

Einfluss des Nd:YAG-Lasers auf das Parodont und die subgingivale Plaque



Christian Beaumont, Svenja Rogge, Stefan Grümer,
Ümmühan Özden, Andrej M. Kielbassa,
Hermann Wolf, Gregory E. Oxford, Norbert Gutknecht,
Gregor-Georg K. Zafiroopoulos

Schlüsselwörter

Laser, Parodontitis, Plaque, Therapie

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war, den Einfluss der Laserstrahlung auf die parodontale Behandlung zu untersuchen. Fünfzehn Patienten mit Parodontitis (413 Parodontien) wurden untersucht. Je ein Quadrant im Ober- und Unterkiefer wurde mittels Gracey-Küretten (SRP-Gruppe) bearbeitet. Die restlichen Quadranten wurden zusätzlich mit einem gepulsten Nd:YAG-Laser (L-Gruppe) bestrahlt. Die klinischen Parameter wurden vor Beginn (U1) sowie 4 (U2), 24 (U3) und 52 Wochen (U4) nach Behandlung erhoben. Proben der subgingivalen Plaque wurden bei U1, U3 und U4 entnommen. Die Ergebnisse zeigten bei der Blutung beim Sondieren (BOP) zwischen SRP- und L-Gruppe zu allen drei postoperativen Untersuchungszeitpunkten im Verhältnis zu den Werten vor Behandlungsbeginn signifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Signifikant niedrigere Werte zeigten sich in der L-Gruppe bei *B. forsythus* (U3, $p < 0,001$) sowie bei *T. denticola* (U4, $p < 0,001$) und bei der Gesamtanzahl der Markerkeime (U3, $p < 0,01$ und U4, $p < 0,001$) im Vergleich zur Eingangsuntersuchung. Der Nd:YAG-Laser scheint eine sehr effektive Ergänzung der nicht chirurgischen Parodontaltherapie zu sein. Durch die zusätzliche Laseranwendung werden entzündliche Vorgänge reduziert, die Gesamtzahl an parodontal-pathogenen Keimen verringert und damit der Heilungsprozess beschleunigt.

Einleitung

Beim Einsatz des Nd:YAG-Lasers in der Parodontaltherapie wird – zur Vermeidung von irreversiblen Schäden an benachbarten Strukturen – eine Leistungsbegrenzung des Lasers auf 1,25 bis 2,0 Watt in Verbindung mit gepulster Leistungsabgabe empfohlen. Unter Berücksichtigung dieser Parameter berichteten mehrere Autoren von den „positiven, nachteilfreien Effekten“ der „laserunterstützten Kürettage“¹⁻⁵. So konnten bei ordnungsgemäßer Anwendung keine Schäden an Zahnhartsubstanz, Pulpa oder im Bereich des Marginalsaumes nachgewiesen werden.

Von einigen Autoren wurde eine Veränderung der subgingivalen Bakterienflora durch den Einsatz des Nd:YAG-Lasers beschrieben⁶⁻⁸. Zusätzlich stellte Midda^{9,10} eine selektive Zerstörung Melanin produzierender Bakterien wie z. B. *P. gingivalis* und *P. intermedia* fest. Ein weiterer Effekt

des Lasereinsatzes bestand in einer verzögerten Rekolonisation der Tasche und einer höheren Effektivität bezüglich der Reduktion der subgingivalen Flora im Vergleich zur konventionellen mechanischen Therapie über ein Beobachtungsintervall von nur 28 Tagen^{6, 11-13}. Horton und Lin⁶ sowie Myers² beobachteten darüber hinaus eine vergleichbare oder größere Reduktion der Sondierungstiefe durch ausschließliche Laseranwendung im Vergleich zur mechanischen Behandlung und beschrieben ähnliche Ergebnisse bei den Plaque- und Blutungsindizes.

Ziel dieser Studie war es, Klarheit über die spezifischen klinischen und bakteriellen Veränderungen in der subgingivalen Region nach einer laserunterstützten Parodontaltherapie zu schaffen.

Material und Methoden

Patienten

An der Studie haben insgesamt 16 Patienten beiderlei Geschlechts teilgenommen. Es handelte sich um 8 weibliche und 8 männliche Personen. Das durchschnittliche Alter lag bei 38,75 Jahren, der Altersmedian bei 41 Jahren (Min. 27, Max. 55 Jahre). Alle Patienten wiesen deutliche klinische und röntgenologische Anzeichen einer chronischen Parodontitis auf. Die effektive Zahl der Zähne pro Patient lag zwischen 25 und 32 Zähnen, der Mittelwert betrug 25,8 Zähne. Bei allen Patienten wurde die Parodontalerkrankung zum ersten Mal diagnostiziert.

Pro Zahn wurden vier Flächen bzw. Parodontien untersucht und behandelt. Bezugsgröße für die Studie war das einzelne Parodont (insgesamt 413 Parodontien). Der klinische Befund umfasste die Blutung beim Sondieren (BOP), den Plaqueindex (PI)¹⁴, die Sondierungstiefe (ST) und den klinischen Attachmentlevel (CAL).

Die Studie wurde im Einklang mit der Helsinki-Deklaration von 1975 (modifiziert 1989) durchgeführt. Alle Studienteilnehmer unterschrieben eine Einverständniserklärung. Es mussten mindestens fünf Zähne pro Quadrant vorhanden sein, so dass mindestens 20 Parodontien pro Patient untersucht wurden. Die Sondierungstiefe lag zwischen 3 und 6 mm. Die Patienten mussten frei von Allgemeinerkrankungen bzw. Immundefiziten sein.

