

Master Thesis

Die bakterizide Wirkung eines Nd:YAG - Lasers bezogen auf die Reduktion des Leitkeimes Tannerella forsythensis in der parodontalen Tasche.

Dr. med. dent. Michael Svoboda

RWTH Aachen

In Zusammenarbeit mit

AACHEN GLOBAL ACADEMY GMBH

Master of Science in Lasers in Dentistry (M.Sc.)
Jahrgang 2004-2006

Die bakterizide Wirkung eines Nd:YAG - Lasers bezogen auf
die Reduktion des Leitkeimes *Tannerella forsythensis* in der
parodontalen Tasche.

Verfasser :

Dr. med. dent. Michael Svoboda

Betreuer:

Prof. Dr. med. dent. Norbert Gutknecht

Erklärungen

Eigenständigkeitserklärung:

Ich habe die vorliegende Abschlussarbeit im Rahmen des Studienganges „Master of Science in Lasers in Dentistry“ 2004 – 2006 selbständig verfasst, keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und keine anderen als die in der Danksagung angegebenen Hilfen erhalten.

Duisburg, den 28.08.2006

Dr. med. dent. Michael Svoboda

Genehmigungsvermerke

Die vorliegende Arbeit ,

„Die bakterizide Wirkung eines Nd:YAG - Lasers bezogen auf die Reduktion des
Leitkeimes *Tannerella forsythensis* in der parodontalen Tasche“

entstand in der Zahnarztpraxis Dr. Michael Svoboda in Duisburg.

Mit der Einreichung dieser Arbeit als Masterthesis bin ich einverstanden.

Duisburg, den 28.08.2006

Dr. med. dent. Michael Svoboda

Inhaltsverzeichnis

1. -Einleitung und Fragestellung	Seite 6
2. -Material und Methode	Seite 14
3. –statistisches Vorgehen	Seite 16
4. Ergebnisse und Gesamtauswertung	Seite 19
5. –Diskussion	Seite 23
1. Antimikrobielle Wirkung der Laserbehandlung	
2. Klinische Wirkungen auf Plaque und Taschen	
3. Dauer der Wirkung	
4. Schlussfolgerungen	
6. –Zusammenfassung	Seite 27
7. –Literaturverzeichnis	Seite 28
8. -Anhang (Ergebnisse in Tabellen)	Seite 31
9. –Danksagung	Seite 51
10.–Lebenslauf	Seite 52

Einleitung und Fragestellung

Die Parodontitis ist eine der häufigsten Erkrankungen im Mund - Rachenraum, chronische Formen gehören zu den täglichen Problemen in einer Zahnarztpraxis.

Die Frage nach den Ursachen der Parodontitis ist immer noch nicht vollständig geklärt aber es gilt als sicher, dass die mikrobielle Besiedlung der parodontalen Taschen als einer der wichtigsten Auslöser anzusehen ist..

Es ist heute allgemein anerkannt, dass es sich bei der Parodontitis um eine multifaktorielle Infektionskrankheit handelt (Wolf et al 2004).

Bakterien, Viren und Hefen haben im Bereich der menschlichen Mundhöhle generell große Bedeutung. Wir unterscheiden neben einer relativ konstanten Standortflora auch nur vorübergehend vorkommende Keime (transiente Flora) (Kramer et al 1993). Die orale Mikroflora haftet sowohl an der Mucosa, der eigenen Zahnhartsubstanz, als auch an den Oberflächen von Zahnersatz an. Bei pathologischen Prozessen wie z.B. Karies, Parodontitis oder Stomatitis ändert sich sowohl die quantitative als auch die qualitative Zusammensetzung der Mundflora (Svoboda, 1995).

Seit etwa einem Jahrhundert werden bakterielle Ursachen für die Entstehung der Parodontitis gesucht. Erst seit den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts werden in zunehmendem Maße spezifische Bakterien als Verursacher der Erkrankung erkannt. Aus sub - und supragingivalen Proben wurden über 500 Bakterienarten und Unterarten isoliert (Wolf et al. 2004).

