

■ A. Güntsch, S. Fatori, T. Seltmann, B.W. Sigusch, E. Glockmann, G. Klinger¹

Klinische und mikrobiologische Untersuchungen zur Parodontitistherapie mit Handinstrumenten und Vector

Die Entfernung bzw. Zerstörung des subgingivalen Biofilms ist der wichtigste Bestandteil der Parodontitistherapie. Eine Vielzahl von Instrumenten steht dafür zur Verfügung. In einer randomisierten, klinisch kontrollierten Studie sollte die nicht-chirurgische Therapie der Parodontitis mittels eines neuen Ultraschallgerätes, welches entlang der Instrumentenlängsachse schwingt, untersucht werden. 40 Patienten mit schwerer chronischer Parodontitis wurden in zwei Gruppen randomisiert aufgeteilt. Bei 20 Patienten der Kontrollgruppe wurde die subgingivale Depuration mit Handinstrumenten durchgeführt. In der Testgruppe (n=20) wurde die Behandlung mit einem Ultraschallgerät durchgeführt. Bei Vorliegen eines entsprechenden mikrobiologischen Befundes erhielten die Patienten beider Gruppen adjuvant eine systemische Antibiose. Die klinischen Parameter (Sondierungstiefe, Attachmentlevel und Blutung nach Sondieren) wurden vor und 6 Monate nach Behandlung erhoben. *Actinobacillus actinomycetemcomitans* (A.a.), *Porphyromonas gingivalis* (P.g.), *Prevotella intermedia* (P.i.), *Tannerella forsythensis* (T.f.) und *Treponema denticola* (T.d.) wurden vor der Behandlung sowie 4, 12, und 24 Wochen nach der Therapie bestimmt. Sechs Monate nach durchgeführter Therapie waren alle klinische Parameter (ST, AL und BnS) in beiden Therapiegruppen signifikant verringert. Zwischen den Gruppen waren keine Unterschiede nachweisbar. Die Bakterienzahl wurde durch beide Behandlungsmethoden effektiv supprimiert, im weiteren Untersuchungszeitraum kam es jedoch zu einer Rekolonisation, ohne dass die Ausgangswerte wieder erreicht wurden. Die Handinstrumentierung erwies sich bei der Verringerung der Bakterienzahl initial als effektiver ($p < 0,05$ 4 Wochen), 24 Wochen nach der Behandlung bestanden jedoch keine Unterschiede zwischen den Therapiegruppen. Aus den Ergebnissen der vorgestellten Studie lässt sich schlussfolgern, dass die klinischen Ergebnisse mit dem untersuchten Ultraschallgerät mit denen der Handinstrumentierung vergleichbar sind. Die bakterielle Belastung konnte mit beiden Methoden signifikant verringert werden.

Schlüsselwörter: Parodontitistherapie, randomisierte klinische Studie, Scaling, Root Planing, Vector, parodontalpathogene Bakterien, Antibiotika

Einleitung

Die Parodontitis ist eine Infektion, die aus einem Ungleichgewicht zwischen parodontalpathogenen Mikroorganismen und der lokalen Wirtsabwehr resultiert und zu fortschreitender Zerstörung des parodontalen Gewebes führt [12, 23]. Das primäre Ziel der Parodontitistherapie ist, die Infektion zu stoppen und somit der Progression der Zerstörung Einhalt zu gebieten

Clinical and microbiological investigation of periodontal treatment with manual instruments and Vector. Disruption and/or removal of the subgingival biofilm remain the cornerstone of periodontal therapy. A great variety of instruments can be used for scaling and root planing. A randomized, clinically controlled trial was undertaken to investigate non-surgical periodontal treatment using a new ultrasonic instrument, which produces linear oscillations along its axis. 40 patients with severe chronic periodontitis were randomly allocated to two groups. Subgingival depuration was carried out using manual instruments with the 20 patients in the control group. In the test group (n = 20) treatment was completed using an ultrasonic instrument. Depending on the microbiological findings, patients in both groups were administered adjuvant systemic antibiotics. Clinical parameters (pocket probing depth, attachment level and bleeding on probing) were recorded before treatment and six months after treatment. *Actinobacillus actinomycetemcomitans* (A.a.), *Porphyromonas gingivalis* (P.g.), *Prevotella intermedia* (P.i.), *Tannerella forsythensis* (T.f.) and *Treponema denticola* (T.d.) were determined before treatment as well as 4, 12 and 24 weeks after treatment. Six months after treatment, all clinical parameters (PPD, BOP and CAL) were significantly reduced in both treatment groups. There were no significant differences between the groups. The bacteria count was effectively suppressed by both treatment methods. There was recolonization in the subsequent investigation period, but not to baseline levels. Scaling and root planing was more effective in reducing the bacteria count in the initial stages ($p < 0.05$ at 4 weeks). At 24 weeks after treatment there were no differences between the treatment groups. From the results of this study it can be concluded that the clinical outcomes using the ultrasonic instrument tested are comparable to those using manual instrumentation. Bacterial loading was significantly reduced by both methods.

Keywords: periodontal treatment, randomized clinical trial, scaling, root planing, Vector, periodontopathogens, antibiotics

Introduction

Periodontitis is an infection that results from an imbalance between periodontopathogenic microorganisms and the local defense system of the host and leads to increasing destruction of the periodontal tissue [12, 23]. The primary aim of periodontal treatment is to stop the infection and consequently any further destruction [19]. Periodontal treatment involves the reduction and elimination of supragingival and subgingival plaque and calculus. Nu-

¹ Poliklinik für konservierende Zahnheilkunde der Universität Jena

[19]. Die Parodontalbehandlung beinhaltet die Reduktion und Elimination von supra- und subgingivaler Plaque und Zahnstein. Um dieses Ziel zu erreichen, kommt eine Vielzahl von Instrumenten, unter anderem Küretten, rotierende Instrumente, Laser und Ultraschallgeräte, zur Anwendung.

Eine vollständige Elimination der subgingivalen Flora bzw. der mineralisierten Ablagerungen kann weder durch Hand- noch durch Ultraschallinstrumentation erfolgen [3, 5, 11], jedoch lassen sich durch eine Reduzierung der Bakterienmenge die klinischen Zeichen der Infektion, wie Bluten nach Sondieren aber auch die Sondierungstiefe, positiv beeinflussen [2, 22, 26, 31].

