (5, 14). על כן עיקר חיטוי התעלה יבוצע בעזרת חומרי שטיפה אנטימיקרוביאליים.

בחירת חומרי השטיפה תיעשה בהתחשב ביכולות האנטיביוטיקה שלהם, ביכולתם להמיס רקמה וברמת רעילותם. מומלץ להחדיר את מחט השטיפה בעדינות לעומק 2 מ"מ כותרתית מחוד השן הרנטגני (17-19), ולבצע שטיפות בכמות של לפחות 20 מ"ל תת כלוריד הנתרן בריכוז של 1.25-5.25%, לחיטוי התעלה (2, 14, 16-18, 20). לאחר מכן מבצעים שטיפה ב-5 מ"ל סליין לסילוק שאריות תת כלוריד הנתרן (21), ושטיפה אחרונה בעזרת 10 מ"ל כלורקסידין 2% להשלמת החיטוי (19). יש לייבש את התעלה בעזרת פיניי נייר סטריליים ולהחדיר את התכשיר האנטיביוטי שהרכבו 250 מ"ג Metronidazole, 250 מ"ג Ciprofloxacin ו-100 מ"ג Minocycline (תמונה 2). התכשיר מוכן בצורה סטרילית במרפאה באמצעות כתישת טבילות

סמוכות ולשן המקבילה בקשת. יתכן שעם הזמן התעלה תעבור אובליטרציה או תתפתח דלקת סב חודית, אך אפילו אם תהליכים אלה יתרחשו, אפשר יהיה לטפל בשן והיא תשרוד כנראה כל חיי המתרפא. דבר זה לא היה קורה אם השן הייתה עוברת חיוד במקום תהליך רווסקולריזציה.

דיון

מטרת טיפול הרווסקולריזציה הינה לעודד שן צעירה נמקית עם אפקס פתוח, עם או ללא פתולוגיה סב חודית, להמשיך את התפתחותה. נכון להיום לא ידוע האם המשך התעבות הקירות וסגירת חוד השן נגרמים באמצעות שארית רקמת מוך, באמצעות תאים מה-apical papilla באזור הסב חודי או מרקמת PDL שגדלה לתוך השן וגורמת להנחת צמנטום על השכבה הפנימית של השורש ולהיצרות החלל. בנוסף, אין מספיק מחקרים קליניים על מנת להראות מה הם אחוזי ההצלחה של התהליך. בשנים האחרונות פורסמו תאורי מקרים רבים המראים הצלחות בטיפולי רווסקולריזציה בשיניים צעירות, רובם בילדים בגילאי שמונה עד 14, בשיניים חותכות ומלתעות (3, 16-18, 20).

בשיניים לאחר שירוש עם חוד פתוח יתכן תהליך של רווסקולריזציה - יש חדירה של רקמת חיבור מלווה בכלי דם מתוך הרקמה הסב-שורשית אל תוך חלל תעלת השורש (13). תהליך זה אפשרי רק בשן עם אפקס פתוח, הודות למפתח החודי הרחב, בעוד שבשן עם חוד סגור (מפתח חודי קטן מ-1 מ"מ) התהליך אינו מתרחש (23).

Kling ועמיתיו (23) בדקו את תדירות הרווסקולריזציה של המוך בחותכות שעברו שירוש והושטלו, תוך התייחסות לרוחב המפתח החודי. תוצאות המחקר הראו רנטגנית כי פתח חודי גדול מ-1 מ"מ מזוי-דיסטלית היה קשור עם הצלחת רווסקולריזציה, וכי בשיניים עם פתח חודי קטן מ-1 מ"מ לא התרחשה רווסקולריזציה.

אופי הרקמה שנוצרת בתהליך הרווסקולריזציה אינו ברור. יתכן ששרידי מוך ויטליים באזור החודי

של חלל התעלה, שמכילים תאי גזע בעלי יכולת פרוליפרציה, יוצרים מטריצה ועוברים דיפרנציאציה לאודונטובלסטים (24-26) היוצרים דנטין, וכך מתקבלת התארכות השורש ועיבוי. אפשרות נוספת יכולה להיות מתאי גזע מה-apical papilla, להם יכולת לעבור פרוליפרציה וליצור תאים דמויי אודונטובלסטים (24, 25). יתכן שההתעבות היא תוצאה של גדילת PDL לתוך השן, הגורמת להנחת צמנטום על השכבה הפנימית של השורש והתוצאה היא התעבות והצרות של התעלה (25).