Im Zusammenhang mit der Parodontitis sind etwa 12 Keime, sogenannte Markerkeime assoziiert, die wichtigsten sind Porphyromonas gingivalis, Actinobacillus actinomycetemcomitans und Tannerella forsythensis (ehemals Bacteroides forsythus). Wir haben uns in dieser Studie auf Tannerella forsythensis konzentriert.

In den letzten Jahren wurde die mikrobiologische Diagnostik pathogener Keime durch die Einführung von DNA-Nachweisen (DNA – Amplifikation) wesentlich verbessert und erweitert.

Eine signifikante Reduzierung parodontopathogener Keime ist eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg vieler Eingriffe und Behandlungen. Außerdem können über einen längeren Zeitraum bestehende, unbehandelte Parodontopathien zu schweren Destruktionen im parodontalen Gewebe bis hin zum Verlust der betroffenen Zähne führen.

Neben der klassischen Behandlung mit desinfizierenden Mitteln oder Antibiotika wurden seit etwa 10 Jahren Dentallaser verschiedener Wellenlängen erfolgreich zur antimikrobiellen Therapie im Rahmen der Parodontitistherapie eingesetzt. Es fehlen aber noch ergänzende Langzeitstudien der Lasereffektivität auf bestimmte kritische Erreger wie Tannerella forsythensis.

Wir haben in dieser Studie 10 Patienten mit Parodontopathien mit dem Nd:YAG - Laser behandelt und die Ergebnisse über 5 Wochen mikrobiologisch überprüft.

Der Nd:YAG - Laser (Wellenlänge 1064 nm) produziert Strahlung in einem Einzelkristall von Yttrium-Aluminium-Granat, bedeckt mit elementarem Neodymium (Nd). Da diese Wellenlänge kein sichtbares Licht produziert, wird zur Erkennung und Steuerung des aktiven Strahles dieser mit einem sichtbaren roten Laserstrahl, welcher als Zielstrahl dient, kombiniert. Zur Erzeugung dieses Zielstrahls wird in der Regel ein integrierter Helium – Neon – Laser mit einer Wellenlänge von 633 nm verwendet.

In der Zahnmedizin wird der Nd:YAG - Laser in verschiedenen Ausführungen mit unterschiedlichen Energieleistungen (0 – 15 Watt) eingesetzt.

Für die Parodontitistherapie wurde diese Wellenlänge ebenso erfolgreich benutzt (Gutknecht et al 2005), wie auch zur Sterilisation des Wurzelkanals (Tuner u. Hode, 2004). Trotzdem ist seine Anwendung immer noch umstritten, obwohl ein umfangreiches Schrifttum mit vielen positiven Erfahrungen existiert (Moritz 2006). Wir wollen in dieser Studie die Wirkung des Nd:YAG - Lasers unter den praktischen alltäglichen Arbeitsbedingungen einer Zahnarztpraxis untersuchen.

Die Patientenuntersuchungen wurden in der Praxis Dr. Michael Svoboda in Duisburg durchgeführt.

Die quantitativen Keimnachweise für diese Studie übernahm das Labor LCL Biokey in Aachen.

Parodontopathien und Ihre Mikrobiologie – eine Übersicht

Entzündliche Erkrankungen der Zahnhaltegewebe bezeichnen wir allgemein als Parodontopathien.

Im Gegensatz zur Gingivitis, die jahrelang ohne irreversible Schädigungen zu verursachen bestehen kann, führt die Parodontitis zu schweren Schäden wie zum Abbau des alveolären Knochens, und letztlich zum Verlust von Zähnen (Gutknecht et al. 2005; Wolf et. al. 2004).

In den Anfangsstadien verläuft die Parodontitis weitgehend symptomlos und wird vom Patienten nicht bemerkt. Im fortgeschrittenen Stadium kommt es zu einer ausgeprägten Taschenbildung. Die Ursachen für diese Taschen sind kalzifizierte Ablagerungen und Plaque.

Abhängig von der individuellen Sensibilität ist die Entwicklung der Parodontitis. Sie ist sowohl vom Status der immunologischen Abwehr, als auch von anderen Risikofaktoren abhängig, wobei das Rauchen ein sehr hohes Risiko für den Krankheitsverlauf darstellt (Johnson u. Hill 2004).