Parodontalpathogene Mikroorganismen mit deutlichem Bezug zur Parodontitis und Aktivität der Entzündung sind neben dem *Actinobacillus actinomycescomitans* (A.a.), *Porphyromonas gingivalis* (P.g.), *Tannerella forsythensis* (T.f.), *Prevotella intermedia* (P.i.) und *Treponema denticola* (T.d.) [12, 25]. Diese Leitkeime der Parodontitis treten sowohl bei Patienten mit aggressiver als auch chronischer Parodontitis auf [21]. Bei der schweren chronischen Parodontitis sowie der aggressiven Parodontitis können adjuvant eingesetzte Antibiotika das Therapieergebnis verbessern, die mechanische Plaqueentfernung aber nicht ersetzen [4]. Die Wahl des Antibiotikums hängt im Einzelfall von der Zusammensetzung der parodontalpathogenen subgingivalen Bakterienflora ab. Bei rein anaeroben Infektionen steht Metronidazol als Medikament der ersten Wahl zur Verfügung [13]. Liegt eine zusätzliche Infektion mit A.a. vor, wird die Kombination von Metronidazol mit Amoxicillin empfohlen [30].

Ultraschallinstrumente wurden in der Parodontologie vor ca. 50 Jahren zur Entfernung von supragingivalem Zahnstein eingeführt [8]. Die Ansätze wurden im Laufe der Zeit modifiziert und haben inzwischen eine Dimension, die ein subgingivales Arbeiten erlaubt. Zahlreiche Studien beschreiben eine vergleichbare Effektivität der Schall- und Ultraschallinstrumente versus manueller Instrumentierung [2, 9, 11, 17, 18]. Cobb [9] stellte keine signifikanten Unterschiede zwischen manuellen und Ultraschall-Instrumenten hinsichtlich des klinischen Endergebnisses bei Patienten mit Parodontitis fest. Im Jahr 1999 erfolgte die Praxiseinführung des Ultraschallgerätes Vector durch die Firma Dürr (Bietigheim-Bissingen). An einem ringförmigen Resonanzkörper ist im Winkel von 90° ein Arbeitsende angebracht, welches durch Schwingung eine gerichtete Bewegung ausführt. Hydroxylapatitpartikel in einer Körnung von ca. 10 µm sind dem Polish-Fluid beigefügt und sollen eine Polierwirkung erzielen. Ein kürzlich veröffentlichter Bericht über eine *In-vitro*-Untersuchung konnte die Effektivität des Vector-Gerätes zur Zahnsteinentfernung nachweisen [6]. Erste klinische Tests stellten keine Unterschiede im klinischen Endergebnis zwischen den Ergebnissen der manuellen Therapie und der Anwendung des Vector-Ultraschallgerätes fest [15, 20, 24]. Mikrobiologische Untersuchungen liegen bisher noch nicht vor.

Das Ziel dieser prospektiven, randomisierten, kontrollierten klinischen Studie war es, die Effektivität des Vector-Ultraschallgerätes gegenüber den Handinstrumenten (Küretten) bei der nicht-chirurgischen Parodontaltherapie anhand von klinischen Parametern und von mikrobiologischen Befunden zu vergleichen.

2 Material und Methode

2.1 Probanden

An der randomisierten, klinisch kontrollierten, einzelverblindeten Studie nahmen 40 Patienten (Durchschnittsalter 47,4 Jahre) mit generalisierter schwerer chronischer Parodontitis teil. Die untersuchten Probanden entstammen alle dem Pa-

merous instruments including cures, rotary instruments, laser and ultrasonic units are used in periodontal treatment.

Subgingival flora and mineralized deposits cannot be completely eliminated with manual or ultrasonic instruments [3, 5, 11], though reduction of the bacteria count has a positive impact on the clinical indications of infection, such as bleeding on probing, and also on pocket probing depth [2, 22, 26, 31].

Periodontopathogenic microorganisms clearly associated with periodontitis and inflammation activity include *Actinobacillus actinomycescomitans* (A.a.), *Porphyromonas gingivalis* (P.g.), *Tannerella forsythensis* (T.f.), *Prevotella intermedia* (P.i.) and *Treponema denticola* (T.d.) [12, 25]. These carrier bacteria of periodontitis are present in patients with aggressive as well as chronic periodontitis [21]. Though adjuvant antibiotics can be used to improve treatment outcomes in patients with severe chronic periodontitis and aggressive periodontitis, they cannot replace mechanical plaque removal [4]. The choice of antibiotic depends on the composition of the periodontopathogenic subgingival bacterial flora in each case. With purely anaerobic infections metronidazole is the primary choice of medication [13]. If there is also infection with A.a., a combination of metronidazole and amoxicillin is recommended [30].

Ultrasonic instruments for removing supragingival calculus were introduced to periodontology approx. 50 years ago [8]. The inserts have been modified over time and can now be used for subgingival treatment. The efficacy of sonic and ultrasonic instruments was found to be comparable to that of manual instrumentation in numerous studies [2, 9, 11, 17, 18].

Cobb [9] found no significant difference in clinical results between manual and ultrasonic instruments in patients with periodontitis. In 1999 the Vector ultrasonic instrument was put on the market by Dürr (Bietigheim-Bissingen, Germany). An application tip, which is oscillated to produce a targeted movement, is attached to a ring-shaped resonance body at an angle of 90°. Hydroxylapatite particles with a grit size of approx. 10 µm are included in the polishing fluid to produce a polished finish. A recently published report on an *in vitro* study confirmed the efficacy of the Vector instrument [6]. In initial clinical tests there was no difference in the clinical results between manual treatment and use of the Vector ultrasonic instrument for removing calculus [15, 20, 24]. There has been no microbiological investigation until now.

The aim of this prospective, randomized, clinically controlled study was to compare the efficacy of the Vector ultrasonic instrument with that of manual instruments (cures) in non-surgical periodontal treatment based on clinical parameters and microbiological findings.

2 Materials and methods

2.1 Test subjects

40 patients (average age 47.4 years) with generalized severe chronic periodontitis participated in the randomized, clinically controlled, single-blind study. The subjects tested were all patients of the Department of Conservative Den-

tientengut der Poliklinik für Konservierende Zahnheilkunde, Funktionsbereich Parodontologie, der FSU Jena. Die Patienten wurden konsekutiv rekrutiert, dazu wurden je 4 Patienten in einem Block zusammengefasst und dann per Losverfahren der Kontrollgruppe oder der Therapiegruppe zugeordnet, bis beide Gruppen die gleiche Probandenanzahl ($n = 20$) aufwiesen. Das Durchschnittsalter lag in der Kontrollgruppe bei $46,4 \pm 5,5$ Jahren (9 weibliche und 11 männliche Patienten) und in der Testgruppe bei $49,1 \pm 6,5$ Jahren (11 weibliche und 9 männliche Patienten). Die Patienten der Kontrollgruppe hatten durchschnittlich $26,27 \pm 2,4$ Zähne und die der Testgruppe $26,53 \pm 2,3$ Zähne.