Darüber hinaus durften über den Zeitraum der Voruntersuchung, Behandlung und Nachuntersuchung keinerlei Medikamente eingenommen werden. Weitere Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie waren: Schwangerschaft, Drogenabusus, regelmäßiger Alkohol- bzw. Nikotinkonsum.

Geräte

Die Behandlung wurde durchgeführt mit einem Neodym-Yttrium-Aluminium-Granat(Nd:YAG)-Festkörperlaser. Es handelte sich um das Modell ADL 300 der Firma American Dental Laser. Dieser Lasertyp emittiert gepulstes Licht mit einer Wellenlänge von 1.064 nm. Das Leistungsspektrum dieses Lasers reicht von 0,5 bis max. 3,0 Watt; in der Studie wurde mit einer Einstellung von 1,5 Watt und 15 Pulsen pro Sekunde (pps) gearbeitet.

Vorbehandlung

In der Vorbehandlung wurden an allen Zähnen folgende Befunde erhoben bzw. folgende Maßnahmen durchgeführt:

Klinische Parameter

Zunächst erfolgte im Rahmen der Vorbehandlung eine Beseitigung vorhandener iatrogenen Reize, eine gründliche supragingivale Reinigung und eine Politur der Zähne. Der Plaqueindex (PI) (Ja/Nein), die Sondierungstiefe (ST) in Millimeter und die Blutung beim Sondieren (BOP) (Ja/Nein) wurden an vier Flächen pro Zahn gemessen. Der klinische Attachmentlevel (CAL) in Millimeter wurde je Zahn an der vestibulären Fläche erhoben.

Mikrobiologische Parameter

Die untersuchten Keime (*A.actinomycetemcomitans/Aa*, *B.forsythus/Bf*, *P.gingivalis/Pg*, *T.denticola/Td*) sowie die Gesamtanzahl der Markerkeime (TML) wurden mittels molekular-biologischer Methoden nachgewiesen. Die Untersuchung erfolgte mittels IAI PadoTest 4.5. Direkt vor der Plaque-Entnahme wurden supragingivale Beläge mit einem Wattepellet entfernt. Aus der tiefsten Tasche jedes einzelnen Quadranten wurden subgingivale Plaqueproben mittels sterilen Papierspitzen (Entnahme-Dauer 10 Sek.) entnommen und untersucht^{15,16}.

Die Plaqueproben wurden sofort in dicht schließende Schraubverschlussröhrchen mit 100 µl Guanidinium-Thiocyanate-Puffer¹⁷ gegeben. Die Proben in den Röhrchen wurden während 10 min. auf 70 °C erhitzt und gründlich per Vortex geschüttelt. Für die Analyse wurden die Plaqueproben entsprechend verdünnt und aliquote Mengen auf 5 Nylon-Membranen in Dot-Blot Manifolds (Inotech AG, Dottikon CH) aufgebracht. Die Membranen wurden nach Standard-Methoden¹⁸ behandelt. Anschließend wurde jede Probe mit einer der 532P-markierten Sonden, spezifisch für die kleinste Untereinheit ribosomaler RNAs (ssrRNAs) der oben genannten Keime, hybridisiert. Die Sonden von Aa, Bf, Pg und TML stammten von Microprobe (Bothell, WA, USA), die Sonde Td wurde vom IAI (Institut für Angewandte Immunologie, Zuchwil, Schweiz) synthetisiert. Hybridisierung und Waschprozedere erfolgten gemäß den Vorgaben von Khandjian¹⁹.

Als Kontrolle diente auf jeder Membran eine bekannte Quantität lysierter *E.coli*. Die Blots wurden quantifiziert, indem sie direkt in einem Trace-96-System (Inotech) gezählt wurden. Kalibrierungskurven waren nicht notwendig, da die CPM (Counts Per Minute) von 2 x 10⁴ bis 600 x 10⁶ Bakterien linear verlaufen. Auf jeder Membran wurden zusammen mit den Plaqueproben denaturierte Referenzstandards für jedes der 4 Bakterien aufgebracht. Die Werte für jede Bakterienspezies wurden berechnet, indem mit dem homologisierten Standard verglichen wurde. Die Standards waren quantifizierte Verdünnungen von Plasmiden, die eine geklonte DNA-Vollkopie der

ssrRNA von jeder der 4 Bakterienspezies enthielt. Die Resultate wurden übersetzt in „Millionen von Bakterien“, indem davon ausgegangen wurde, dass jedes Bakterium einem Äquivalent von 104 Kopien der ssrRNA entsprach.

Parodontale Behandlung

Im Sinne eines „split mouth“-Verfahrens wurden alle Zähne jeweils eines Quadranten im Oberkiefer sowie des diametral gegenüberliegenden Quadranten im Unterkiefer unter Lokalanästhesie subgingival gereinigt und wurzelgeglättet. In den beiden übrigen Quadranten wurde zusätzlich unmittelbar nach der mechanischen parodontalen Behandlung der Nd:YAG-Laser angewendet. Zu diesem Zweck wurde die Tasche mit einer 320 mm starken Glasfaser mit zirkulären Bewegungen parallel zur Wurzeloberfläche für 40 s pro Parodont bestrahlt.

