

Vier Therapieformen im Quadrantendesign bei chronisch moderater Parodontitis

Zusammenfassung

Ziel dieser prospektiven, kontrollierten und klinischen Blindstudie war, die Effektivität eines über Laserfluoreszenz rückgekoppelten Er:YAG-Lasers, des Hand-, Schall- und Ultraschallscaling bei der nicht chirurgischen Parodontaltherapie miteinander zu vergleichen.

72 Patienten mit chronischer Parodontitis und mit Sondierungstiefen von mindestens 4 mm an je einem Zahn in jedem Quadranten wurden mit einem Er:YAG-Laser (KEY 3, KaVo), einem Schallscaler (Sonicflex 2003 L, KaVo), einem piezoelektrischen Ultraschallgerät (Piezon Master 400, EMS) und mit Gracey-Mini-five-Küretten (Hu Friedy) (Kontrolle) behandelt. Die vier Therapiearten wurden randomisiert den Quadranten zugeordnet. Klinische Parameter (Mundhygieneindices [PI, GI], Sondierungstiefe [ST] und klinischer Attachmentlevel [CAL]) wurden nach Durchführung einer Hygienephase präoperativ sowie nach drei Monaten von einem verblindeten, kalibrierten Untersucher erhoben.

Im Untersuchungszeitraum reduzierte sich die mittlere ST (\pm SE) der Kontrollgruppe von 4,40 (0,03) mm auf 3,08 (0,03) mm, während es in der Lasergruppe zu einer Abnahme von 4,47 (0,04) mm auf 3,08 (0,03) mm kam. In der Schallgruppe reduzierten sich die Werte von 4,40 (0,03) mm auf 3,07 (0,03) mm und in der Ultraschallgruppe von 4,39 (0,04) mm auf 3,09 (0,04) mm.

Der mittlere CAL (\pm SE) verminderte sich in der Kontrollgruppe von 4,95 (0,07) mm auf 3,92 (0,07) mm und in der Lasergruppe von 5,05 (0,10) mm auf 3,88 (0,07) mm. In der Schallgruppe wurde der mittlere CAL (\pm SE) von 4,95 (0,07) mm auf 3,84 (0,08) mm und in der Ultraschallgruppe von 5,02 (0,08) mm auf 3,88 (0,08) mm reduziert.

Alle klinischen Parameter veränderten sich im Vergleich zu den Ausgangswerten in jeder Behandlungsgruppe bis zum dritten Nachuntersuchungsmonat signifikant ($p < 0,0001$; GEE).

JÖRG NONHOFF^a, FOTEINI DERDILOPOULOU^a,
KONRAD NEUMANN^b und ANDREJ M KIELBASSA^a

^a Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Klinik und Polikliniken für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Campus Benjamin Franklin

^b Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, Campus Mitte; Charité – Universitätsmedizin Berlin

Der Einsatz des Lasers reduzierte die ST ($p = 0,0021$; GEE) signifikant stärker als der des Ultraschalls und zeigte einen statistisch signifikant höheren Gewinn an CAL ($p = 0,001$; GEE) als bei den Handinstrumenten.

Schlussfolgerung: Die vier Behandlungsmethoden führen bei suffizienter Plaquekontrolle zu vergleichbaren klinischen Resultaten.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 116: 484–492 (2006)

Schlüsselwörter: Parodontitis, Er:YAG-Laser, Ultraschallscaling, Schallscaling, Handscaling

Zur Veröffentlichung angenommen: 22. Februar 2006

Korrespondenzadresse:

Dr. Jörg Nonhoff

Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie,
Klinik und Polikliniken für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde, Campus Benjamin Franklin,
Charité – Universitätsmedizin Berlin,
Assmannshäuserstr. 4–6, D-14197 Berlin

Tel. +49-30-8445 6106, Fax +49-30-8445 6204

E-Mail: joerg.nonhoff@charite.de

Einleitung

Die marginale Parodontitis ist eine opportunistische Infektion, die durch ein überwiegend gramnegatives, anaerobes Keimspektrum hervorgerufen wird, das eine chronische Entzündung des Zahnhalteapparates verursacht (SOCRANSKY & HAFFAJEE 1992). Als Folge der persistierenden Entzündung ist der fortschreitende Verlust von parodontalem Gewebe und Attachment zu beobachten.

Durch eine kausale Therapie kann eine Progression der Erkrankung verhindert werden. Daher ist die mechanische supra- und subgingivale Zahnstein- und Plaquentfernung das primäre Ziel der initialen Parodontaltherapie, die auf eine Zerstörung des subgingivalen Biofilms sowie eine Minimierung der parodontopathogenen Keime abzielt (O'LEARY 1986, WESTFELT 1996). Durch Scaling und Wurzelglättung können Konkreme, bakterielle Biofilme und Endotoxine effektiv von den Wurzeloberflächen entfernt werden. Die drei Instrumentierungsarten Hand- sowie Schall- beziehungsweise Ultraschallscaling wurden hierzu mit ähnlich guten klinischen Erfolgen eingesetzt (DRISKO 1998, ODA et al. 2004). Die Schall- und Ultraschallsysteme zeigten sich jedoch gegenüber den Handinstrumenten bei der Therapie der Furkationen von Molaren überlegen. Der Einsatz der maschinellen Scalingsysteme hat sich auch deshalb etabliert, weil dadurch eine für den Therapeuten leichtere, weniger ermüdende und effizientere Reinigung der Wurzeloberflächen ermöglicht wird (DRISKO 1998, ODA et al. 2004).

Als weitere Alternative für die Therapie der erkrankten Parodontien werden Laser angesehen. In Abhängigkeit von ihren Eigenschaften ergeben sich für die unterschiedlichen Lasersysteme spezifische Indikationen. Die weit verbreiteten Systeme wie der CO₂-Laser, der Nd:YAG-Laser oder der Diodenlaser eignen sich wegen ihrer Nebenwirkungen oder der fehlenden Fähigkeit zu einer effektiven Entfernung der Konkreme von den Wurzeloberflächen nicht zur nicht chirurgischen Parodontitis-therapie (AOKI et al. 2004). Die Wellenlänge des Er:YAG-Lasers (2,940 nm) stimmt mit der Hauptabsorption von Wasser überein, was zu einem «thermo-mechanischen Ablationsvorgang» führt. Dadurch ist mit dem Er:YAG-Laser eine effiziente Konkremententfernung ohne thermisch bedingte Nebenwirkungen an der Zahnhartsubstanz möglich (STOCK et al. 1996). Der Er:YAG-Laser hat in zahlreichen In-vivo-Untersuchungen seine Leistungsfähigkeit bei der Behandlung der marginalen Parodontitis bewiesen (SCHWARZ et al. 2000, SCHWARZ et al. 2001, SCHWARZ et al. 2003b, c, SCULEAN et al. 2004).

In den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts wurde ein aggressives Scaling der Wurzeloberflächen gefordert, um diese von Auflagerungen und von in das Zement penetrierten Endotoxinen zu befreien sowie eine durch exzessives Glätten biokompatible Oberfläche zu erhalten (ALEO et al. 1975). Demgegenüber wird heute, basierend auf der Beobachtung, dass Endotoxine nur bis in oberflächliche Bereiche der Zementschicht penetrieren, ein schonendes Bearbeiten der Wurzeloberflächen propagiert (BORGHETTI et al. 1987, SMART et al. 1990). Dabei soll eine Überinstrumentierung vermieden werden, um einen möglichen Zahnhartsubstanzverlust zu minimieren. Wünschenswert wäre deshalb ein möglichst zahnhartsubstanzschonendes System. Vor einigen Jahren wurde ein Detektionssystem (InGaAsP Diodenlaser), welches Konkreme durch Laserstrahlung mit einer Wellenlänge von 655 nm zur Fluoreszenz anregt, in ein Er:YAG-Lasersystem integriert. Dadurch ist es möglich, mit dem Diodenlaser Konkreme zu detektieren und davon das nur schwach fluoreszierende Wurzelzement zu unterscheiden (FOLWACZNY et al. 2002, KRAUSE et al. 2003). Die klinische Effektivität dieses Systems ist bisher jedoch nicht eindeutig geklärt.