Einschlusskriterien waren eine Mindestanzahl von 24 Zähnen. Insgesamt $> 30\%$ der sondierten Stellen sollten einen Attachmentverlust > 5 mm aufweisen. Die Patienten waren frei von systemischen Erkrankungen und hatten 6 Monate vor der Therapie keine Antibiotika eingenommen. Alle Patienten waren Nichtraucher. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Friedrich-Schiller-Universität Jena genehmigt.

2.2 Klinische Untersuchung

Nach abgeschlossener Hygienephase ($API < 25\%$) wurden bei allen Probanden folgende klinische Parameter erfasst: Sondierungstiefe (ST), klinischer Attachmentlevel (AL) sowie Blutung nach Sondierung (BnS). Die Messwerte wurden an sechs Stellen je Zahn mit einer Parodontalsonde (PCPUNC 15, Fa. Hu Friedy, Leimen) ermittelt. Es erfolgte eine Unterteilung der Sondierungstiefen in Kategorien von < 4 mm, $4 - 6$ mm und > 6 mm.

6 Monate nach der Parodontalbehandlung wurden die Werte erneut erhoben.

2.3 Mikrobiologische Untersuchung

Die Proben für die mikrobiologische Untersuchung wurden an den jeweils tiefsten Stellen je Quadrant gewonnen. Nach Entfernung von supragingivalen Belägen an den zu untersuchenden Zähnen erfolgte die relative Trockenlegung mit Wattebäusche in diesem Bereich. Anschließend wurden sterile Papierspitzen (ISO-Größe 45, Antaeos, VDW, München) in die Tasche eingebracht und dort 20 Sekunden belassen. Die Proben wurden in ein leeres, markiertes Eppendorfröhrchen gegeben und an die Firma Hain Lifescience (Nehren) versandt. Die gepoolten Proben wurden mittels *micro-IDent*-Test auf die fünf parodontalpathogenen Bakterienspezies *A.a.*, *P.g.*, *P.i.*, *T.f.* und *T.d.* untersucht. Die Bestimmung der Keimzahl erfolgte semiquantitativ in vier Stufen. Dabei wurden die unteren Nachweisgrenzen mit 10^3 für *A.a.* bzw. 10^4 für die übrigen vier Mikroorganismen festgelegt.

Vor der klinischen Befundung zur Ausgangsuntersuchung sowie 4, 12 und 24 Wochen nach durchgeführter Behandlung konnten Proben gewonnen werden. In die Auswertung waren Proben von 35 Patienten im Therapieverlauf einbezogen. Bei 5 Patienten (3 SRP; 2 Vector) lagen keine Baseline-daten vor, so dass diese nicht in der Auswertung berücksichtigt wurden.

2.4 Therapieart

Zu Beginn der Therapie wurden alle Probanden über ihre Erkrankung aufgeklärt. Es erfolgte eine Mundhygieneinstruktion und die Motivation. Supragingivaler Zahnstein und wenn möglich subgingivales Konkrement sollten während der Hygienephase entfernt werden.

Nach der Initialtherapie wurden klinische und mikrobiologische Daten erhoben.

tistry, Section Periodontology, Friedrich Schiller University (FSU), Jena, Germany. The patients were recruited consecutively; 4 patients were grouped together and randomly allocated to the control group or the treatment group until both groups had the same number of test subjects ($n = 20$). The average age in the control group was 46.4 ± 5.5 years (9 female and 11 male patients) and in the test group 49.1 ± 6.5 years (11 female and 9 male patients). The patients in the control group had on average 26.27 ± 2.4 teeth and those in the test group on average 26.53 ± 2.3 teeth.

The inclusion criteria were that patients had a minimum number of 24 teeth; overall $> 30\%$ of the probed sites exhibited attachment loss of more than 5 mm; patients did not have any systemic illnesses and had not taken any antibiotics in the 6 months prior to treatment. All patients were non-smokers. The study was approved by the ethics committee of the Friedrich Schiller University, Jena.

2.2 Clinical test

After completion of the hygiene phase ($API < 25\%$), the following clinical parameters were recorded with all test subjects: probing depth (PD), clinical attachment level (CAL) and bleeding on probing (BOP). Measurements were recorded at six sites per tooth with a periodontal probe (PCPUNC 15, Hu Friedy, Leimen, Germany). The pocket probing depth was then subdivided into categories of < 4 mm, $4 - 6$ mm and > 6 mm.

The pocket probing depth was recorded again 6 months after periodontal treatment.

2.3 Microbiological investigation

Samples for microbiological investigation were collected from the deepest sites of each quadrant. After removal of the supragingival deposits on the selected teeth, the site was kept dry with cotton wool rolls. Then sterile paper points (ISO size 45, Antaeos, VDW, Munich, Germany) were inserted into the pockets and left for 20 seconds. The samples were placed in an empty, labeled Eppendorf tube and sent to Hain Lifescience (Nehren, Germany). The pooled samples were examined using the *micro-IDent* test for the five species of periodontopathogens *A.a.*, *P.g.*, *P.i.*, *T.f.* and *T.d.* The bacteria count was determined semiquantitatively in four stages. A minimum detection limit of 10^3 were established for *A.a.* and 10^4 for the other four microorganisms.

Samples were collected before clinical evaluation at the initial examination and 4, 12 and 24 weeks following completion of treatment. Samples from 35 patients were included in the evaluation in the course of treatment. There were no baseline data for 5 patients (3 SRP; 2 Vector), so these patients could not be included in the evaluation.

2.4 Treatment modality

At the start of treatment all the test subjects were given information about their periodontal condition. They were then motivated and instructed on oral hygiene. Supragingival calculus and if possible subgingival concretion were to be removed during the hygiene phase.

Clinical and microbiological data were recorded following initial treatment.

	Handinstrumente Manual instruments		Vector	
	Baseline	6 Monate Months	Baseline	6 Monate Months
	n = 20	n = 19	n = 20	n = 20
Sondierungstiefe (in mm)	5,12 (±0,60)	2,33 (±0,32)*	5,20 (±0,70)	2,40 (±0,57)*
Attachmentlevel (in mm)	5,62 (±0,79)	3,05 (±0,96)*	5,54 (±0,40)	3,15 (±0,53)*
Sondierungsblutung (in %)	79,27 (±14)	21,4 (±17)*	82,32 (±19)	22,7 (±16)*
* Signifikanter Unterschied zum Ausgangswert ($p < 0,001$). Keine Unterschiede zwischen den beiden Therapiegruppen. Significant difference to the baseline ($p < 0,001$). No difference between the two treatment groups.				