Shah ועמיתיו (26) טוענים, כי יתכן שקריש הדם עצמו, בהיותו עשיר בגורמי גדילה VEGF (vascular endothelial growth factor), משחק תפקיד חשוב ברגנציה (27). גורמי גדילה אלה יכולים לגרום לדיפרנציאציה, לגדילה ולמטורציה של פיברובלסטים, אודונטובלסטים, צמנטובלסטים וכדומה מרקמת המטריצה שנוצרה מחדש.

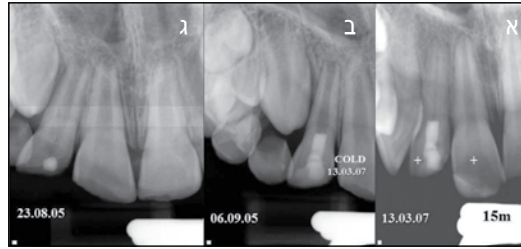
לסיכום, במאמר זה נסקרו אפשרויות הטיפול השונות בשיניים צעירות מזהמות שלא סיימו את התפתחותן, ותוארה שיטת טיפול המכונה רווסקולריזציה, המאפשרת המשך התפתחות שורשי שיניים והתבגרותם.

קיימת חשיבות רבה לעידוד תהליך המטורציה, כיוון שאובדן חיות המוך טרום סיום התפתחות חוד השן משאיר שורש קצר וחלש עם נטייה מוגברת לשברים, וכן בעיה שיקומית במקרה של אובדן שן בגילאים צעירים (5). אופציות הטיפול המקובלות, חיוד בעזרת מיימת הסידן או MTA, אינן מחזקות את קירות השן ואינן מפחיתות סיכון לשברים.

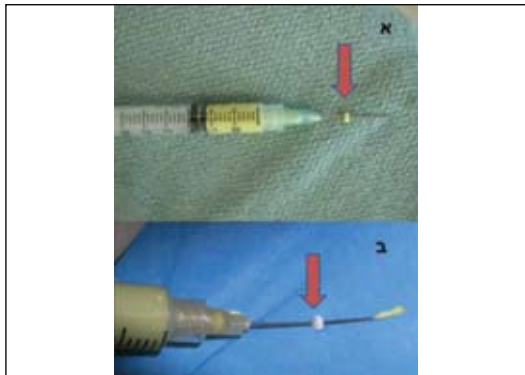
בעקבות דיווח על מקרי רווסקולריזציה רבים המתארים המשך התפתחות שורש, התעבות קירות הדנטין וסגירה של חוד השן (3, 16-19), מסתמנת היום העדפה קלינית לנסות לעודד מטורציה בעזרת רווסקולריזציה. יש לזכור כי שפרוצדורה זו שמרנית, ואינה פוגעת באפשרות לבצע פרוצדורת חיוד בקצה השורש במקרה של אי הצלחה.



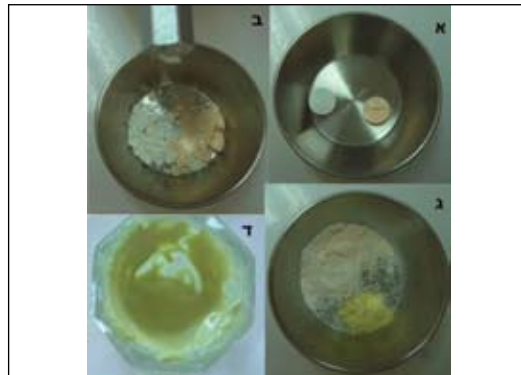
תמונה 2: שלושת מרכיבי משחת השילוש האנטיביוטי: מטרידזול, ציפרופלוקסיצין, מנוצילין (מלמעלה למטה).



תמונה 1: נער בן 10 נחבל בפניו וכחוצאה מכך נשברו שיניים 11-12-21. השיניים עברו לוקסציה. בשן 12 השבר הכותרתי גרם לחשיפת מוך. א. צילום אבחנתי לאחר חבישת הכותרת בסתימה זמנית במרפאה אחרת. שימו לב לאפקס פתוח רחב וקירות תעלה דקים; ב. חבישה עם מיימת הסידן לאחר קישוע חלקי של המוך; ג. שנה וחצי מיום סיום הטיפול השן המשיכה תהליך ההתבגרות השורש וקצה השורש נסגר.



תמונה 4: א. איסוף התכשיר למזרק. שימו לב למעצור הסיליקון המגביל את חדירת המחט (חץ); ב. המחט מוכנה לפעולה. שימו לב למרקם המשחה היוצא מהמחט.