Darüber hinaus sind keine publizierten Untersuchungen verfügbar, die die klinischen Ergebnisse einer nicht chirurgischen Parodontitis-therapie von Hand-, Schall- und Ultraschallscaling mit der eines Er:YAG-Lasers vergleichen. Das Ziel der vorliegenden randomisierten klinischen Studie war daher, die Effektivität von Hand-, Schall- und Ultraschallscaling und eines Er:YAG-Lasersystems, in das ein Diodenlaser zur Konkrement-

detektion mittels Laserfluoreszenz integriert ist, bei der nicht chirurgischen Therapie der marginalen Parodontitis zu evaluieren.

Materialien und Methoden

Patienten

In die Studie wurden 72 Patienten im Alter zwischen 28 und 76 Jahren (Mittelwert 53,8), die die Einschlusskriterien nach der Vorbehandlung erfüllten, eingeschlossen (Abb. 1). Die Deklaration von Helsinki (nach der Novellierung der 41st World Medical Assembly, Hong Kong, September 1989) bildete die Grundlage für die ethischen Erwägungen dieser klinischen Studie. Das positive Votum der Ethik-Kommission der Freien Universität Berlin vom 10.7.2003 (ek.214-28) lag vor Beginn der Studie vor. Alle Teilnehmer unterschrieben nach erfolgreich durchgeführter Vorbehandlung und mündlicher sowie schriftlicher Aufklärung eine Einverständniserklärung. Die teilnehmenden Patienten erfüllten die festgelegten Einschlusskriterien. Die Patienten mussten an einer moderaten chronischen Parodontitis erkrankt sein und je Quadrant musste nach der Vorbehandlung noch mindestens ein Zahn mit Sondierungstiefen grösser oder gleich vier Millimeter vorhanden sein. Die letzte Parodontitisbehandlung musste mindestens zwölf Monate zurückliegen. Es durften keine Schwangerschaft bzw. systemischen Erkrankungen (wie HIV-Infektionen oder Diabetes mellitus), die das Ergebnis einer Parodontitis-therapie hätten beeinflussen können, vorliegen. Darüber hinaus erfüllten Patienten, die das Parodont und den Verlauf der Parodontitis beeinflussende Medikamente einnehmen mussten oder in den sechs Monaten vor Studieneinschluss systemische Antibiotika eingenommen hatten, nicht die Einschlusskriterien. Alle Patienten mussten eine gute Mundhygiene aufweisen.

Hygieneprogramm

Alle Patienten wurden nach der Eingangsuntersuchung in ein Hygieneprogramm eingebunden. Die Patienten erhielten Mundhygieneinstruktionen und entsprechend ihrem Bedarf professionelles supragingivales Debridement. Die erste Phase des Hygieneprogramms, die Vorbehandlung, erstreckte sich je nach Patient über einen Zeitraum von mindestens drei und maximal fünf Wochen (drei bis fünf Termine). Die Patienten sollten in dieser Zeit einen PI von etwa 1 aufweisen.

In der zweiten Phase des Hygieneprogramms (nach Abschluss der Therapie) erhielten die Patienten im Abstand von zwei Wochen eine professionelle Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktionen.

Studiendesign

Für diese Untersuchung wurde ein Quadrantendesign angewendet. Die Quadranten erhielten ein einmaliges subgingivales Debridement an allen Zähnen. Die Wurzeloberflächen wurden entweder mit Handinstrumenten, mit einem Er:YAG-Laser- oder mit einem Schall- bzw. einem Ultraschallsystem instrumentiert. Die Zuordnung der vier Behandlungsarten und die Behandlungsreihenfolge der Quadranten erfolgten randomisiert; die randomisierte Zuteilung erfolgte computergestützt durch das Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin, wobei die Randomisierungsliste bis zur jeweiligen Zuteilung der Patienten geheim blieb und ausschliesslich dem Behandler (F.D.) bekannt war. Die Behandlung wurde in allen Fällen innerhalb von 24 Stunden abgeschlossen. 48 Stunden vor und sieben Tage nach der

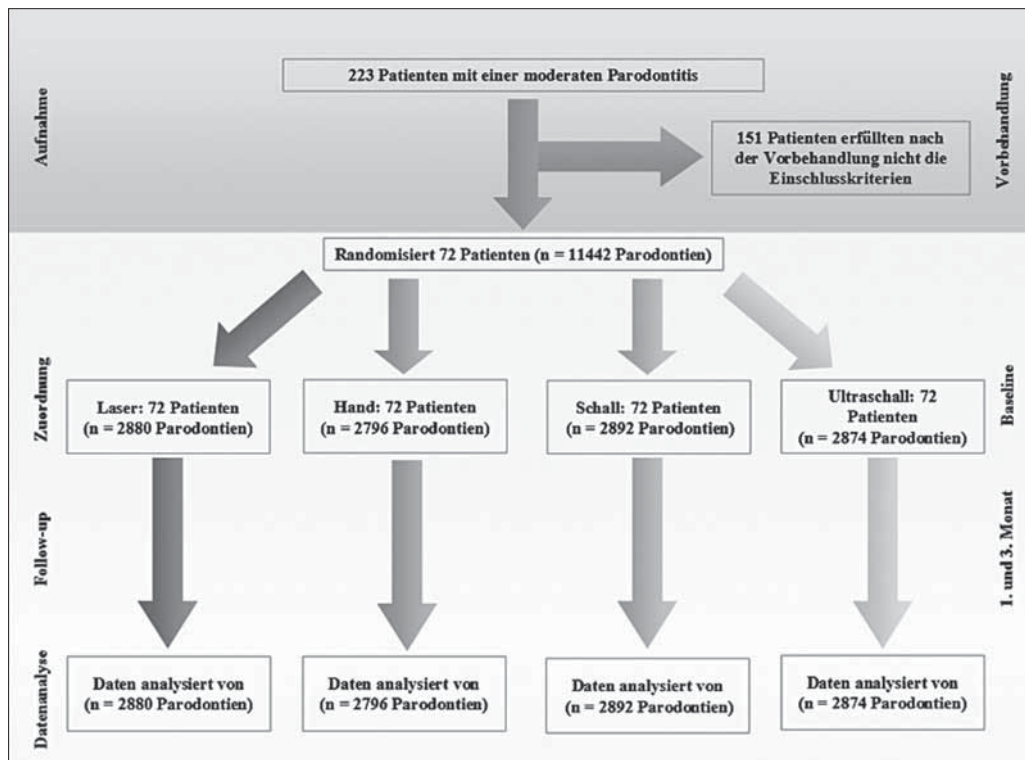


Abb. 1 Flussdiagramm für die in die vorliegende randomisierte klinische Studie eingeschlossenen Patienten

Behandlung sollten die Patienten drei Mal täglich eine Mundspüllösung (0,1% Chlorhexidin) verwenden. Der Mittelwert (SD) der effektiven Anzahl der Zähne pro Patient lag bei $26,5 \pm 3,6$ Zähnen. Die Gesamtzahl an behandelten Zähnen betrug 1907. Das Parodont wurde an sechs Stellen pro Zahn untersucht; der Untersucher (J.N.) war hinsichtlich der Behandlungsform verblindet. Bezugsgrösse dieser Studie war die einzelne Untersuchungsstelle des Parodonts (insgesamt 11442 Parodontien), wobei nur Stellen mit Sondierungstiefen von ≥ 4 bis ≤ 6 mm ausgewertet wurden (5739 Parodontien). Alle Patienten wurden von einem Zahnarzt (F.D.) behandelt, der zuvor ausreichend Erfahrung mit den unterschiedlichen Methoden erworben hatte.