Tabelle 1 Klinische Daten für die zwei Behandlungsgruppen manuelle Therapie und Vectoranwendung vor und nach der Therapie.
Table 1 Clinical data for the two treatment groups manual treatment and the Vector before and after treatment.

Die subgingivale Depuration und die Wurzelglättung zur Zerstörung des subgingivalen Biofilms wurden in Lokalanästhesie in allen 4 Quadranten innerhalb einer Sitzung durchgeführt. Die Kontrollgruppe bestand aus 20 Patienten, die mit Handinstrumenten (H) kürettiert wurden (Gracey-Küretten, Fa. Hu Friedy, Leimen). In der Testgruppe fand bei 20 Patienten die Ultraschallinstrumentierung mit dem Vector (V) (Fa. Dürr, Bietigheim-Bissingen) unter Zusatz des Polish-Fluid statt.

Nach abgeschlossener Behandlung wurde ein Wundverband (VocoPac, Fa. Voco, Cuxhaven) für bis zu 5 Tagen appliziert. Entsprechend dem mikrobiologischen Untersuchungsergebnis der Ausgangsuntersuchung erfolgte bei rein anaerober Infektion die Gabe von 1000 mg (2 x 500 mg) Metronidazol für 8 Tage. Lag zusätzlich eine Infektion mit *A.a.* vor, wurde eine Kombination aus Metronidazol (3 x 400 mg) und Amoxicillin (3 x 500 mg) adjuvant eingesetzt. Die Patienten wurden in ein umfassendes Recall-Programm aufgenommen. Die Plaquekontrolle geschah 4, 12 und 24 Wochen nach Therapie. Ein Patient aus der Handinstrumenten-Gruppe erschien nicht zur Nachuntersuchung.

2.5 Statistik

Die Bearbeitung der statistischen Daten erfolgte mit dem Programm SPSS 12.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) für Windows. Die Auswertung der klinischen Ergebnisse (metrisch erfassbar) erfolgte innerhalb der Kontroll- und Testgruppe zu verschiedenen Zeitpunkten und für unterschiedliche Sondierungstiefenkategorien mit dem Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben. Der Vergleich zwischen beiden Gruppen erfolgte mit dem Mann-Whitney-Test für unabhängige Stichproben. Zur simultanen Prüfung mehrerer Hypothesen wurde die α -Adjustierung nach Holm angewandt.

Bei der Auswertung der mikrobiologischen Werte handelte es sich um keine metrisch fassbaren Daten, sondern um Rangdaten. Die Bestimmung erfolgte in vier Stufen (10^3 , 10^4 , 10^5 und 10^6 für *A.a.* bzw. 10^4 , 10^5 , 10^6 und 10^7 für *P.g.*, *P.i.*, *T.f.* und *T.d.*). Um Mittelwerte darstellen zu können, wurden die Rangdaten transformiert. Für die erste nachweisbare Grenze wurde die Stufe 1 gewählt, für die weiteren Stufen 2, 3 und 4. Lag diese Konzentration bei 10^4 (bei *A.a.* 10^3), so wurde diese Stufe mit 1 bestimmt und die übrigen Werte analog ihren Stufen zugeordnet. Es wurden die Mittelwerte der einzelnen Stufen pro Entnahmezeitpunkt berechnet und anschließend kam der t-Test für abhängige Stichproben zur Anwendung.

Das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ festgelegt.

Subgingival depuration and root planing for disrupting the subgingival biofilm were performed in all 4 quadrants under local anesthesia at one appointment. The control group comprised 20 patients, who were given curettage treatment using manual instruments (M) [Gracey curettes, Hu Friedy, Leimen, Germany). In the test group treatment was carried out on 20 patients with the Vector (V) ultrasonic instrument (Dürr, Bietigheim-Bissingen) using polishing fluid.

After completion of treatment, a periodontal dressing (VocoPac, Voco, Cuxhaven, Germany) was applied for up to 5 days. Depending on the result of the microbiological investigation at the initial examination, 1000 mg (2 x 500 mg) metronidazole was administered for 8 days if a purely anaerobic infection was present. If there was also *A.a.* infection, a combination of metronidazole (3 x 400 mg) and amoxicillin (3 x 500 mg) was used as an adjuvant. There was a comprehensive recall program for the patients. Plaque control was carried out 4, 12 and 24 after treatment. One patient from the manual instrument group did not attend the follow-up examination.

2.5 Statistics

The statistical data was analyzed using the SPSS 12.0 program (SPSS, Chicago, IL, USA) for Windows. Clinical results (metrically recordable) were evaluated at various times and for different pocket probing depth categories using the Wilcoxon test for related samples within the control group and the test group. The two groups were compared using the Mann-Whitney test for non-related samples. Holm α -adjustment was applied for simultaneous testing of several hypotheses.

Rank data was used in place of metrically recordable data for analyzing microbiological data. Four levels (10^3 , 10^4 , 10^5 and 10^6 for *A.a.* and 10^4 , 10^5 , 10^6 and 10^7 for *P.g.*, *P.i.*, *T.f.* and *T.d.*) were determined. The rank data was transformed to obtain the mean. Level 1 was selected as the initial detection limit and 2, 3 and 4 for the other levels. If this concentration level was 10^4 (with *A.a.* 10^3), it was identified as 1 and the other concentrations allocated according to their levels. The means of the individual stages were calculated at each sampling and then the t-test for related samples was used.

The significance level was set at $p < 0.05$.

	Handinstrumente Manual instruments		Vector	
	Baseline	6 Monate Months	Baseline	6 Monate Months
	n = 20	n = 19	n = 20	n = 20
< 4 mm (in %)	59,55 (±15)	93,4 (±5)*	60,37 (±10)	88,98 (±8)*
4 – 6 mm (in %)	34,74 (±14)	5,78 (±5)*	32,97 (±12)	9,73 (±7)*
> 6 mm (in %)	5,71 (±4)	0,29 (±0)*	6,65 (±6)	1,29 (±1)*

* Signifikanter Unterschied zum Ausgangswert ($p < 0,001$). Keine Unterschiede zwischen den beiden Therapiegruppen.
Significant difference to the baseline ($p < 0.001$). No difference between the two treatment groups.

Tabelle 2 Prozentualer Anteil flacher, mittlerer und tiefer Sondierungstiefen vor und nach der Therapie
Table 2 Percentage of shallow, medium and deep pocket probing depth before and after treatment.