תמונה 3: אופן הכנה המשחה האנטיביוטית: א. שמים את הטבליות בכוסית מתכת סטרילית; ב. מתחילים לכתוש אותן (אפשר עם ידיית של מניף כירורגי); ג. כשהאבקה הופכת לדקה ואחידה מוסיפים אליה את חוכן קפסולת המינוצילין ומערבבים את שלושתם יחד; ד. מוסיפים לאבקה חמיסת סליין עד לקבלת משחה בעלת מרקם חלק וסמיך.

References

1. Kleier DJ, Barr ES. A study of endodontically apexified teeth. 1991 Endodontics & Dental Traumatology 7, 112-118.
2. Frank A. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation 1966 J Am Dent Assoc Banchs and Trope. Revascularization of Immature Permanent Teeth With Apical

Periodontitis: New Treatment Protocol? J Endod 2004 Apr; 30, 4: 196-200.

3. AAE Glossary - Glossary of Endodontic Terms. seventh edition: 2003.
4. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. Endod Dent Traumatol 1992; 8: 45-55.

5. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J* 2007; 40: 186-197.
6. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010; 36: 190-202.
7. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review - Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010; 36: 16-27.
8. Lin S, Zuckerman O, Fuss Z, Ashkenazi M. New emphasis in the treatment of dental trauma: avulsion and luxation. *Dent Traumatol* 2007; 23: 297-303.
9. Patel R, Cohenca N. Maturogenesis of a cariously exposed immature permanent tooth using MTA for direct pulp capping: a case report. *Dent Traumatol* 2006; 2: 328-333.
10. Barrett AP, Reade PC. Revascularization of mouse tooth isografts and allografts using autoradiography and carbon-profusion. *Arch Oral Biol* 1981; 26: 541-545.
11. Skoglund A, Tronstad L. Pulpal changes in replanted and autotransplanted immature teeth of dogs. *J Endodon* 1981; 7: 309-316.
12. Ohman A. Healing and sensitivity to pain in young replanted human teeth: an experimental, clinical and histological study. *Odont Tidskr* 1965; 73: 168-227.
13. Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dent Traumatol* 2001; 17: 185-187.
14. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J* 1996; 29: 125-130.
15. Chen MY-H, Chen K-L, Chen C-A, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J* 2012; 45: 294-305.
16. Chueh LH, Huang GT. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: a paradigm shift. *J Endod* 2006; 32: 1205-1213.
17. Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover HS. Management of immature teeth by dentin-pulp regeneration: a recent approach. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011 1; 16: 997-1004.
18. Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspid using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: a case report. *Int Endod J* 2009; 42: 84-92.
19. Thibodeau B, Trope M. Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature. *Pediatr Dent* 2007; 29: 47-50.
20. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010; 54: 291-312.
21. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010; 36: 16-27.
22. Kling M, Cvek M, Mejare I. Rate and predictability of pulp revascularization in therapeutically reimplanted permanent incisors. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 83-9.
23. Sonoyama W, Liu Yi, Yamaza T, Tuan R, Wang S, Shi S, Huang G. T.-J. Characterization of the apical papilla and its residing stem cells

from human immature permanent teeth: a pilot study. J Endod 2008; 34: 166-171.

24. Huang GT. A paradigm shift in endodontic management of immature teeth: conservation of stem cells for regeneration. J Dent 2008; 36: 379-386.

25. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce

apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. J Endod 2008; 34: 919-925.

26. Lin S, Roguin A, Metzger Z, Levin L. Vascular endothelial growth factor (VEGF) response to dental trauma: a preliminary study in rats. Dent Traumatol 2008; 24: 435-438.





Revascularization: A new treatment method in endodontics

Wigler R.^{*}, Kauffman A.Y.^{*}, Steinbock N.^{*}, Lin S.^{*}, ^{}**

^{*} Endodontics and Dental Trauma Dept., School of Graduate Dentistry, Rambam Health Care Center, Haifa, Israel, ^{**} B. Rappaport, aculty of Medicine, Technion Israel Institute of Technology, Haifa, Israel.

Recently a number of published articles concerning a new treatment method in traumatized young permanent teeth with a wide open apex that have lost vitality, with or without periapical lesions have shown success.

This new treatment is entitled "Revascularization" and its aim is to promote root maturation in infected immature teeth with open apices. This procedure stimulates the formation of hard tissue as well as elongation and thickening of the dentinal walls and

closure of the root apex. Sometimes the vitality of the teeth is regained.

The aim of the present publication is to describe the revascularization technique and to clarify the indications of its use.

Key words: Open apex, Revascularization, Maturation, Apexification, MTA (Mineral Trioxide Aggregate), Ciprofloxacin, Metronidazole, Minocycline