Behandlungsablauf

Zum Einsatz kam ein Er:YAG-Lasersystem (2,940 nm) mit einem integrierten InGaAsP Diodenlaser (655 nm) zur Konkrementdetektion mittels Laserfluoreszenz (Key III®; KaVo, Biberach, Deutschland). Die Geräteeinstellungen betragen 160 mJ/Puls bei einer Wiederholungsrate von 10 Hz; der Laser wurde unter Wasserspülung nach den Vorgaben des Herstellers verwendet. Die Behandlung wurde mit dem Handstück P 2061 und den Fasermeisseln der Grösse $0,5 \times 1,65$ mm (Energieabgabe 136 mJ/Puls) sowie $0,5 \times 1,1$ mm (Energieabgabe 114 mJ/Puls) durchgeführt. Der Fasermeissel wurde in parallelen Bahnen von koronal nach apikal in einem Winkel von 15 bis 20 Grad zur Wurzeloberfläche geführt. Über die Fasermeissel wurde gleichzeitig die Fluoreszenz gemessen. Die genaue Funktionsweise der Detektion mit Laserfluoreszenz wurde bereits an anderer Stelle beschrieben (Lussi et al. 2001).

Als Schallscaler wurde das SONICflex® LUX 2003 L der Firma KaVo zur Behandlung eingesetzt. Als Arbeitsspitzen dienten die Ansätze Nr. 60, 61 und 62, welche bei Betrieb eine kreisförmige Bahn beschreiben. Die Kühlung der Arbeitsspitzen und die gleichzeitige Spülung der bearbeiteten Tasche erfolgten durch

die in die zahnärztliche Einheit eingebaute Wasserversorgung. Die Behandlung wurde bis zum subjektiven Empfinden von Konkrementfreiheit der Wurzeloberflächen durchgeführt.

Als Ultraschallinstrument wurde ein piezoelektrisch arbeitender Scaler Piezon Master 400 der Firma EMS (Nyon, Schweiz) eingesetzt. Das Gerät arbeitete in einem Frequenzbereich von 27000 Hz bis 29000 Hz mit einer Amplitude von 16 bis 36 μ m und einem linearen Schwingungsmuster mit lateraler Auslenkung. Zum Instrumentieren der Wurzeloberflächen wurden die Ansätze PS, PL 1 und PL 2 verwendet. Das Gerät arbeitete mit einer internen Flüssigkeitskühlung, wobei die Flüssigkeit gleichzeitig zum Spülen der Taschen genutzt wurde.

Als Handinstrumente kamen Küretten der Mini-Five™-Ausführung der Firma Hu Friedy™ (Chicago, IL, USA) entsprechend ihrer Bestimmung zum Einsatz.

Sämtliche Behandlungen wurden unter Lokalanästhesie durchgeführt.

Nach der erfolgreich abgeschlossenen Vorbehandlung erfolgte die Eingangsuntersuchung (Baseline); ein und drei Monate nach der letzten Behandlung wurden die Kontrollbefunde erhoben (vgl. Abb. 1). Sämtliche in die Studie einflussenden Befunde wurden von einem verblindeten Untersucher erhoben. Neben dem aktuellen Zahnstatus (Fehlen oder Vorhandensein der Zähne) und den Mundhygieneindizes Gingivaindex (GI) (LOE & SILNESS 1963) und Plaqueindex (PI) (SILNESS & LOE 1964) wurden an jedem Zahn die Sondierungstiefe (ST) vom Gingivarand bis zum sondierbaren Taschenfundus, die Gingivarezession (GR) von der Schmelzzementgrenze bis zum Gingivarand und der klinische Attachmentlevel (CAL) von der Schmelzzementgrenze bis zum sondierbaren Taschenfundus erhoben. Nach dem Messen der Sondierungstiefe wurde das Bluten auf Sondierung (BOP; Anwesenheit einer Blutung 30 Sekunden nach Sondierung) erfasst.

Die Messungen von ST, CAL, GR und BOP wurden an sechs Stellen pro Zahn vorgenommen (mesio-vestibulär, vestibulär,

disto-vestibulär, disto-oral, oral, mesio-oral). Die klinischen Parameter wurden mit einem Parodontometer der Firma Hu Friedy™ (CP 15 UNC) auf den Millimeter genau erhoben; halbe Millimeter wurden gerundet. Die Patienten wurden instruiert, eine Stunde vor den Untersuchungen eine sorgfältige persönliche Mundhygiene vorzunehmen. Dadurch sollte ein Verfälschen der Mundhygieneindizes durch unterschiedlich lange Zeitintervalle zwischen Mundhygiene und Untersuchung vermieden werden.

Kalibrierung des Untersuchers

Die Reproduzierbarkeit der Untersuchungen wurde klinisch überprüft. Fünfzehn Patienten mit jeweils zwei Paaren kontralateraler Zähne (mehr- und einwurzelig), die Sondierungstiefen grösser als vier Millimeter aufwiesen, wurden an zwei Zeitpunkten an je einer Stelle untersucht. Der Untersucher galt als kalibriert, wenn die erste Messung und die Messung 48 Stunden später auf den Millimeter genau bei mindestens 90% der untersuchten Stellen übereinstimmen.

Statistische Auswertung

Nach Abschluss der Untersuchungen wurden die erhobenen initialen Sondierungstiefen deskriptiv ausgewertet. Hierbei wurden die arithmetischen Mittelwerte der Variablen klinischer Attachmentlevel (CAL), Sondierungstiefe (ST), Gingivarezession (GR), Plaqueindex (PI) und Gingivaindex (GI) ermittelt. Im Falle des Blutens auf Sondieren (BOP) wurden die Mittelwerte der Prozentsätze der in jedem Quadranten betroffenen Stellen gebildet. Die statistischen Tests (Vergleich der einzelnen Methoden untereinander und Tests auf Wirksamkeit der Methoden) wurden mit dem Statistikprogramm SAS(r) Version 9.1 (SAS Institute Inc.; Cary, N. C., USA) durchgeführt (Prozedur GENMOD). Statistische Abhängigkeiten der Daten vom gleichen Patienten wurden durch GEE (Generalizing Estimating Equation) berücksichtigt. Das multiple Signifikanzniveau wurde auf 5% festgelegt, was bei den sechs Kontrasten durch den Vergleich der vier Behandlungsmethoden eine Absenkung des Einzelniveaus auf

0,83% ($p \leq 0,0083$) erforderte. Der primäre Zielparame-ter war der CAL, wobei vornehmlich auf Sondierungstiefen von 4–6 mm als Hauptzielkriterium fokussiert wurde. Die Teststärke dieser Studie, bei einer Patientenzahl von 72 einen Unterschied von 0,25 mm zwischen den Behandlungsgruppen festzustellen, lag bei 80%.

Resultate

Alle während des Zeitraumes von Juli 2003 bis September 2004 in die Untersuchung aufgenommenen Patienten ($n=72$) verblieben für den gesamten Beobachtungszeitraum (von drei Monaten) in der Studie; die Anzahl der untersuchten Zähne änderte sich nicht (siehe Abb. 1). 42 der rekrutierten Patienten (58,3%) waren weiblich und 30 waren männlich (41,7%); der Anteil der in die Studie eingeschlossenen Raucher betrug 37,5%.