3 Ergebnisse

3.1 Klinische Daten

Durch die nicht-chirurgische Therapie mit adjuvanter Antibiose konnte bei Patienten mit schwerer chronischer Parodontitis die mittlere Sondierungstiefe von 5,12 (±0,64) mm signifikant auf 2,34 (±0,47) mm reduziert werden ($p < 0,001$). Dabei konnte kein Unterschied zwischen der konventionellen Therapie mit Handinstrumenten und der Anwendung des Ultraschallgerätes Vector festgestellt werden. Bei vergleichbaren Ausgangswerten (Tabelle 1) verringerten sich die mittleren Sondierungstiefen in beiden Therapiegruppen signifikant ($p < 0,001$). Die Sondierungsblutung ließ sich in der Kontrollgruppe (H) von 79,27 (±14) % auf 21,1 (±17) % senken. In der Testgruppe (V) wurde bei der ersten klinischen Untersuchung an 82,32 (±19) % der sondierten Stellen eine Blutung eruiert, 6 Monate nach der Behandlung konnte diese nur noch an 22,72 (±16) % der Stellen festgestellt werden. Der klinische Attachmentlevel reduzierte sich sowohl in der Kontrollgruppe (H) als auch in der Testgruppe (V) ebenfalls signifikant ($p < 0,01$). Unterschiede zwischen beiden Gruppen konnten dabei nicht ermittelt werden.

Der Anteil der flachen Taschen (< 4 mm) stieg in beiden Therapiegruppen von ca. 60% vor der Therapie auf ca. 90% nach der Behandlung an (Tabelle 2). Die Häufigkeit der moderaten (4 – 6 mm) und tiefen (> 6 mm) Taschen wurde durch die Instrumentierung mit Handinstrumenten (Kontrolle) sowie durch die Anwendung des Vector-Systems signifikant reduziert ($p < 0,01$).

3.2 Mikrobiologische Daten

Von 35 Patienten kamen die subgingivalen Plaqueproben zur Auswertung. Die mikrobiologische Analyse der gepoolten Proben ergab bei der Ausgangsuntersuchung, dass 37% der Proben *A.a.*, 83% *P.g.*, 51% *P.i.*, 91% *T.f.* und 89% *T.d.* aufwiesen. Bei der Suppression der untersuchten parodontalpathogenen Mikroorganismen gab es deutliche Unterschiede zwischen der Kontroll- und der Testgruppe. Die Reduktion von *A.a.* betrug 4 Wochen nach der Therapie in der Kontrollgruppe 100% und in der Testgruppe 53% (*P.g.* 86% bzw. 20%; *P.i.* 100% bzw. 56%, *T.f.* 88% bzw. 37%; *T.d.* 62% bzw. 18%). Diese Unterschiede waren statistisch signifikant ($p < 0,05$). In beiden Therapiegruppen kam es im Beobachtungszeitraum zu einer Rekolonisation der untersuchten Bakterien, die Ausgangswerte wurden jedoch in keiner der beiden Gruppen wieder erreicht. 24 Wochen nach der Be-

3 Results

3.1 Clinical data

Non-surgical treatment with adjuvant antibiotics significantly reduced the average pocket probing depth of 5.12 (±0.64) mm to 2.34 (±0.47) mm ($p < 0.001$) in patients with severe chronic periodontitis. No difference was therefore established between conventional treatment with manual instruments and the use of the Vector ultrasonic instrument. With comparable initial values (Table 1) the mean probing depths in both treatment groups were significantly reduced ($p < 0.001$). Bleeding on probing was reduced in the control group (M) from 79.27 (±14)% to 21.1 (±17)%. In the test group (V) bleeding was detected at 82.32 (±19)% of the probed sites at the initial clinical examination; 6 months after treatment bleeding was only detected at 22.72 (±16)% of the sites. The clinical attachment level was also reduced significantly ($p < 0.01$) both in the control group (M) and in the test group (V). No differences were therefore determined between the two groups.

The proportion of shallow pockets (< 4 mm) increased in both treatment groups from approx. 60% before treatment to approx. 90% after treatment (Table 2). The frequency of moderate (4 – 6 mm) and deep (> 6 mm) pockets was significantly reduced ($p < 0.01$) by manual instrumentation (control) as well as by using the Vector system.

3.2 Microbiological data

Subgingival plaque samples of 35 patients were analyzed. Microbiological analysis of the pooled samples at the initial examination indicated that 37% of the samples exhibited *A.a.*, 83% *P.g.*, 51% *P.i.*, 91% *T.f.* and 89% *T.d.* In the suppression of the periodontopathogenic microorganisms investigated there were clear differences between the control group and the test group. There was a 100% reduction of *A.a.* 4 weeks after treatment in the control group and a 53% reduction in the test group (*P.g.* 86% and 20%; *P.i.* 100% and 56%, *T.f.* 88% and 37%; *T.d.* 62% and 18%). These differences were statistically significant ($p < 0.05$). There was recolonization of the investigated bacteria in both treatment groups in the observation period, though there was no increase to baseline levels in either of the two groups. 24 weeks after treatment there were no significant differences

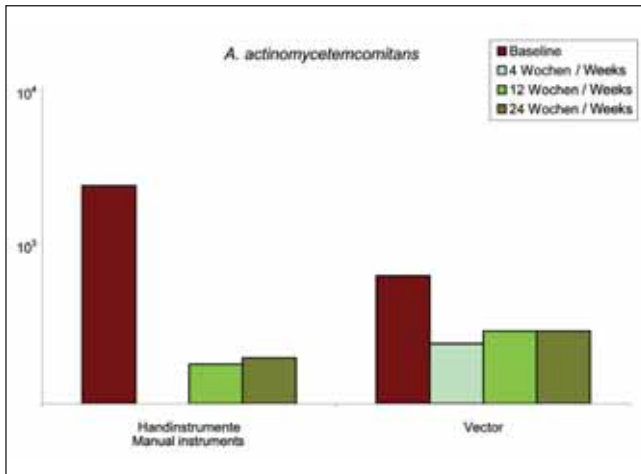


Diagramm 1 Anzahl von Actinobacillus actinomycetemcomitans zur Ausgangsuntersuchung und im weiteren Untersuchungszeitraum. Durch beide Therapiemethoden konnte der Keim signifikant supprimiert werden ($p < 0,05$). In der Handinstrumenten-Gruppe wurden 4 Wochen nach der Behandlung keine Mikroorganismen nachgewiesen. In beiden Therapiegruppen kam es im Zeitverlauf zur Rekolonisation der untersuchten Stellen, ohne dass die Baselinewerte wieder erreicht wurden. 24 Wochen nach Therapie bestanden zwischen konventioneller Methode und Vectoranwendung scheinbar keine Unterschiede.