Klinische Nachuntersuchung

Jeweils 4 (U2), 24 (U3) und 52 Wochen (U4) nach Abschluss der Behandlung wurden analog zu den klinischen Voruntersuchungen zu jedem der Nachuntersuchungszeitpunkte erneut die Messwerte zu Plaqueindex (PI), Sondierungstiefe (ST), klinischem Attachmentlevel (CAL) und Blutung beim Sondieren (BOP) erhoben. Zusätzlich wurde die Analyse der subgingivalen Plaque zu den Untersuchungszeitpunkten U3 und U4 durchgeführt.

Statistik

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte in deskriptiver Weise und unter Angabe von arithmetischen Mittelwerten sowie prozentual. Dabei wurde das einzelne Parodont und nicht der Patient als Messeinheit betrachtet. Der Vergleich der Gruppen erfolgte nach dem Rang-Summen-Test nach Wilcoxon. Das Signifikanzniveau wurde mit 5 % festgelegt. Alle Auswertungen wurden mit dem Programmpaket STATISTICA (StatSoft, Inc. Tulsa, USA) durchgeführt²⁰.

Ergebnisse

Klinische Resultate

Die Heilung verlief bei allen Patienten unauffällig. Komplikationen im Sinne von Abszessbildung oder Infektionen wurden nicht beobachtet. Die klinischen Ergebnisse für die Gruppen L (zusätzliche Laser-Anwendung) und SRP (sub-

gingivale Reinigung und Wurzelglättung) sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Zum Zeitpunkt U2 (4 Wochen post operationem) fanden sich an Parodontien ohne zusätzliche Laseranwendung häufiger Blutungen (SRP-Gruppe, 21,3 %) als an Parodontien mit zusätzlicher Laseranwendung (L-Gruppe, 12,8 %, $p < 0,001$; Wilcoxon). Zum Zeitpunkt U3 (nach 24 Wochen) fanden sich signifikant häufiger Blutungen an Parodontien ohne zusätzliche Laseranwendung (SRP-Gruppe, 14,5 %) als an Parodontien mit zusätzlicher Laseranwendung (L-Gruppe, 7,4 %; $p < 0,001$; Wilcoxon). Zum Zeitpunkt U4 (nach 52 Wochen) fanden sich an Parodontien ohne zusätzliche Laseranwendung (SRP-Gruppe, 18,4 %) signifikant häufiger Blutungen als an Parodontien mit zusätzlicher Laseranwendung (L-Gruppe, 8,9 %; $p < 0,001$; Wilcoxon).

Bei den anderen ermittelten Befunden Sondierungstiefen (ST), Plaque-Index (PI) und Attachmentlevel (CAL) zeigten sich dagegen zu keinem Untersuchungszeitpunkt statistisch signifikante Unterschiede zwischen SRP- und L-Gruppe.

Beim Vergleich der klinischen Befunde der zwei Gruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten wurden folgende Veränderungen beobachtet:

L-Gruppe

Zum Zeitpunkt U3 wurde für die Sondierungstiefe, den Attachmentlevel, den Blutungsindex sowie den Plaqueindex im Vergleich zu U1 eine statistisch signifikante Verringerung gefunden (jeweils $p < 0,001$).

Für den Zeitpunkt U4 waren für die Sondierungstiefe, den Attachmentlevel und den Blutungsindex im Vergleich zu U1 ebenfalls statistisch signifikante Verringerungen bemerkt worden (jeweils $p < 0,001$). Hier wies der Plaqueindex jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr auf.

Zum Zeitpunkt U4 wurden statistisch signifikante Reduktionen für die Sondierungstiefe ($p < 0,001$) und den Plaqueindex ($p < 0,001$) im Vergleich zu U3 gefunden. Für den Attachmentlevel und den Blutungsindex hingegen waren die Unterschiede statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$).

SRP-Gruppe

Zum Zeitpunkt U3 im Vergleich zu U1 wurde für die Sondierungstiefe ($p < 0,001$), den Attachmentlevel ($p < 0,001$), den Blutungsindex ($p < 0,001$) und den Plaqueindex ($p < 0,05$) eine statistisch signifikante Verringerung nachgewiesen.

Für den Zeitpunkt U4 im Vergleich zu U1 wurde sogar für alle Parameter (Sondierungstiefe ($p < 0,001$), Attach-



Tabelle 1 Klinische Parameter am Anfang und in der 4., 24. und 52. Woche nach der Behandlung

| Untersuchung (Zeitpunkt) | Gruppe | Sondierungstiefe X ± SD (mm) | Blutung beim Sondieren % Verteilung | Plaquesindex % Verteilung |
|-------------------------------|--------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| U0 (Anfang) | SRP | 3,284 ± 1,16 | 27,3 | 17,94 |
| | SRP+L | 3,214 ± 1,19 | 28,3 | 19,98 |
| U1 (1 Monat nach Behandlung) | SRP | 2,502 ± 1,01 | 21,3 | 11,84 |
| | SRP+L | 2,522 ± 1,10 | 12,8* | 11,64 |
| U6 (6 Monate nach Behandlung) | SRP | 2,538 ± 0,94† | 14,5† | 13,28§ |
| | SRP+L | 2,506 ± 0,97† | 7,4*,† | 13,36† |
| U12 (1 Jahr nach Behandlung) | SRP | 2,456 ± 0,82† | 18,4 †,‡ | 23,92†,‡ |
| | SRP+L | 2,447 ± 0,82†,‡ | 8,9*,† | 21,43‡ |