Die Tabelle I zeigt die Anzahl der Untersuchungsstellen je Behandlungsart, aufgeteilt nach initialer Sondierungstiefe. Die Verteilung der Stellen mit Sondierungstiefen zwischen 4 und 6 mm zeigte keinen statistischen Unterschied. Auch die prozentuellen Anteile von mehr- und einwurzeligen Zähnen je Behandlungsgruppe unterschieden sich nicht statistisch signifikant voneinander (Tab. I). Bei keinem der Teilnehmer traten postoperative Wundheilungsstörungen wie Infektionen oder Abszesse auf. Die Vergleiche der erhobenen klinischen Parameter in den vier Behandlungsgruppen wiesen bei der Eingangsuntersuchung keinen statistisch signifikanten Unterschied zueinander auf. In allen vier Behandlungsgruppen verbesserten sich das BOP, der PI und der GI (verglichen zum Ausgangsbefund) nach einem und drei Monaten statistisch signifikant ($p < 0,0001$; GEE) (siehe Tab. II); zwischen den einzelnen Gruppen bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Während des Untersuchungszeitraums nahmen bei jeder der vier Gruppen der CAL und die ST statistisch signifikant ($p < 0,0001$; GEE) ab und die GR statistisch signifikant ($p < 0,0001$; GEE) zu. Tabelle III zeigt die Veränderung von ST, GR und CAL für alle untersuchten Stellen, während in Tabelle IV die Werte für Stellen

Tab. I Aufteilung der Parodontien auf die Behandlungsgruppen, geschichtet nach ihren initialen Sondierungstiefen und geschichtet nach Zahnart (ein- bzw. mehrwurzelig).

Initiale Sondierungstiefen	Hand	Laser	Schall	Ultraschall	Gesamt
1–3 mm					
Prozent	24,9%	24,0%	25,1%	26,1%	100%
Anzahl	1319	1271	1331	1382	5303
4–6 mm					
Prozent	24,3%	26,0%	25,3%	24,4%	100%
Anzahl	1395	1494	1451	1399	5739
≥ 7mm					
Prozent	20,5%	28,8%	27,5%	23,3%	100%
Anzahl	82	115	110	93	400
Gesamt					
Prozent	24,4%	25,2%	25,3%	25,1%	100%
Anzahl	2796	2880	2892	2874	11442
Einwurzelig					
Prozent	24,7%	24,9%	25,2%	25,2%	100%
Anzahl	1644	1656	1680	1674	6654
Mehrwurzelig					
Prozent	24,1%	25,6%	25,3%	25,1%	100%
Anzahl	1152	1224	1212	1200	4788

Tab. II Plaqueindex (PI), Gingivaindex (GI), Blüten auf Sondieren (BOP): Mittelwerte (\pm Standardfehler, $n=72$ Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline sowie ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben signifikante Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppen.

Index/ Behandlungsart	Baseline	P-Wert (BL–M1)	1 Monat	P-Wert (M1–M3)	3 Monate	P-Wert (BL–M3)
PI						
Hand	1,1 ($\pm 0,02$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	0,0032	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001
Laser	1,1 ($\pm 0,02$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001
Schall	1,0 ($\pm 0,02$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,6 ($\pm 0,01$)	<0,0001
Ultraschall	1,0 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001
GI						
Hand	1,7 ($\pm 0,02$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,6 ($\pm 0,01$)	<0,0001
Laser	1,7 ($\pm 0,02$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,02$)	<0,0001	0,6 ($\pm 0,01$)	<0,0001
Schall	1,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,6 ($\pm 0,01$)	<0,0001
Ultraschall	1,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,7 ($\pm 0,01$)	<0,0001	0,6 ($\pm 0,01$)	<0,0001
BOP						
Hand	58% ($\pm 1,03\%$)	<0,0001	28% ($\pm 0,90\%$)	<0,0001	23% ($\pm 0,64\%$)	<0,0001
Laser	58% ($\pm 0,91\%$)	<0,0001	29% ($\pm 0,80\%$)	<0,0001	22% ($\pm 0,70\%$)	<0,0001
Schall	58% ($\pm 0,87\%$)	<0,0001	30% ($\pm 0,74\%$)	<0,0001	24% ($\pm 0,72\%$)	<0,0001
Ultraschall	57% ($\pm 0,89\%$)	<0,0001	28% ($\pm 0,80\%$)	<0,0001	23% ($\pm 0,69\%$)	<0,0001

Tab. III Sondierungstiefe (ST), Gingivarezession (GR), klinischer Attachmentlevel (CAL): Mittelwerte (\pm Standardfehler, $n=72$ Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline sowie ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben signifikante Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppen. Statistisch signifikante Unterschiede beim Vergleich der Veränderungen der Behandlungsgruppen miteinander sind durch hochgestellte Buchstaben gekennzeichnet.

Index/ Behandlungsart	Baseline	P-Wert (BL–M1)	1 Monat	P-Wert (M1–M3)	3 Monate	P-Wert (BL–M3)
ST						
Hand	3,67 ($\pm 0,06$)	<0,0001	2,90 ($\pm 0,05$)	<0,0001	2,64 ($\pm 0,03$)	<0,0001
Laser	3,79 ($\pm 0,08$)	<0,0001	2,97 ($\pm 0,06$) ^a	<0,0001	2,69 ($\pm 0,04$) ^a	<0,0001
Schall	3,72 ($\pm 0,06$)	<0,0001	2,88 ($\pm 0,05$) ^a	<0,0001	2,65 ($\pm 0,04$)	<0,0001
Ultraschall	3,63 ($\pm 0,06$)	<0,0001	2,86 ($\pm 0,05$)	<0,0001	2,61 ($\pm 0,04$) ^a	<0,0001
GR						
Hand	0,70 ($\pm 0,06$)	<0,0001	0,77 ($\pm 0,06$) ^a	<0,0001	0,92 ($\pm 0,06$) ^{a,b}	<0,0001
Laser	0,73 ($\pm 0,06$)	<0,0001	0,78 ($\pm 0,06$)	<0,0001	0,90 ($\pm 0,06$) ^a	<0,0001
Schall	0,71 ($\pm 0,05$)	<0,0001	0,78 ($\pm 0,05$)	<0,0001	0,89 ($\pm 0,06$)	<0,0001
Ultraschall	0,73 ($\pm 0,06$)	<0,0001	0,78 ($\pm 0,05$) ^a	<0,0001	0,88 ($\pm 0,05$) ^b	<0,0001
CAL						
Hand	4,36 ($\pm 0,09$)	<0,0001	3,65 ($\pm 0,08$) ^a	<0,0001	3,54 ($\pm 0,07$) ^a	<0,0001
Laser	4,52 ($\pm 0,1$)	<0,0001	3,75 ($\pm 0,09$) ^a	<0,0001	3,58 ($\pm 0,08$) ^a	<0,0001
Schall	4,42 ($\pm 0,09$)	<0,0001	3,65 ($\pm 0,09$)	<0,0001	3,53 ($\pm 0,08$)	<0,0001
Ultraschall	4,36 ($\pm 0,09$)	<0,0001	3,63 ($\pm 0,08$)	<0,0001	3,48 ($\pm 0,07$)	<0,0001

von 4 bis 6 mm angegeben sind. Zusätzlich sind in Tabelle V die ST und der CAL der beobachteten Stellen nach ihrer Veränderung von Baseline zum dritten Monat kategorisiert. Die vier unterschiedlichen Behandlungsgruppen zeigten die stärksten Veränderungen der klinischen Parameter zwischen der Eingangsuntersuchung und dem Nachuntersuchungstermin nach einem Monat. Taschen mit initialen Sondierungstiefen über 6 mm wiesen nach drei Monaten die stärksten Veränderungen der ST, der GR und des CAL auf.