Diagram 1 Actinobacillus actinomycetemcomitans count at the initial examination and in the subsequent investigation period. Both treatment methods suppressed bacteria significantly ($p < 0.05$). No microorganisms were detected 4 weeks after treatment in the manual instrument group. There was recolonization of the investigated sites in both treatment groups over time, but not to baseline levels. There was no apparent difference between the conventional technique and the Vector 24 weeks after treatment.

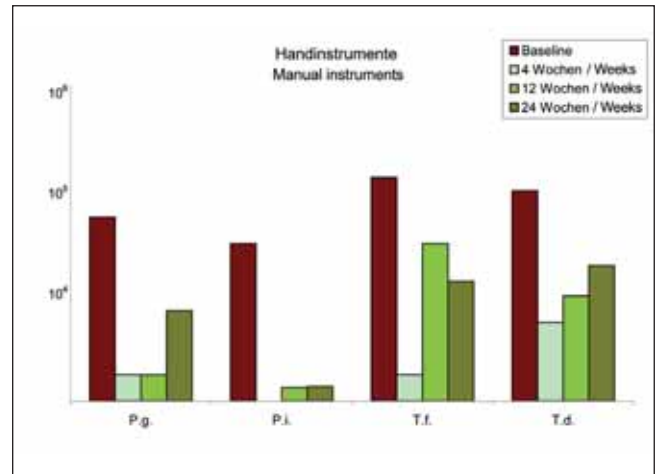


Diagramm 2 Anzahl von P. gingivalis, P. intermedia, T. forsythensis und T. denticola zur Ausgangsuntersuchung und nach der Therapie mit Handinstrumenten. Die Anzahl der nachgewiesenen Mikroorganismen war zu jedem Untersuchungszeitpunkt im Vergleich zur Ausgangsuntersuchung signifikant reduziert ($p < 0,05$). Im Untersuchungszeitraum kam es zur Rekolonisation der untersuchten parodontopathogenen Keime. Die Ausgangswerte wurden nicht erreicht.

Diagram 2 P. gingivalis, P. intermedia, T. forsythensis and T. denticola count at the initial examination and after treatment with manual instruments. The number of microorganisms detected was significantly reduced ($p < 0.05$) at each examination in comparison with the initial examination. There was recolonization of the investigated periodontopathogenic keime. The Ausgangswerte wurden nicht erreicht.

handlung lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Therapiegruppen vor. Die Ergebnisse der Ausgangsuntersuchung sowie 4, 12 und 24 Wochen nach Behandlung sind graphisch dargestellt (Diagramme 1–3).

4 Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass bei der Behandlung von Patienten mit schwerer chronischer Parodontitis die manuelle Instrumentierung (Küretten) aber auch die Ultraschallanwendung mit dem Vectorgerät erfolgreiche Therapiemethoden darstellen. Sowohl die Sondierungsblutung als auch die Sondierungstiefen und der Attachmentlevel ließen sich durch beide Therapievarianten signifikant reduzieren. Es erhöhte sich der Anteil der flachen Taschen (< 4 mm), während sich die moderaten und tiefen Taschen ($4 - 6$ mm und > 6 mm) verringerten, dabei bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Testgruppe. Die mikrobiologischen Ergebnisse zeigen für die Hand- und Ultraschallinstrumentierung eine deutliche Reduktion der untersuchten Mikroorganismen im Untersuchungszeitraum. Die Supprimierung war durch Handinstrumente zunächst erfolgreicher. In beiden Therapiegruppen kam es im Beobachtungszeitraum zu einer Rekolonisation, ohne dass die Ausgangswerte erreicht wurden.

Badersten et al. [2] untersuchten den Effekt der supra- und subgingivalen Instrumentierung bei Patienten mit fortgeschrittener Parodontitis. Nach dem Einsatz von Hand- und Ultraschallinstrumenten wurden ähnliche Ergebnisse festgestellt. Dies stimmt mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen überein, in denen jeweils beobachtet wurde, dass die Wurzeloberflächenbearbeitung mit Hand- und Ultraschallinstrumenten zu vergleichbaren Resultaten führt [1, 16, 29]. Die

between the treatment groups. The results of the initial examination and at 4, 12 and 24 weeks after treatment are illustrated by graphs (Diagrams 1–3).

4 Discussion

The results of this study demonstrate that both manual instrumentation (curettes) and ultrasonics, i.e. using the Vector instrument, are successful treatment modalities for patients with severe chronic periodontitis. Bleeding on probing as well as pocket probing depth and attachment level were significantly reduced with both types of treatment. There was an increase in the proportion of shallow pockets (< 4 mm), whereas the number of moderate and deep pockets ($4 - 6$ mm and > 6 mm) was reduced with no significant differences between the control group and the test group. The microbiological results for manual and ultrasonic instrumentation indicate a clear reduction in the microorganisms investigated during the test period. Suppression using manual instrumentation was more successful in the initial stages. There was recolonization in both treatment groups during the observation period, but not to baseline levels.

Badersten et al. [2] studied the effect of supragingival and subgingival instrumentation in patients with advanced periodontitis. Similar outcomes were attained following the use of manual and ultrasonic instruments. This concurs with the outcomes of other studies, in which it was also observed that root planing with manual and ultrasonic instruments produced comparable results [1, 16, 29]. Manual instrumentation was more effective for root planing but required more experience and time as well as greater effort.

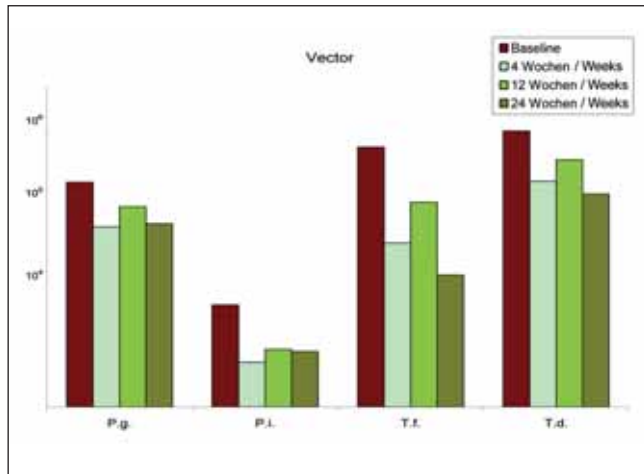


Diagramm 3 Anzahl von *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *T. forsythensis* und *T. denticola* zur Ausgangsuntersuchung und nach der Therapie mit dem Vectorsystem. Während des Untersuchungszeitraumes konnten signifikant weniger Mikroorganismen als zur Ausgangsuntersuchung nachgewiesen werden ($p < 0,05$).