SRP-Gruppe = Subgingivale Reinigung und Wurzelglättung,
 SRP+L-Gruppe = Subgingivale Reinigung und Wurzelglättung plus Laser,
 * signifikant erniedrigt im Vergleich zu der SRP-Gruppe (p<0,001)
 † signifikant erniedrigt im Vergleich zu U0 in derselben Gruppe (p<0,001)
 ‡ signifikant erniedrigt im Vergleich zu U6 (p<0,001) in derselben Gruppe (SRP, e.g. SRP+L)
 § signifikant erniedrigt im Vergleich zu U0 (p<0,05) in derselben Gruppe

Tabelle 2 Mikrobiologische Ergebnisse: Verteilung der Bakterien am Anfang sowie in der 24. und 52. Woche nach der Behandlung

| Untersuchung (Zeitpunkt) | Gruppe | A. actinomycetem-comitans (mb/ml SF) | B.forsythus (mb/ml SF) | P.gingivalis (mb/ml SF) | T.denticola (mb/ml SF) | TBL (Bacteria/ml SF) | TML (mb/ml SF) |
|---------------------------------|--------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
| U0 (Anfang) | SRP | 0,0330 ± 0,018 | 1,3633 ± 1,538 | 1,3300 ± 2,327 | 2,2067 ± 2,012 | 18,5 ± 18,0 | 1,3957 ± 2,120 |
| | SRP+L | 0,1233 ± 0,657 | 1,5900 ± 2,239 | 1,0133 ± 2,356 | 2,0500 ± 2,157 | 16,3 ± 10,3 | 1,1261 ± 1,115 |
| U6 (24 Wochen nach Behandlung) | SRP | 0,0000 ± 0,000 | 1,7750 ± 2,701†† | 0,4107 ± 0,905†† | 0,6786 ± 1,138‡ | 10,1 ± 12,3‡ | 0,8118 ± 1,148 |
| | SRP+L | 0,0036 ± 0,019 | 0,8201 ± 1,461* | 0,4429 ± 1,119 | 0,6607 ± 1,018† | 9,0 ± 9,2§ | 0,1439 ± 0,248Ü,† |
| U52 (52 Wochen nach Behandlung) | SRP | 0,0000 ± 0,000 | 0,4967 ± 0,980†† | 0,1600 ± 0,858†† | 1,0167 ± 1,729†† | 11,9 ± 16,5‡ | 1,0148 ± 1,264 |
| | SRP+L | 0,0000 ± 0,000 | 0,3633 ± 1,033¶ | 0,1567 ± 0,398¶ | 0,4133 ± 0,980¶# | 12,5 ± 20,5 | 0,0310 ± 0,048** |

Legende

TML = Total Marker Load, TBL (Total Bacterial Load, MB/ml SF (Millionen von Zielbakterien pro ml Sulkusflüssigkeit

- * signifikant erniedrigt im Vergleich zu SRP (p<0,01) zum Zeitpunkt U6,
- † signifikant erniedrigt im Vergleich zu SRP zum Zeitpunkt U6 (p<0,01)
- ‡ signifikant erniedrigt im Vergleich zum Zeitpunkt U0 (p<0,01)
- § signifikant erniedrigt (p<0,01) im Vergleich zum Zeitpunkt U0
- ¶ signifikant erniedrigt (p<0,05) im Vergleich zum Zeitpunkt U0
- || signifikant erniedrigt (p<0,05) im Vergleich zum Zeitpunkt U0
- # signifikant erniedrigt im Vergleich zu SRP (p<0,001) zum Zeitpunkt U12
- ** signifikant erniedrigt (p<0,001) im Vergleich zum Zeitpunkt U0
- †† signifikant erniedrigt (p<0,01) im Vergleich zum Zeitpunkt U0

mentlevel (p<0,001), Blutungsindex (p<0,001) und Plaquesindex (p<0,05)) statistisch signifikante Reduktionen festgestellt. Zum Zeitpunkt U4 im Vergleich zu U3 waren der Attachmentlevel (p<0,001), der Blutungsindex (p<0,05) und der Plaquesindex (p<0,001) statistisch signifikant verringert. Die Sondierungstiefe dagegen zeigte keine statistisch signifikanten Reduktionen auf (p>0,05).

Mikrobiologische Resultate

Untersucht wurden die Ergebnisse für die vier parodontalen Markerkeime A.actinomycetemcomitans (Aa), B.forsythus (Bf), P.gingivalis (Pg), T.denticola (Td) und zusätzlich die Gesamtzahl der Markerkeime (TML); die Angabe erfolgte jeweils in Mio. Erreger pro ml Sulkusflüssigkeit. Die mikro-

biologischen Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Bei den Zähnen mit und ohne zusätzliche Laseranwendung unterschieden sich folgende mikrobiologischen Parameter statistisch signifikant:

- *B.forsythus* wurde statistisch signifikant weniger bei der L- im Vergleich zu der SRP-Gruppe zum Untersuchungszeitpunkt U3 gefunden ($p < 0,001$; Wilcoxon).
- Für *T.denticola* wurden ebenfalls signifikant niedrigere Werte bei der L- im Vergleich zu der SRP-Gruppe zum Untersuchungszeitpunkt U4 ermittelt ($p < 0,001$; Wilcoxon).

Auch bei der Gesamtanzahl der Marker-Keime (TML) waren in der L-Gruppe sowohl bei der U3 ($p < 0,01$) als auch bei der U4 ($p < 0,001$) statistisch signifikant niedrigere Werte als bei der SRP-Gruppe zu verzeichnen (Tab. 2).

Die restlichen gemessenen Werte der einzelnen Bakterienarten in der L-Gruppe unterschieden sich nicht signifikant von denen der SRP-Gruppe.