Die Lasergruppe zeigte drei Monate postoperativ einen durchschnittlichen klinischen Attachmentgewinn von $0,94 \pm 0,04$ (SE) mm für alle behandelten Parodontien (mittlere Reduktion der Sondierungstiefe von $1,11 \pm 0,04$ mm) und für Stellen mit initialen Sondierungstiefen von 4–6 mm einen Gewinn von $1,17 \pm 0,04$ mm (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,39 \pm 0,03$ mm). Nach drei Monaten zeigte die Ultraschallgruppe einen durchschnittlichen Gewinn an klinischem Attachment für alle behan-

delten Parodontien von $0,87 \pm 0,04$ mm (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,02 \pm 0,03$ mm) und für Stellen mit initial mittleren Sondierungstiefen einen Attachmentgewinn von $1,14 \pm 0,04$ mm (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,31 \pm 0,03$ mm). Die Schallgruppe zeigte nach drei Monaten einen durchschnittlichen Gewinn an klinischem Attachment von $0,89$ mm $\pm 0,04$ mm für alle Stellen (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,07 \pm 0,04$ mm) und $1,11 \pm 0,05$ mm für initial moderate Sondierungstiefen (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,33 \pm 0,03$ mm). In der Handscalinggruppe zeigte sich drei Monate postoperativ ein durchschnittlicher klinischer Attachmentgewinn von $0,82 \pm 0,04$ mm für alle behandelten Parodontien (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,04 \pm 0,04$ mm) und für Stellen mit initialen Sondierungstiefen von 4–6 mm ein Gewinn von $1,03 \pm 0,04$ mm (Reduktion der Sondierungstiefe von $1,32 \pm 0,03$ mm). Beim Vergleich der Ausgangswerte mit denen nach drei Monaten zeigte die Lasertherapie ($\Delta = 1,39 \pm 0,03$ mm) hinsichtlich der

Tab. IV Sondierungstiefe (ST), Gingivarezession (GR), klinischer Attachmentlevel (CAL): Mittelwerte (\pm Standardfehler, $n=72$ Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline sowie ein und drei Monate nach der Behandlung für Stellen mit ST 4–6 mm. P-Werte beschreiben signifikante Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppen. Statistisch signifikante Unterschiede beim Vergleich der Veränderungen der Behandlungsgruppen miteinander sind durch hochgestellte Buchstaben gekennzeichnet.

Index/ Behandlungsart	Baseline	P-Wert (BL–M1)	1 Monat	P-Wert (M1–M3)	3 Monate	P-Wert (BL–M3)
ST						
Hand	4,40 ($\pm 0,03$)	<0,0001	3,38 ($\pm 0,04$)	<0,0001	3,08 ($\pm 0,03$)	<0,0001
Laser	4,47 ($\pm 0,04$)	<0,0001	3,44 ($\pm 0,05$) ^a	<0,0001	3,08 ($\pm 0,03$) ^a	<0,0001
Schall	4,40 ($\pm 0,03$)	<0,0001	3,34 ($\pm 0,04$) ^a	<0,0001	3,07 ($\pm 0,03$)	<0,0001
Ultraschall	4,39 ($\pm 0,04$)	<0,0001	3,41 ($\pm 0,04$)	<0,0001	3,09 ($\pm 0,04$) ^a	<0,0001
GR						
Hand	0,58 ($\pm 0,05$)	<0,0001	0,67 ($\pm 0,05$) ^a	<0,0001	0,86 ($\pm 0,05$) ^a	<0,0001
Laser	0,60 ($\pm 0,06$)	<0,0001	0,66 ($\pm 0,05$)	<0,0001	0,81 ($\pm 0,06$)	<0,0001
Schall	0,57 ($\pm 0,05$)	<0,0001	0,64 ($\pm 0,05$)	<0,0001	0,78 ($\pm 0,05$)	<0,0001
Ultraschall	0,63 ($\pm 0,06$)	<0,0001	0,70 ($\pm 0,061$) ^a	<0,0001	0,81 ($\pm 0,06$) ^a	<0,0001
CAL						
Hand	4,95 ($\pm 0,07$)	<0,0001	4,02 ($\pm 0,07$) ^{a, b}	<0,0001	3,92 ($\pm 0,07$) ^a	<0,0001
Laser	5,05 ($\pm 0,07$)	<0,0001	4,10 ($\pm 0,08$) ^a	<0,0001	3,88 ($\pm 0,07$) ^a	<0,0001
Schall	4,95 ($\pm 0,07$)	<0,0001	3,97 ($\pm 0,07$)	<0,0001	3,84 ($\pm 0,08$)	<0,0001
Ultraschall	5,02 ($\pm 0,08$)	<0,0001	4,09 ($\pm 0,09$) ^b	<0,0001	3,88 ($\pm 0,08$)	<0,0001

Tab. V Kategorisierung der untersuchten Stellen bezüglich der Verbesserung des CAL und der ST von Baseline zur zweiten Nachuntersuchung

	Hand	Laser	Schall	Ultraschall
CAL				
schlechter	3,1%	2,4%	3,6%	2,5%
gleich	27,9%	24,1%	25%	26,6%
besser	69,0%	73,5%	71,4%	70,8%
Gesamt	100%	100%	100%	100%
ST				
schlechter	0,8%	0,6%	0,8%	0,5%
gleich	19,1%	19,2%	18,7%	20,6%
besser	80,1%	80,2%	80,5%	78,9%

Reduktion der Sondierungstiefen gegenüber der Ultraschalltherapie ($\Delta=1,31 \pm 0,03$ mm) ein statistisch signifikant besseres Ergebnis ($p=0,0021$; GEE). Eine signifikant stärkere Minimierung der Sondierungstiefe ($p=0,0012$; GEE) wies die Lasertherapie ($\Delta=0,36 \pm 0,03$ mm) bei Betrachtung der Veränderung zwischen dem ersten und dritten Monat gegenüber dem Schallscaling ($\Delta=0,27 \pm 0,02$ mm) auf.

Beim Vergleich der Ausgangswerte mit denen nach einem Monat ($p=0,0004$; GEE) zeigte die Ultraschalltherapie ($\Delta=0,07 \pm 0,014$ mm) im Vergleich zum Handscaling ($\Delta=0,09 \pm 0,021$ mm) eine signifikant geringere Zunahme der Gingivarezessionen. Der Vergleich der Ergebnisse der Gingivarezession nach drei Monaten mit den Ausgangswerten ($p=0,0005$; GEE) zeigte ebenfalls eine Überlegenheit der Ultraschalltherapie ($\Delta=0,18 \pm 0,025$ mm) gegenüber dem Handscaling ($\Delta=0,28 \pm 0,027$ mm).

Der Vergleich der Resultate der ersten Nachuntersuchung mit denen nach drei Monaten ($p=0,0007$; GEE) zeigte, dass das Laserscaling ($\Delta=0,22 \pm 0,03$ mm) einen signifikant höheren Attachmentgewinn erzielte als das Handscaling ($\Delta=0,10 \pm 0,03$ mm). Im Vergleich der Ausgangswerte mit den Endergebnissen wies die Lasertherapie ($\Delta=1,17 \pm 0,04$ mm) einen statistisch signifikant höheren Attachmentgewinn ($p=0,0010$; GEE) auf als das Handscaling ($\Delta=1,03 \pm 0,04$ mm). Einen signifikant grösseren

Gewinn an klinischem Attachment ($p=0,0067$; GEE) erzielte die Ultraschalltherapie ($\Delta=0,021 \pm 0,03$ mm) bei Betrachtung der Veränderung zwischen dem ersten und dritten Monat gegenüber dem Handscaling ($\Delta=0,1 \pm 0,03$ mm).