Diagram 3 *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *T. forsythensis* and *T. denticola* count at the initial examination and after treatment with the Vector system. Significantly fewer microorganisms were detected during the investigation period than at the initial examination ($p < 0.05$).

manuelle Instrumentierung war dabei effektiver, dafür bedarf sie mehr Erfahrung und Zeit sowie größeren Aufwandes. Durch neue Ansätze für die Ultraschallgeräte wurde diese Diskrepanz überbrückt [11, 17, 27]. In der vorliegenden Untersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede bei der Untersuchung der klinischen Werte Blutung nach Sondierung, Sondierungstiefe und Attachmentlevel zwischen der Handinstrumentierung und der Anwendung des Ultraschallgerätes Vector gefunden werden. Mikrobiologische Untersuchungen lagen bisher nicht vor.

Die Effektivität des Vectorinstrumentes wurde kürzlich experimentell belegt [6]. Dabei wurde festgestellt, dass die Wirkung von dem gewählten Arbeitsende und der genutzten Polierflüssigkeit abhängt. Untersuchungen von Sculean et al. [24] und Miliauskaitė et al. [20] bestätigten klinisch die Effektivität des Vectorgerätes für ein- und mehrwurzlige Zähne. Dabei konnten durch Handinstrumente und durch das Vectorgerät die Sondierungstiefe und der Attachmentlevel signifikant reduziert werden. Zwischen den beiden Therapiegruppen gab es keine signifikanten Unterschiede.

Bei der Parodontaltherapie besteht das Ziel einer Eliminierung bzw. Verringerung der Pathogene, so dass es zur Etablierung einer mit der parodontalen Gesundheit kompatiblen mikrobiellen Flora kommt [9]. Eine vollständige Elimination kann jedoch weder durch Hand- noch mit Ultraschallinstrumenten erzielt werden [3, 5, 11], wie auch vorliegende Studie bestätigt. Durch die Reduzierung der Bakterienmenge gelingt es, die klinischen Zeichen der Infektion, wie Blutung und Sondierungstiefe, zu supprimieren [2, 22, 26, 31]. Durch die Reduktion der Quantität der Plaque auf ein bioakzeptables Niveau („kritische Masse“), wird ein Gleichgewicht zwischen verbliebenen Bakterien und Wirtsabwehr erzielt [32].

In einer Untersuchung [10] von 50 Patienten mit chronischer Parodontitis wurden subgingivale Plaqueproben vor und nach nicht-chirurgischer Parodontalbehandlung entnommen. Neben der signifikanten Reduktion der Sondierungstiefe konnte auch die Anzahl der untersuchten Pathogene (*A.a.*, *P.g.* und *P.i.*) um 86 – 99% reduziert werden. Eine vollständige Elimination wurde ebenfalls nicht festgestellt. Auch an posttherapeutisch klinisch gesunden Stellen waren die untersuchten Spezies nachweisbar. Berichte von anderen Autoren [28] werden somit durch diese Untersuchung bestätigt.

Der Nachweis von parodontalpathogenen Mikroorganismen nach der Therapie impliziert nicht das Vorliegen eines pathologischen Krankheitszustandes. Untersuchungen von Haffajee und Socransky [14] weisen aber darauf hin, dass etwa

This discrepancy has been overcome with new inserts for ultrasonic instruments [11, 17, 27]. In this study no significant differences were found between manual instrumentation and the use of the Vector ultrasonic instrument during investigation of the clinical parameters, bleeding on probing, probing depth and attachment level. There has been no microbiological investigation until now.

The efficacy of the Vector instrument has been confirmed in recent tests [6]. It was established that the performance depended on the work tip and the polishing fluid selected. Studies by Sculean et al. [24] and Miliauskaitė et al. [20] confirmed the clinical efficacy of the Vector instrument for single and multirrooted teeth. The probing depth and attachment level were significantly reduced by manual instruments and by the Vector instrument in these clinical trials. There were no significant differences between the two treatment groups.

The aim of periodontal treatment is the elimination or reduction of pathogens so that microbial flora compatible with periodontal health can become established [9]. Complete elimination cannot be attained, however, with either manual or ultrasonic instruments [3, 5, 11], as this study confirms. Reduction of the bacteria count suppresses the clinical signs of the infection, such as bleeding and pocket probing depth [2, 22, 26, 31]. Reduction of the amount of plaque to a biologically acceptable level (critical mass) produces a balance between the remaining bacteria and the host defense system [32].

In a study [10] of 50 patients with chronic periodontitis, subgingival plaque samples were taken before and after non-surgical periodontal treatment. As well as a significant reduction in the pocket probing depth, the number of investigated pathogens (*A.a.*, *P.g.* and *P.i.*) was reduced by 86 – 99%, but there was still not complete elimination. The investigated species were also detected at clinically healthy sites after treatment. This study therefore confirms reports by other authors [28].

Evidence of periodontal pathogenic microorganisms after treatment does not imply the existence of a pathological disease. Tests by Haffajee and Socransky [14] indicate, however, that about 6×10^5 *P. gingivalis* cells pose a risk for future attachment loss. The combination of mechanical biofilm disruption and adjuvant administration of antibiotics can improve the clinical outcomes and increase suppression of the periodontal pathogenic flora [7]. A significant reduction in the investigated microorganisms was found in both

6×10^5 Zellen von *P.gingivalis* ein Risiko für zukünftigen Attachmentverlust darstellen. Die Kombination der mechanischen Biofilmzerstörung mit adjuvanter Antibiotikagabe kann zu einer Verbesserung der klinischen Ergebnisse und zu einer stärkeren Suppression der parodontalpathogenen Flora führen [7]. In der vorgestellten Studie konnte bei beiden Therapiegruppen eine signifikante Reduktion der untersuchten Mikroorganismen festgestellt werden. Die Handinstrumentierung erzielte dabei 4 Wochen nach durchgeführter Behandlung die besseren Ergebnisse. Als Gründe könnten der exzessive Hartgewebsabtrag durch Handinstrumente und die Manipulation des Granulationsgewebes diskutiert werden.

Aus den Daten der vorliegenden Untersuchung lässt sich schlussfolgern, dass bei der Therapie der Parodontitis die klinischen Ergebnisse des Ultraschallgerätes Vector mit den Ergebnissen der Handinstrumentierung vergleichbar sind sowie beide Methoden zur Verringerung der bakteriellen Belastung führen.