Innerhalb der beiden Gruppen kam es im Verlauf der Studie zu folgenden Veränderungen der Markerkeime:

L-Gruppe

Zum Zeitpunkt U3 wurde eine statistisch signifikante Verringerung von Td ($p < 0,05$) und TML ($p < 0,001$) im Vergleich zu U1 beobachtet. Bf ($p = 0,082$) und Pg ($p = 0,050$) waren tendenziell reduziert. Zum Zeitpunkt U4 im Vergleich zu U1 wurde ebenfalls eine statistisch signifikante Reduktion sowohl von Bf ($p < 0,05$) als auch von Pg ($p < 0,05$), von Td ($p < 0,05$) und von TML ($p < 0,001$) ermittelt. Im Vergleich U3 zu U4 wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede nachgewiesen.

Für Aa konnte kein statistisch signifikanter Unterschied – im Vergleich U3 zu U1 – gezeigt werden. Zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten ließ sich Aa nicht vergleichen, da er bei den Taschen mit Lasertherapie zu selten nachgewiesen wurde.

SRP-Gruppe

Zum Zeitpunkt U3 war Bf ($p < 0,01$), Pg ($p < 0,01$), Td ($p < 0,001$) im Vergleich zu U1 statistisch signifikant und TML ($p = 0,058$) nur tendenziell verringert. Zum Zeitpunkt U4 im Vergleich zu U1 waren sowohl Bf ($p < 0,01$) als auch Pg ($p < 0,01$) und Td ($p = 0,05$) statistisch signifikant verringert. Für TML war kein statistisch signifikanter Unterschied nachweisbar. Im Vergleich U3 zu U4 wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede für Bf und TML nachgewiesen. Pg ($p = 0,086$) und Td ($p = 0,056$) waren tendenziell verringert. Aa ließ sich nicht vergleichen, da er bei den Taschen ohne Lasertherapie zu allen Untersuchungszeitpunkten zu selten nachgewiesen wurde. Des Weiteren ergab sich eine statistisch signifikante Korrelation in der L-Gruppe zwi-

schen der Sondierungstiefe (ST) der Ausgangssituation und der TML ($p = 0,52$; $p = 0,0071$) 24 Wochen nach der Behandlung. Bei der SRP-Gruppe wurde zu keinem Untersuchungszeitpunkt eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Sondierungstiefe und der TML ermittelt.

Diskussion

Neben einer Reduktion der inflammatorischen Prozesse in der Tasche kommt dem Laser eine besondere Bedeutung bei der Elimination der pathogenen Bakterienpopulation zu²¹. Die überaus problematische Bestimmung und Reproduktion gemessener Werte dieser Keime waren in der Vergangenheit die größten Hinderungsgründe, statistisch verwertbare Ergebnisse im Rahmen klinischer Studien zu produzieren. Erst durch den Einsatz von molekular-genetischen Verfahren sind solche Messungen unproblematisch reproduzierbar.

Um die Behandlungseffizienz im Rahmen der vorliegenden Studie zu verifizieren, soll zunächst ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse der nicht adjuvant mit Laser behandelten Taschen mit ähnlichen Studien anderer Autoren erbracht werden.

Die Sondierungstiefe (ST) der Parodontien ohne Laseranwendung reduzierte sich 12 Monate nach Behandlung von durchschnittlich 3,284 mm auf 2,456 mm, was einer Reduktion von 25,21 % entspricht. Angaben in der Literatur berichten bei tiefen Parodontopathien von Ergebnissen von 10 %²² über 25 %²³ und 30 %²⁴ bis zu 35–37 %²⁶. Im Mittel entsprechen die Ergebnisse der Sondierungstiefenmessung der vorliegenden Studie damit den Angaben der Literatur.

Nach Initialtherapie und vor Behandlungsbeginn bluteten in der SRP-Gruppe 21,27 % der Parodontien nach Sondieren (BOP). 6 Monate nach Behandlung war noch bei 14,47 % der Parodontien in dieser Gruppe der BOP positiv; dies entspricht einer Verringerung von 46,99 %. Die oben aufgeführten Studien berichten über Reduktionsraten von 25,6 %²³, 45 %²⁴ bis hin zu 59 %²⁵. Somit bewegen sich die vorliegenden Ergebnisse im Rahmen der bekannten Vergleichsstudien.

Auch die Ergebnisse bezüglich des Plaque-Indexes und des Attachmentlevels nach 6 bzw. 12 Monaten entsprechen denen der oben genannten Untersuchungen. Es lässt sich also festhalten, dass die im Rahmen der Studie erfolgte konservative Behandlung der Parodontien im Sinne einer subgingivalen Zahnreinigung und Wurzelglättung im Vergleich zu anderen Studien zu ähnlichen klinischen Ergebnissen geführt hat.

Bei den zusätzlich mit Laser behandelten Parodontien reduzierte sich die Sondierungstiefe nach 12 Monaten um 23,86 % von 3,214 mm auf 2,447 mm. Dieser Wert liegt ebenfalls im Rahmen der Vergleichsstudien. Vergleichende Untersuchungen von Radvar et al.²³ ergaben bei abschließlicher Laserbehandlung (also nicht in Verbindung mit Wurzelglättung und Reinigung) nicht signifikante Veränderungen von 4,5 % bzw. 10 %. Analog hierzu konnten Moritz et al.²⁶ in einer Diodenlaser-Studie eine deutliche, allerdings nicht signifikante Reduktion der Sondierungstiefen der gelaserten Parodontien gegenüber den Zähnen ohne Laser-Einsatz nachweisen.