Diskussion

Das in dieser Studie verwendete Quadrantendesign wird in der Literatur zum Teil kritisch diskutiert (HUJOEL & LOESCHE 1990). Beschränkungen in der Anwendung dieses Designs ergeben sich aus der häufig ungleichmässigen Verteilung der Sondierungstiefen im Mund eines Patienten, die grösser als sechs Millimeter sind, sowie den dadurch möglichen Verlust der Teststärke (HUJOEL & LOESCHE 1990). Hinzu kommt, dass die Teststärke statistischer Tests bei hohen Sondierungstiefen überproportional sinkt (HUJOEL et al. 1992). Aus diesen Gründen beschränkt sich die Hauptaussage dieser Studie nur auf Stellen mit Sondierungstiefen von 4–6 mm. Durch die gewählten Einschlusskriterien wurde eine gleichmässige Verteilung der entsprechenden Sondierungstiefen und der Zahnart auf alle Behandlungsgruppen sichergestellt (siehe Tab. I).

Der festzustellende klinisch relevante Unterschied wurde nicht auf 0,5 mm (HUJOEL et al. 1992), sondern auf 0,25 mm festgelegt. Die eng gefassten Einschlusskriterien und die kalkulierte Teststärke von 80%, um einen Unterschied von 0,25 mm zwischen den einzelnen Behandlungsmethoden feststellen zu können, machten die Anzahl von 72 Patienten erforderlich. Aufgrund der taschenbasierten Betrachtung und aufgrund des aus statistischer Sicht longitudinalen Charakters dieser klinischen Studie wurde zur Auswertung ein verallgemeinertes lineares Modell verwendet. Da die Messungen im Studienverlauf an denselben Patienten stattfanden, wurden statistische Abhängigkeiten der Daten der einzelnen untersuchten Stellen beim selben Patienten durch GEE berücksichtigt. Das GEE-Modell ist gut zur Analyse von Split-mouth-Designs geeignet (LIANG & ZEGER 1986).

Alle vier Behandlungsgruppen zeigten eine unauffällige postoperative Heilung. Daraus kann auf eine gute Verträglichkeit der vier Behandlungsmethoden geschlossen werden. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die beobachteten absoluten Unterschiede

zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Behandlungsgruppen gering waren und damit keine klinische Relevanz aufweisen.

Die Ergebnisse der vorliegenden klinischen Untersuchung zeigten drei Monate nach nicht chirurgischer Parodontitis-therapie für alle vier Behandlungsgruppen neben einer statistisch signifikanten Reduktion der Sondierungstiefen und einem statistisch signifikanten Gewinn an klinischem Attachment auch eine statistisch signifikante Verbesserung des Plaque- und des Gingivaindexes und des Blutens auf Sondieren. Insbesondere die Verbesserungen des Plaqueindexes könnten zum Teil im Hawthorne-Effekt und dem durchgeführten Mundhygieneprogramm begründet sein; der Einsatz des CHX dürfte vor allem hinsichtlich der Dreimonatsergebnisse keinen wesentlichen Einfluss haben (QUIRYNEN et al. 2000). Die Verbesserung der ST und des CAL nach parodontalem Debridement bei suffizienter Mundhygiene steht im Einklang mit bereits veröffentlichten Untersuchungen (BORETTI et al. 1995, SCHWARZ et al. 2000, KOCHER et al. 2001, SCHWARZ et al. 2001, SCHWARZ et al. 2003b, SCULEAN et al. 2004). Die klinischen Veränderungen der genannten Studien sind mit den in der vorliegenden Untersuchung durch den Er:YAG-Laser, das Hand-, Schall- und Ultraschallscaling erreichten Resultaten vergleichbar. Diskrepanzen zu den einzelnen Studien sind jedoch beim Vergleich der absoluten Werte des Gewinns an klinischem Attachment und der Abnahme der Sondierungstiefe feststellbar.

Eine Erklärung hierfür könnten die unterschiedlichen initialen mittleren Sondierungstiefen in den verschiedenen Studien sein. Bei der Betrachtung der hier vorliegenden Daten kann festgestellt werden, dass in allen vier Behandlungsgruppen Taschen mit initial höheren Sondierungstiefen den höchsten Gewinn an klinischem Attachment und die grösste Reduktion der Sondierungstiefen aufwiesen. Insofern entsprechen die vorliegenden Ergebnisse den Resultaten früherer Studien. Diese zeigten ebenfalls, dass Stellen mit initial höheren Sondierungstiefen die grösste postoperative Reduktion der Sondierungstiefe und den stärksten Attachmentgewinn aufweisen (KALDAHL et al. 1996). Die geringfügig besseren Ergebnisse des Lasers bezüglich der Reduktion der ST und des Gewinns an CAL könnten daher auch das Resultat der initial höheren ST sein.

Die geringer ausgeprägten Rezessionen, die die Ultraschallbehandlung ($p=0,0005$; GEE) gegenüber den Handinstrumenten aufweist, können als Resultat einer weniger traumatischen Arbeitsweise betrachtet werden. Die Ergebnisse früherer klinischer Studien weisen darauf hin, dass Traumata am Weichgewebe, die durch die Instrumentierung der Wurzeln hervorgerufen werden, eine Ursache für einen postoperativen Anstieg an Gingivarezessionen sein können (CLAFFEY et al. 1988). Die grazile Gestaltung der Arbeitsspitzen des Ultraschallgerätes und die kleine Amplitude, mit der sie schwingt, können demgegenüber ein atraumatisches Instrumentieren ermöglichen.

In einer klinischen Studie konnte nach drei Monaten kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen einer nicht chirurgischen Parodontalbehandlung mit dem Ultraschallscaling und dem Er:YAG-Laser festgestellt werden (SCULEAN et al. 2004). Im Vergleich zu der vorliegenden Arbeit können diese gegensätzlichen Resultate mit der unterschiedlichen Instrumentenauswahl in beiden Untersuchungen erklärt werden. Die Autoren setzten in ihrer Studie einen magnetostriktiven Ultraschallscaler ein, der im Gegensatz zu dem in der vorliegenden Untersuchung eingesetzten piezoelektrischen Ultraschallscaler ein elliptisches Schwingungsverhalten mit einer grösseren Amplitude aufweist.

Dadurch ist unabhängig von der Lokalisation der Arbeitsspitze zum Zahn ein Substanzabtrag möglich. Diese Überlegungen werden durch die Beobachtung gestützt, dass sich die klinischen Parameter zwischen dem Er:YAG-Laser und dem in der vorliegenden Studie eingesetzten Schallscaler nicht statistisch signifikant unterschieden. Das Schwingungsverhalten des Schallscalers ist ein kreisförmiges, ähnlich dem des magnetostriktiven Ultraschallscalers. Das piezoelektrische Ultraschallgerät weist demgegenüber ein lineares Schwingungsverhalten auf, wodurch nur zwei Seiten der Arbeitsspitze am Substanzabtrag beteiligt sind. Bei der gleichen Arbeitssystematik, mit der die beiden oszillierenden Scaler die Wurzeloberflächen in der vorliegenden klinischen Untersuchung instrumentiert haben, weist der Ultraschallscaler eine andere Oberflächenbearbeitung auf und scheint deshalb einen geringeren Substanzabtrag als der Schallscaler zu verursachen (RITZ et al. 1991).

Die Wurzeloberflächen weisen je nach verwendeten Instrumenten eine unterschiedliche Struktur auf. Die Rauigkeit der Wurzeloberfläche scheint jedoch keinen negativen Einfluss auf die Heilung und damit auf das klinische Ergebnis nach nicht chirurgischer Parodontaltherapie zu haben (OBERHOLZER & RATEITSCHAK 1996).