Bei der Entstehung der Parodontopathien spielt die Plaque eine entscheidende Rolle, deren Bildung sehr entscheidend von der Zahn – und Mundhygiene abhängt.

Ursächlich sind an der Plaquebildung zahlreiche Mikroorganismen beteiligt, über 400 verschiedene Arten wurden bisher identifiziert. Offenbar sind aber nur wenige davon ursächlich beteiligt, viele sind nur als Kommensalen zu betrachten.

Die Frage, ob der Zahnarzt eine mikrobiologische Diagnostik betreiben soll oder muss, wurde in der Vergangenheit oft diskutiert, (Wiedeman 1997, Flemming u. Karch, 1997).

Aus der Vielzahl der nachgewiesenen Keime haben sich einige als Leitkeime herausgestellt, *Tannerella forsythensis* gehört dazu.

Die früher sehr aufwendigen Laborarbeiten zur mikrobiologischen Diagnostik wurden im letzten Jahrzehnt durch Einführung der DNA - Analysen entscheidend verbessert. Man benötigt dazu nicht mehr lebende Bakterien oder andere Mikroorganismen - was den Transport ins Labor wesentlich vereinfacht. Die Ergebnisse sind auch wesentlich exakter und weniger arbeitsintensiv, erfordern allerdings einen hohen Geräteaufwand und geschultes Personal.

Diese molekularbiologischen Analysen haben hohe Präzision und niedrige Nachweisgrenzen. Sie erfolgen heute ausschließlich in Speziallaboratorien. Damit sind nunmehr, auch unter der täglichen Behandlungsroutine einer Zahnarztpraxis, effektive Kontrollen antibiotischer Maßnahmen möglich. Zu diesen Maßnahmen gehören über Jahrzehnte praktizierte Behandlungen mit Antiseptika und später auch der gezielte Einsatz von Antibiotika.

Seit der Einführung der Lasertherapie vor etwa 10 Jahren haben verschiedene Wellenlängen Eingang in die antimikrobielle Therapie gefunden. Wir untersuchten die Anwendung des Nd:YAG - Lasers auf einen der wichtigen Leitkeime, *Tannerella forsythensis*.

Uns ist dabei bewusst, dass die Betrachtung eines einzelnen Keimes nur bedingt Rückschlüsse auf die metabolisch organisierte Mikrobengemeinschaft im Mund - Rachenraum zulässt.

Wir wollten aber zeigen, dass die Eliminierung eines wichtigen Leitkeimes durchaus zu signifikanten Ergebnissen führen kann, sozusagen als pars pro toto.

Aus eigener Recherche müsste es weiteren Prüfungen und klinischen Langzeitstudien überlassen werden, ob und unter welchen Umständen eine Laserbehandlung zu einer andauernden Reduzierung der Plaque und der Mikroorganismen führt und damit auch zu einer klinischen Routinebehandlung der Parodontitis geeignet ist.

Therapie der Parodontitis

Hauptursache der Parodontitis ist die Bildung und der andauernde Bestand von Plaque, meist verbunden mit Taschenbildung. Die intensive Zahnhygiene durch den Patienten ist unerlässlicher Bestandteil einer Plaquetherapie, reicht aber in den meisten Fällen nicht aus.

Taschen mit größerer Tiefe sollten parodontalchirurgisch korrigiert werden, auch wenn dies oft aus Kostengründen schwierig zu vermitteln ist (vgl. auch Loesche u. Grossmann 2001). Neben der parodontalchirurgischen Korrektur sind in bestimmten Fällen wirksame antimikrobielle Maßnahmen unerlässlich.

Der Nd:YAG - Laser kann bei der Keimreduktion sehr hilfreich sein. Sein Einsatz hat den großen Vorteil, dass auch bei mehrfachem, möglicherweise jahrelangem Einsatz eine Resistenz der mikrobiellen Flora nicht eintreten kann.

Da die meisten Formen der Parodontitis als chronisches Krankheitsbild anzusehen sind, dürfte es in der Praxis bei den meisten Patienten notwendig sein, eine kombinierte Behandlung über einen längeren Zeitraum durchzuführen (Mombelli u. Samaranayake 2004).