Die Ergebnisse von Liu et al.²⁷ unterstreichen, dass eine Kombination von subgingivaler Reinigung und Wurzelglättung sowie Laserbehandlung sinnvoll sein kann. Hier ergab sich eine signifikante Reduktion des Interleukin-1 beta (IL-1 β) nach kombinierter Therapie gegenüber Laseranwendung bzw. subgingivaler Reinigung und Wurzelglättung (SRP) allein. Eine Laseranwendung ohne begleitende subgingivale Reinigung und Wurzelglättung war im Übrigen in der oben aufgeführten Studie am wenigsten effizient und diese Ergebnisse decken sich mit den vergleichsweise schlechten oben genannten Messwerten von Radvar et al.²³.

Eine der wichtigsten Untersuchungen in der Parodontaldiagnostik zur Erkennung eines inflammatorischen Prozesses ist die Ermittlung der Blutung beim Sondieren. Die in der Vergangenheit in verschiedenen Studien ermittelte signifikante Reduktion parodontal-pathogener Keime durch den adjuvanten Lasereinsatz lässt erwarten, dass im Zuge der Bakterienreduktion nach Laserexposition auch ein Rückgang der Entzündungszeichen vorzufinden sein wird^{6, 11-13, 28}.

Entgegen der Studie von Radvar et al.²³, in der keine signifikante Reduktion der Blutung beim Sondieren infolge Lasereinsatz zu ermitteln war, zeigt die vorliegende Untersuchung bei nahezu identischer Ausgangssituation zwischen L- und SRP-Gruppe (28,3 % zu 27,3 %) eine signifikante Verringerung des BOP nach 4, 24 und 52 Wochen in der L-Gruppe gegenüber der SRP-Gruppe um 32,8 % (4 Wo.), 30,35 % (24 Wo.) und 35,95 % (52 Wo.).

Was die Reduktion der Bakterienflora angeht, ergibt sich aus der Literatur bisher ein uneinheitliches Bild. Häufig wird zwar von einer Reduktion der parodontal-pathogenen Keime berichtet; dies geschieht allerdings mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen bezogen auf die einzelnen Bakterienspezies. Die Werte für *A.actinomycetemcomitans* beispielsweise waren in der Regel statistisch nicht verwertbar. Insofern waren die Ergebnisse von Hatit et al.²⁸ bezüglich einer geringeren Reduktion von *A.actinomycetemcomitans* durch Laserbestrahlung gegenüber den anderen

gemessenen Bakterienspezies in der vorliegenden Studie nicht nachzuvollziehen. Grundsätzlich ist eine selektive Reduktion einzelner Bakterienspezies unter Berücksichtigung des Wirkmechanismus des Laserstrahls in der Tasche allerdings nicht zu erwarten.

Lin et al.^{11,12}, Horton und Lin⁶ sowie Hatit et al.²⁸ fanden unter anderem eine signifikante Reduktion von *Bacteroides*-Stämmen, was durchaus mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie übereinstimmt (Reduktion des Erregers um 48,42 % in der L-Gruppe gegenüber der Vergleichsgruppe nach 24 Wochen). Auch die signifikant verringerten Werte des Erregers *T.denticola* (79,83 % Reduktion gegenüber 53,93 % ohne Laser nach 52 Wochen) decken sich mit den Ergebnissen von Hatit et al.²⁸. In dieser Studie war allerdings bei allen untersuchten Bakterienspezies eine deutliche Rekolonisation nach 10 Wochen erkennbar, was in der vorliegenden Studie nur auf die Erreger *B.forsythus* nach 24 Wochen in der SRP-Gruppe und bei *T.denticola* nach 52 Wochen auf die Gesamtgruppe zutraf.

Horton und Lin⁶ und Lin et al.^{11,12} ermittelten eine verlangsamt Rekolonisation nach Laseranwendung für *Actinomyceten* und *Veillonella*-Stämme.

Gutknecht et al.⁸ konnten in ihrer Untersuchung eine signifikante Reduktion von *P.intermedia* nach Nd:YAG-Lasereinsatz nachweisen. Bei 78 % der Proben nach Lasereinsatz waren keine Erreger mehr nachweisbar. Eine Rekolonisation der Taschen war ebenfalls deutlich verlangsamt. Die besten Ergebnisse traten hier wiederum durch die Kombination von konventioneller Therapie und Laser auf. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie blieben jedoch, bezogen auf *P.intermedia* deutlich hinter den Ergebnissen von Gutknecht et al.⁸ zurück. Eine signifikante Reduktion der Erreger auch über einen längeren Zeitraum konnte zwar erreicht werden, jedoch waren die Unterschiede zwischen der L- und SRP-Gruppe nicht signifikant.

Die signifikant niedrigeren Werte für die Gesamtanzahl der Markerkeime (TML) sind vor allem auf Grund der größeren Zahl an gemessenen Bakterien bezüglich der Aussagekraft dieser Ergebnisse interessant. In der SRP-Gruppe waren die Ergebnisse mit 41,8 % nach 24 und 27,3 % nach 52 Wochen signifikant schlechter als in der L-Gruppe mit 87,2 % nach 24 Wochen und 97,2 % nach 52 Wochen. Die Werte in der SRP-Gruppe decken sich mit der von Stelzel & Flores-de-Jacoby²⁴ ermittelten Reduktion der Spirochäten und anderen beweglichen Stäbchen nach konventioneller parodontalen Therapie von 50 % nach 24 Wochen.