Dennoch scheint eine instrumentierte Wurzeloberfläche, wie weitere Studien belegen konnten, einen Einfluss auf die Heilung zu haben (FUKAZAWA & NISHIMURA 1994, SCULEAN et al. 1999, FEIST et al. 2003, SCHWARZ et al. 2003a). Der im Detektionsmodus betriebene Er:YAG-Laser vermeidet offensichtlich eine Überinstrumentierung der Wurzeloberflächen. Demzufolge vermag er möglicherweise eine biokompatiblere Wurzeloberfläche zu hinterlassen. Hierdurch scheint eine bessere parodontale Regeneration möglich. Damit können die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen dem Laser- und Handscaling sowie dem Laser- und dem Ultraschalleinsatz erklärt werden.

Der hier verwendete Key-III-Laser zeigte in einigen Bereichen eine statistisch signifikante Überlegenheit; die beobachteten Unterschiede waren jedoch aus klinischer Sicht vernachlässigbar gering. Die bekannte Gleichwertigkeit zwischen Handscaling und der Therapie mit Schall- bzw. Ultraschallinstrumenten (ODA et al. 2004, PETERSILKA & FLEMMIG 2005) konnte damit durch die vorliegende Untersuchung erstmals auch für die Behandlung mit einem durch Laserfluoreszenz unterstützten Er:YAG-Laser belegt werden. Auch der in der vorliegenden Untersuchung statistisch nicht feststellbare Unterschied des klinischen Attachmentlevels und der Sondierungstiefe nach Hand- und Ultraschall- bzw. Schallscaling steht im Einklang mit den Ergebnissen aus der bekannten Literatur (ODA et al. 2004).

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die nicht chirurgische Parodontaltherapie mit den vier verwendeten Methoden (Hand-, Schall-, Ultraschall- und Laserscaling) zu klinisch mess- und statistisch nachweisbaren Verbesserungen aller klinischen Parameter führt. Die vier Instrumentierungsarten reduzierten in dem beobachteten Zeitraum statistisch signifikant die Sondierungstiefe und bewirkten einen signifikanten Gewinn an klinischem Attachment. Da die absoluten Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungsmethoden jedoch gering waren, kann man folgern, dass bei sorgfältigem Debridement mit jeder Methode während einer Beobachtungszeit von drei Monaten vergleichbar gute Ergebnisse erreicht werden können. Voraussetzung ist eine suffiziente Plaquekontrolle der Patienten, die in dieser Studie durch ein regelmässiges Recall und eine

perioperative chemische Plaquereduktion erzielt wurde. Mit atraumatischen Behandlungsweisen scheinen sich tendenziell bessere Ergebnisse erzielen zu lassen. Deshalb sind diese zu bevorzugen.

Verdankung

Der Firma KaVo (Biberach/Riss, Deutschland), insbesondere Herrn Robert Gall, gebührt unser herzlicher Dank für die Bereitstellung des KEY-III-Lasers.

Interessenerklärung

Es bestehen keine finanziellen Verpflichtungen oder Abhängigkeiten zwischen keinem der Geräte- oder Instrumentenhersteller und den Autoren. Der Laser ist der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin (CBF) für die Dauer der Studie zur Verfügung gestellt worden.

Summary

NONHOFF J, DERDILOPOULOU F, NEUMANN K, KIELBASSA A M: **Short term response to four different modalities of periodontal therapy** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 116: 484–492 (2006)

This randomized clinical study (blind and controlled) compared the effectiveness of an ER:YAG laser (combined with a calculus detection system using fluorescence induced by diode laser radiation for use in non-surgical periodontal therapy) as well as sonic and ultrasonic scalers and scaling and root planning with hand instruments to each other.

72 patients suffering from moderate chronic periodontitis (based on a probing depth of 4 mm or more of at least one tooth in each quadrant) were treated using either an Er:YAG-Laser (KEY 3, KaVo), a piezo-electric ultrasonic system (Piezon Master 400, EMS), a sonic scaler (Sonicflex 2003 L, KaVo), or Gracey Mini-five curettes (Hu Friedy) (control). These four kinds of treatment were randomized and grouped into quadrants. Oral health indicators, probing depths (PD) and clinical attachment levels were examined before commencement of the hygiene phase as well as three months after by a blind, calibrated examination.

Within the study period, the mean PD (\pm SE) of the control group fell from 4.40 (0.03) mm to 3.08 (0.03) mm; for the laser group, the reduction was slightly greater, falling from 4.47 (0.04) mm to 3.08 (0.03). In comparison, values for the ultrasonic group were 4.39 (0.04) mm in the pre-study examination and 3.09 (0.04) mm after treatment; in the sonic group, the values were 4.40 (0.03) mm pre-study and 3.07 (0.03) mm post-study.

Within the control group, the mean CAL (\pm SE) decreased from 4.95 (0.07) mm to 3.92 (0.07) mm. Within the laser group, the reduction was more distinct, falling from 5.05 (0.07) mm to 3.88 (0.07) mm. In the ultrasonic group, the median CAL decreased from 5.02 (0.08) mm to 3.88 (0.08) mm and from 4.95 (0.07) mm to 3.84 (0.08) mm within the sonic group.

From the date of treatment until the third month thereafter, all of the clinical parameters were shown to be statistically significant ($p < 0.0001$; GEE). Use of the laser led to a much greater reduction in PD levels ($p = 0.0021$; GEE) than in the ultrasonic group and demonstrated a higher increase in CAL ($p = 0.0010$; GEE) relative to the manual methods.

Conclusion: All four methods of treatment lead to a clinically comparable outcome.

Résumé

Cette étude clinique, en aveugle et contrôlée, tente de comparer la performance d'un laser Er:YAG (combiné avec un système de détection utilisant la fluorescence laser, employé dans les traitements périodontiques non-chirurgicaux) avec celle d'appareils à détartrer ultrasoniques et soniques et de la technique manuelle de détartrage et de surfaçage radiculaire.

72 patients souffrant de parodontite chronique modérée, avec des profondeurs de poche minimale de 4 mm sur au moins une dent de chaque quadrant, furent traités avec un laser Er:YAG (KEY 3, KaVo), un appareil piézoélectrique ultrasonique (Piezon Master 400, EMS), un appareil sonique (Sonicflex 2003 L, KaVo) et des curettes Gracey Minifive (Hu Friedy) (contrôle). Ces quatre modes de traitement furent randomisés et groupés en quadrants. Les paramètres cliniques (indicateurs d'hygiène buccale, profondeurs de poche [PP] et niveaux d'attachement clinique [NAC]) ont été mesurés lors d'un examen calibré et en aveugle, après l'exécution d'une phase hygiénique préopératoire, ainsi qu'après trois mois.

Au cours de la période étudiée, la valeur moyenne de la PP, pour le groupe de contrôle diminua de $4,40 \pm 0,03$ mm à $3,08 \pm 0,03$ mm, tandis que pour le groupe laser elle diminua de $4,47 \pm 0,04$ mm à $3,08 \pm 0,03$ mm et pour le groupe ultrasonique de $4,39 \pm 0,04$ mm à $3,09 \pm 0,04$ mm.

La valeur moyenne du NAC, pour le groupe contrôle, diminua de $4,95 \pm 0,07$ mm à $3,92 \pm 0,07$ mm, pour le groupe laser de $5,05 \pm 0,10$ mm à $3,88 \pm 0,07$ mm, pour le groupe sonique de $4,95 \pm 0,07$ mm à $3,84 \pm 0,08$ mm et pour le groupe ultrasonique de $5,02 \pm 0,08$ mm à $3,88 \pm 0,08$ mm.