Literatur

- Badersten A, Nilveus R, Egelberg J: Effect of nonsurgical periodontal therapy. I. Moderately advanced periodontitis. *J Clin Periodontol* 8, 57-72 (1981)
- Badersten A, Nilveus R, Egelberg J: Effect of nonsurgical periodontal therapy. II. Severely advanced periodontitis. *J Clin Periodontol* 11, 63-76 (1984)
- Baehni P, Thilo B, Chapuis B, Pernet D: Effects of ultrasonic and sonic scalers on dental plaque microflora in vitro and in vivo. *J Clin Periodontol* 19, 455-459 (1992)
- Beikler T, Prior K, Ehmke B, Flemmig TF: Specific antibiotics in the treatment of periodontitis—a proposed strategy. *J Periodontol* 75, 169-175 (2004)
- Bollen C, Quirynen M: Microbiological response to mechanical treatment in combination with adjunctive therapy. A review of the literature. *J Periodontol* 67, 1143-1158 (1996)
- Braun A, Krause F, Frentzen M, Jepsen S: Efficiency of subgingival calculus removal with the Vector™-system compared to ultrasonic scaling and hand instrumentation in vitro. *J Periodontol Res* 40, 48-52 (2005)
- Carvalho LH, D'Avila GB, Leao A, Goncalves C, Haffajee AD, Socransky SS, Ferrer M: Scaling and root planing, systemic metronidazole and professional plaque removal in the treatment of chronic periodontitis in a Brazilian population II—microbiological results. *J Clin Periodontol* 32, 406-411 (2005)
- Cobb CM: Modern methods for the mechanical control of subgingival plaque. In Newman, Wilson (Hrsg): *Dental plaque revisited—Oral biofilms in health and disease*. BioLine, 1999
- Cobb CM: Clinical significance of non-surgical periodontal therapy: an evidence-based perspective of scaling and root planing. *J Clin Periodontol* 29 Suppl 2, 22-32 (2002)
- Doungudomdacha S, Rawlinson A, Walsh T, Douglas C: Effect of non-surgical periodontal treatment on clinical parameters and the numbers of *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* and *Actinobacillus actinomycetemcomitans* at adult periodontitis sites. *J Clin Periodontol* 28, 437-445 (2001)
- Dragoo M: A clinical evaluation of hand and ultrasonic instruments on subgingival debridement. Part I. With unmodified and modified ultrasonic inserts. *Int J Periodontics Restorative Dentistry* 12, 311-323 (1992)
- Genco RJ: Current view of risk factors for periodontal diseases. *J Periodontol* 67, 1041-1049 (1996)
- Greenstein G: The role of metronidazole in the treatment of periodontal diseases. *J Periodontol* 64, 1-15 (1993)
- Haffajee AD, Socransky SS: Microbial etiological agents of destructive periodontal diseases. *Periodontol* 2000 5, 78-111 (1994)
- Klinger G, Klinger M, Pertsch J, Güntsch A, Bömer D: Parodontaltherapie mit Hilfe des Ultraschallgerätes Vector. (Periodontal treatment with the ultrasonic instrument Vector). *Quintessenz* 51, 813-820 (2000)
- Kocher T, Rühling A, Momsen H, Plagmann HC: Effectiveness of subgingival instrumentation with power-driven instruments in the hand of experienced and inexperienced operators. A study in manikins. *J Clin Periodontol* 24, 498-504 (1997)
- Kocher T, Gutsche C, Plagmann HC: Instrumentation of furcation with modified sonic scaler inserts: study on manikins, part I. *J Clin Periodontol* 25, 388-393 (1998)
- Loos B, Kiger R, Egelberg J: An evaluation of basic periodontal therapy using sonic and ultrasonic scalers. *J Clin Periodontol* 14, 29-33 (1987)
- Magnusson I, Low SB, McArthur WP, Marks RG, Walker CB, Maruniak J, Taylor M, Padgett P, Jung J, Clark WB: Treatment of subjects with refractory periodontal disease. *J Clin Periodontol* 21, 628-637 (1994)
- Milauskaite A, Berakdar M, Junker R, Kasaj A, Willershausen B, Sculean A: Nicht-chirurgische Parodontalbehandlung: Subgingivales Debridement mit Handinstrumenten versus Vector. Eine prospektive, kontrollierte Studie an mehrwurzligen Zähnen. *Dtsch Zahnärztl Z* 60, 187-192 (2005)
- Mombelli A, Gmur R, Gobbi C, Lang N: *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in adult periodontitis. II. Characterization of isolated strains and effect of mechanical periodontal treatment. *J Periodontol* 65, 827-834 (1994)
- Nyman S, Sarhed G, Ericsson I, Gottlow J, Karring T: Role of "diseased" root cementum in healing following treatment of periodontal disease. An experimental study in the dog. *J Periodontol Res* 21, 496-503 (1986)
- Page R: Milestones in periodontal research and the remaining critical issues. *J Periodontol Res* 34, 331-339 (1999)
- Sculean A, Schwarz F, Berakdar M, Romanos GE, Brex M, Willershausen B, Becker J: Non-surgical periodontal treatment with a new ultrasonic device (Vector-ultrasonic system) or hand instruments. *J Clin Periodontol* 31, 428-433 (2004)
- Slots J: Subgingival microflora and periodontal disease. *J Clin Periodontol* 6, 351-382 (1979)
- Smart GJ, Wilson M, Davies EH, Kieser JB: The assessment of ultrasonic root surface debridement by determination of residual endotoxin levels. *J Clin Periodontol* 17, 174-178 (1990)
- Takacs VJ, Lie T, Perala DG, Adams DF: Efficacy of 5 machining instruments in scaling of molar furcations. *J Periodontol* 64, 228-236 (1993)
- Teanpaisan R, Douglas C, Eley A, Walsh T: Clonality of *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* and *Prevotella nigrescens* isolated from periodontally diseased and healthy sites. *J Periodontol Res* 31, 423-432 (1996)
- Torfason T, Kiger R, Selvig KA, Egelberg J: Clinical improvement of gingival conditions following ultrasonic versus hand instrumentation of periodontal pockets. *J Clin Periodontol* 6, 165-176 (1979)
- van Winkelhoff AJ, Tjihof CJ, de Graaff J: Microbiological and clinical results of metronidazole plus amoxicillin therapy in *Actinobacillus actinomycetemcomitans*-associated periodontitis. *J Periodontol* 63, 52-57 (1992)
- Waerhaug J: Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. II: As observed on extracted teeth. *J Periodontol* 49, 119-134 (1978)
- VWP: Proceedings of the World Workshop in Clinical Periodontics 1989. In Nevins M, Becker W, Kornman K (Hrsg): *American Academy of Periodontology*, New Jersey 1989, 1-23

Korrespondenzadresse:

Dr. Arndt Güntsch
 Poliklinik für Konservierende ZHK
 Funktionsbereich Parodontologie
 ZZMK des Universitätsklinikum Jena
 Friedrich-Schiller-Universität Jena
 An der alten Post 4
 07743 Jena
 E-Mail: Arndt.Guentsch@med.uni-jena.de