In einer Diodenlaser-Studie fanden Moritz et al.²⁶ in der L-Gruppe gegenüber der SRP-Gruppe sowohl für die Gesamtanzahl der Markerkeime (TML) als auch für die einzelnen Bakterienspezies Aa, Pi und Pg signifikant bessere Ergebnisse. Die TML zeigte eine 100%ige Verbesserung

gegenüber 58,4 % in der SRP-Gruppe. Aa war um 73,5 % in der L-Gruppe gegenüber 33,3 % in der SRP-Gruppe verringert. Pi zeigte in der L-Gruppe eine 85,3%ige Reduktion gegenüber einer 58,3%igen in der SRP-Gruppe.

Pg war um 88,3 % (L-Gruppe) gegenüber 58,3 % (SRP-Gruppe) reduziert. Auch in unserer Studie konnte für die TML eine fast 100%ige (97,2 %) Reduktion in der L-Gruppe gegenüber 53,92 % in der SRP-Gruppe festgestellt werden. Für Aa allerdings konnten in der vorliegenden Studie keine Werte ermittelt werden, da der Keim zu selten nachgewiesen wurde. Für Pg konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gefunden werden.

Die Studie von MORITZ et al.²⁶ zum Einsatz des Diodenlasers in der Parodontaltherapie bietet sich auf Grund der wellenlängenspezifischen Eigenschaften des Diodenlasers als Vergleichsstudie besonders an. Die Wellenlänge beim Diodenlaser liegt bei 805 nm; beim Nd:YAG-Laser bei 1.064 nm. Die Wellenlänge beider Laser ist also im nahen Infrarot-Bereich angesiedelt. Auch was die Applikation mittels Glasfaser angeht, ist der Diodenlaser dem Nd:YAG-Laser ähnlich und damit durchaus zu vergleichen.

Rastegar et al.²⁹ verglichen im Rahmen einer experimentellen Studie einen Dioden- und einen Nd:YAG-Laser hinsichtlich des Koagulationsverhaltens und erhielten für beide Wellenlängen ähnliche Wirkungen. Aus diesem Grund sind Untersuchungen und Ergebnisse von Studien, die mit Diodenlaser durchgeführt wurden, in die vorliegende Untersuchung miteingeflossen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass kein zusätzlicher Attachmentgewinn bei zusätzlicher Anwendung des Nd:YAG Lasers im Rahmen der konservativen Parodontaltherapie erreicht werden konnte.

Dennoch lässt die statistisch signifikante Reduktion der Blutung beim Sondieren (BOP) eine bessere Wundheilung in der L-Gruppe erwarten.

Weiterhin deutet die Reduktion der Gesamtanzahl der Markerkeime sowie einzelner parodontal-pathogener Mikroorganismen auf eine verlangsamte Rekolonisation der subgingivalen Region in der L-Gruppe hin. Damit stellt der Nd:YAG-Laser eine sinnvolle Ergänzung zur subgingivalen Reinigung und Wurzelglättung dar.

Literatur

- 1 TD: What lasers can do for dentistry and you. *Dental Management* 1989; 29: 26–30.
- 2 Myers TD: Lasers in dentistry. *JADA* 1991; 122: 47.
- 3 White JM, Neev J, Goodis HE, Berns MW: Surface temperature and thermal penetration depth of Nd:YAG laser applied to enamel and dentine. *J Las Surg* 1992; 424: Vol 1643.
- 4 White JM, Goodis HE, Cohen JN: Bacterial reduction of contaminated dentine by Nd:YAG laser. Abstract No.1170. *J Dent Res* 1991; 79: 412.
- 5 Midda A, M: Nd:YAG subgingival curettage Proceedings of the 2. Congress of the ISLD, International Society for Lasers in Dentistry 1990; 105.
- 6 Horton JE, Lin P: A comparison of the Nd:YAG laser used subgingivally with root planing. 3. Int. Congress on Lasers in Dentistry 1992, Salt Lake City, Utah; 23: Abstract No. 46.
- 7 Cobb CM, MC Cawley TK, Killoy WJ: A preliminary study on the effects of the Nd:YAG-laser on root surfaces and subgingival microflora in vivo. *J Periodontol* 1992; 63: 701–707.
- 8 Gutknecht N, Fischer J, Conrads G, Lampert F: Bactericidal effect of the Nd:YAG lasers in laser supported curettage. Proceedings of SPIE 1997; 2973: 221–226.
- 9 Midda M: The use of lasers in periodontology. *Periodontol Rest Dent Curr Science* 1992 a; 104.
- 10 Midda M: Lasers in periodontics. *Periodontal Clinical Investigations* 1992 b; 14: 14.
- 11 Lin PP, Rosen S, Beck FM, Matsue M, Horton JE: The effect of the pulsed Nd:YAG laser on periodontal pockets following subgingival application. Abstract No. 1548. *J Dent Res* 1992 b; 71: 299.
- 12 Lin PP, Rosen S, Beck FM, Matsue M, Horton JE: A comparative effect of the Nd:YAG laser with root planning on subgingival anaerobes in periodontal pockets. Abstract No. 1547. *J Dent Res* 1992 a; 71: 299.
- 13 Masunaga H, Sugishita A, Endo H, Matsue I: Clinical effects of a pulsed Nd:YAG laser on periodontal pockets. Abstract No. 1138. *J Dent Res* 19993; IADR: 245.
- 14 O'Leary TJ, DRAKE RB, Naylor JE: The plaque control record. *J Periodontol* 1972; 43: 38.
- 15 Mombelli A, McNabb H, Lang NP: Black-pigmenting gramnegative bacteria in periodontal disease. I. Topographic distribution in the human dentition. *J Periodontol Res* 1991 a; 26: 324–327.
- 16 Mombelli A, McNabb H, Lang NP: Black-pigmenting gramnegative bacteria in periodontal disease. II. screening strategies for P.gingivalis. *J Periodontol Res* 1991b; 26: 308–313.
- 17 Chomczynski P, Sacchi N: Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Anal Biochem* 1987; 162: 156–159.
- 18 Dix K, Watanabe SM, McArdle S, Lee DI, Randolph C, Moncla B, Schwartz DE: Species-specific oligodeoxynucleotide probes for the identification of periodontal bacteria. *J Clin Microbiol* 1990; 28: 319–323.
- 19 Khandjian EW: UV crosslinking of RNA to nylon membrane enhances hybridization signals. *Molec Biol Rep* 1986; 11: 107–115.
- 20 Statsoft Inc. *Statistica für Windows Computer-Programm-Handbuch*, Version 5.1. Eigenverlag: Tulsa, OK, USA, 1998.
- 21 Gutknecht N: *Laseranwendung in der zahnärztlichen Praxis*. Quintessenz Verlag, Berlin 1999.
- 22 Topoll HH: *Entzündungsbedingte Parodontalerkrankungen: Vergleichende klinische, immunhistologische und bakterielle Untersuchungen*. Hanser, München 1993.
- 23 Radvar M, McFarlane TW, McKenzie D, Whitters CJ, Payne AP, Kinane DF: An evaluation of the Nd:YAG laser in periodontal pocket therapy. *Br Dent J* 1996; 180: 57–62.