Pour chaque mode de traitement, tous les paramètres cliniques mesurés montrèrent une différence significative entre les valeurs de départ et celles après 3 mois ($p < 0,0001$; GEE).

L'emploi du laser réduisit la PP de façon beaucoup plus significative que celui de la méthode ultrasonique ($p = 0,0021$; GEE). Il montra aussi, pour le NAC, un gain statistiquement supérieur par rapport à l'utilisation de la technique manuelle ($p = 0,001$; GEE).

Conclusion: les quatre méthodes de traitement examinées conduisent à des résultats cliniques comparables.

Literaturverzeichnis

- ALEO J J, DE RENZIS F A, FARBER P A: In vitro attachment of human gingival fibroblasts to root surfaces. *J Periodontol* 46: 639–645 (1975)
- AOKI A, SASAKI K M, WATANABE H, ISHIKAWA I: Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2000 36: 59–97 (2004)
- BORETTI G, ZAPPA U, GRAF H, CASE D: Short-term effects of phase I therapy on crevicular cell populations. *J Periodontol* 66: 235–240 (1995)
- BORGHETTI A, MATTOUT P, MATTOUT C: How much root planning is necessary to remove the cementum from the root surface? *Int J Periodontics Restorative Dent* 7: 23–29 (1987)
- CLAFFEY N, LOOS B, GANTES B, MARTIN M, HEINS P, EGELBERG J: The relative effects of therapy and periodontal disease on loss of probing attachment after root debridement. *J Clin Periodontol* 15: 163–169 (1988)
- DRISKO C H: Root instrumentation. Power-driven versus manual scalers, which one? *Dent Clin North Am* 42: 229–244 (1998)
- FEIST I S, MICHELI G, CARNEIRO S R S, EDUARDO C P, MIYAGI S P H, MARQUES M M: Adhesion and growth of cultured human gingival fibroblasts on periodontally involved root

- surfaces treated by Er:YAG laser. *J Periodontol* 74: 1368–1375 (2003)
- FOLWACZNY M, HEYM R, MEHL A, HICKEL R: Subgingival calculus detection with fluorescence induced by 655 nm InGaAsP diode laser radiation. *J Periodontol* 73: 597–601 (2002)
- FUKAZAWA E, NISHIMURA K: Superficial cemental curettage: its efficacy in promoting improved cellular attachment on human root surfaces previously damaged by periodontitis. *J Periodontol* 65: 168–176 (1994)
- HUJOEL P P, LOESCHE W J: Efficiency of split-mouth designs. *J Clin Periodontol* 17: 722–728 (1990)
- HUJOEL P P, BAAB D A, DE ROUEN T A: The power of tests to detect differences between periodontal treatments in published studies. *J Clin Periodontol* 19: 779–784 (1992)
- KALDAHL W B, KALKWARF K L, PATIL K D, MOLVAR M P, DYER J K: Long-term evaluation of periodontal therapy: I. Response to 4 therapeutic modalities. *J Periodontol* 67: 93–102 (1996)
- KOCHER T, KONIG J, HANSEN P, RUHLING A: Subgingival polishing compared to scaling with steel curettes: a clinical pilot study. *J Clin Periodontol* 28: 194–199 (2001)
- KRAUSE F, BRAUN A, FRENTZEN M: The possibility of detecting subgingival calculus by laser-fluorescence in vitro. *Lasers Med Sci* 18: 32–35 (2003)
- LIANG KY, ZEGER S L: Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika* 73: 13–22 (1986)
- LOE H, SILNESS J: Periodontal disease in pregnancy. *Acta Odontol Scand* 21: 533–551 (1963)
- LUSSI A, MEGERT B, LONGBOTTOM C, REICH E, FRANCESCUT P: Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 109: 14–19 (2001)
- OBERHOLZER R, RATEITSCHAK K H: Root cleaning or root smoothing. An in vivo study. *J Clin Periodontol* 23: 326–330 (1996)
- ODA S, NITTA H, SETOGUCHI T, IZUMI Y, ISHIKAWA I: Current concepts and advances in manual and power-driven instrumentation. *Periodontol* 2000 36: 45–58 (2004)
- O'LEARY T J: The impact of research on scaling and root planing. *J Periodontol* 52: 69–75 (1986)
- PETERSILKA G J, FLEMMIG T F: Schall- und Ultraschallscaler in der Parodontitistherapie; gemeinsame Stellungnahme der DGZMK und DGP. *DZZ* 60: 243–244 (2005)
- QUIRYNEN M, MONGARDINI C, DE SOETE M, PAUWELS M, COUCKE W, VAN ELDERE J, VAN STEENBERGHE D: The role of chlorhexidine in the one-stage full-mouth disinfection treatment of patients with advanced adult periodontitis. Long-term clinical and microbiological observations. *J Clin Periodontol* 27: 578–589 (2000)
- RITZ L, HEFTI A F, RATEITSCHAK K H: An in vitro investigation on the loss of root substance in scaling with various instruments. *J Clin Periodontol* 18: 643–647 (1991)
- SCHWARZ F, SCULEAN A, ARWEILER N, REICH E: Nicht-chirurgische Parodontalbehandlung mit einem Er:YAG-Laser. *Parodontologie* 11: 329–336 (2000)
- SCHWARZ F, SCULEAN A, GEORG T, REICH E: Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to scaling and root planing. A controlled clinical study. *J Periodontol* 72: 361–367 (2001)
- SCHWARZ F, AOKI A, SCULEAN A, GEORG T, SCHERBAUM W, BECKER J: In vivo effects of an Er:YAG laser, an ultrasonic system and scaling and root planing on the biocompatibility of periodontally diseased root surfaces in cultures of human PDL fibroblasts. *Lasers Surg Med* 33: 140–147 (2003a)
- SCHWARZ F, SCULEAN A, BERAKDAR M, GEORG T, REICH E, BECKER J: Clinical evaluation of an Er:YAG laser combined with scaling and root planing for non-surgical periodontal treatment. A controlled, prospective clinical study. *J Clin Periodontol* 30: 26–34 (2003b)
- SCHWARZ F, SCULEAN A, BERAKDAR M, GEORG T, REICH E, BECKER J: Periodontal treatment with an Er:YAG laser or scaling and root planing. A 2-year follow-up split-mouth study. *J Periodontol* 74: 590–596 (2003c)
- SCULEAN A, DONOS N, WINDISCH P, BRECX M, GERA I, REICH E, KARRING T: Healing of human intrabony defects following treatment with enamel matrix proteins or guided tissue regeneration. *J Periodontol Res* 34: 310–322 (1999)
- SCULEAN A, SCHWARZ F, BERAKDAR M, ROMANOS G E, ARWEILER N, BECKER J: Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to ultrasonic instrumentation: a pilot study. *J Periodontol* 75: 966–973 (2004)
- SILNESS J, LOE H: Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand* 22: 112–135 (1964)
- SMART G J, WILSON M, DAVIES E H, KIESER J B: The assessment of ultrasonic root surface debridement by determination of residual endotoxin levels. *J Clin Periodontol* 17: 174–178 (1990)
- SOCRANSKY S S, HAFFAJEE A D: The bacterial etiology of destructive periodontal disease: current concepts. *J Periodontol* 63: 322–331 (1992)
- STOCK K, HIBST R, KELLER U: Er:YAG removal of subgingival calculi: efficiency, temperature and surface quality. *SPIE Proc Lasers Dent*: 98–106 (1996)
- WESTFELT E: Rationale of mechanical plaque control. *J Clin Periodontol* 23: 263–267 (1996)