- 24 Stelzel M, Flores-de-Jacoby L: Topical metronidazole application compared with subgingival scaling, A clinical and microbiological study on recall patients. *J Clin Periodontol* 1996; 23: 24–29.
- 25 Stelzel M, Flores-de-Jacoby L: Topical metronidazole application compared with subgingival scaling, A clinical and microbiological study on recall patients. *J Clin Periodontol* 1996; 23: 24–29.
- 26 Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Schauer P, Doertbudak O, Wernisch J, Sperr W: Treatment of periodontal pockets with a diode laser. *Las Surg Med* 1998; 22: 302–311.
- 27 Liu CM, Hou LT, Wong MY, LanN WH: Comparison of Nd:YAG laser versus scaling and root planning in periodontal therapy. *J Periodontol* 1999; 70: 1276–82.
- 28 Hatit B, Blum R, Severin C, Maquin M, Mansoor H, Jabro L: The effects of a pulsed Nd:YAG laser on subgingival bacterial flora and on cementum: an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1996; 14: 137–143.
- 29 Rastegar S, Motamedi M, Welch AJ, Hayers LJ: A theoretical study of the effect of optical properties in laser ablation of tissue. *IEEE Trans Biomed Eng* 1989; 36(12): 1180–7.

Autoren

Dr. Christian Beaumont¹, Dr. Svenja Rogge², Dr. Stefan Grümer¹
 Dr. Ümmühan Özden¹, Prof. Dr. Andrej M. Kielbassa²
 Dr. Hermann Wolf³, Dr. Gregory E. Oxford⁴,
 Prof. Dr. Norbert Gutknecht⁵, Prof. Dr. Gregor-Georg K. Zafiroopoulos^{1,2,6}

¹ IPPZ-Institut für Parodontologie und Präventive Zahnmedizin, Düsseldorf

² Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Charité Universitätsmedizin Berlin, Benjamin Franklin, Berlin

³ Institut für Angewandte Immunologie, Zuchwil, Schweiz

⁴ Graduate Periodontics, University of Florida College of Dentistry, Gainesville, FL, USA

⁵ Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, Universitätsklinikum Aachen

⁶ Dept. of Periodontics and Endodontics, School of Dental Medicine, University of Buffalo, USA

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. G. Zafiroopoulos,
 IPPZ-Institut für Parodontologie und Präventive Zahnmedizin,
 Sternstr. 61, 40479 Düsseldorf
 E-mail: zafiroopoulos@parodontologie-duesseldorf.com

Influence of Nd: YAG laser on the periodontal tissues and the subgingival plaque

Key words

laser, periodontics, plaque, therapy

Summary

The purpose of the present study was to investigate the influence of a Nd:YAG laser treatment on the outcome of periodontal treatment. Fifteen patients (413 teeth) with periodontitis were examined. Each one quadrant in the maxilla and the mandibula were treated only by scaling and root planning (SRP-group) using hand instruments, while the remaining quadrants were additionally treated with a Nd:YAG laser (L-group). Clinical assessments were performed prior to treatment (U1) and at 4 (U2), 24 (U3) and 52 (U4) weeks after treatment. Subgingival plaque samples were taken at U1, U3 and U4. A significant difference appeared between the L- and SRP-groups regarding the bleeding on probing (BOP) results. The mean values of BOP decreased after laser treatment at each time of clinical examination (U2, U3, U4) if compared to the basic values ($p < 0.001$). In the L-group significantly lower amounts for *B.forsythus* (U3, $p < 0.001$) and for *T.denticola* (U4, $p < 0.001$), as well as for the Total Marker Load (U3: $p < 0.01$; U4: $p < 0.001$) could be revealed. The Nd:YAG laser seems to be an effective adjuvans for the conservative non-surgical periodontal treatment to reduce the amount of pathogenic microorganisms in the pocket and to optimize the healing process.