Die mechanische Zerstörung der Bakterienstrukturen ist besonders wichtig, der Laser ist dafür ein sehr gut geeignetes Instrument.

Da der Nd:YAG – Laser ein sehr hohes Absorptionsspektrum im Melanin und Hämoglobin aufweist und die meisten parodontopathogenen Keime eine pigmentierte Zellmembran besitzen ist davon auszugehen, dass der Einsatz dieser Wellenlänge in der parodontalen Tasche sehr sinnvoll ist.

Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist, dass die Compliance der Patienten im Zusammenhang mit der Laseranwendung sehr hoch ist, die Behandlung ist schmerzarm, was ebenfalls zum Behandlungserfolg beiträgt.

In einer Doppelblindstudie konnten Neill und Mellonig (1997) zeigen, dass eine kombinierte Behandlung von mechanischer Reinigung und Anwendung des Nd:YAG - Lasers zu einer signifikanten Reduzierung der bakteriellen Mikroflora führt.

Parodontale Taschen sind allein durch eine Eliminierung der bakteriellen Flora nicht dauerhaft zu behandeln, hier bedarf es einer kombinierten Behandlung von Lasereinsatz und gründlicher Kürettage mit Hand- und/oder Ultraschallinstrumentarium.

Die Auswertung der bisherigen Erfahrungen zeigt, dass die Anwendung des Nd:YAG – Lasers bei der Parodontalbehandlung beachtenswerte Vorteile mit sich bringt: Dazu gehören schmerzarmes, leises Arbeiten und antimikrobielle Effekte. Alle Bereiche der Wurzeloberfläche lassen sich mit ausreichender Energie erreichen und temperaturbedingte Nebenwirkungen können durch eine korrekte Handhabung des Lasers weitgehend ausgeschlossen werden (Moritz, 2006).

Material und Methode

10 Patienten mit chronischer Parodontitis – Taschen tiefer als 4 mm – und einem Befund *Tannerella forsythensis* positiv wurden in der vorliegenden in vivo Studie mit dem Nd:YAG - Laser (1064 nm) entsprechend den vorgegebenen Parametern mit 1,5 W und 15 Hz behandelt.

Kontrollabstriche wurden unmittelbar vor der professionellen Zahnreinigung, nach erfolgter Motivation und Instruktion zur Zahn- und Mundhygiene vorgenommen.

Nach erfolgreicher Vorbehandlung wurde bei allen Patienten die geschlossene Kürettage mit dem Perioselect Gerät und den Slimline Ultraschallansätzen nach Prof. Mick Dragoo unter lokaler Anästhesie vorgenommen. Zusätzliche Spülungen mit Chlorhexidin und unterstützende systemische Antibiotikatherapie kamen während des Untersuchungszeitraumes nicht zum Einsatz.

Entsprechend der Plaquebesiedelungsphasen erfolgte 4 - 7 Tage nach dem konventionellen Vorgehen die Dekontaminierung der Taschen mit dem Nd:YAG Laser. Die Patienten 1 - 5 wurden im 1. und 3. Quadranten gelasert, die Patienten 6 – 10 im 2. und 4. Quadranten. Durch dieses Vorgehen sollte weitgehend der Einfluss der Putztechnik bei Rechts- und Linkshändern ausgeschlossen und die Streuung der Ergebnisse minimiert werden.

7 Tage nach Lasertherapie wurden von jedem Quadranten Proben entnommen. Der spezifische Nachweis erfolgte durch die Firma „biokey“ in Aachen mit dem mikrobiologischen LCL – Parodontitis – Test. Die abschließenden Proben wurden 25-28 Tage nach der Lasertherapie in gleicher Weise vorgenommen.

Es handelte es sich um 4 männliche und 6 weibliche Personen im Alter von 43 bis 74 Jahren, davon waren 5 Raucher und 5 Nichtraucher. Bei einem Patienten lag ein eingestellter Diabetes mellitus vor, alle anderen hatten keine allgemeinmedizinischen Besonderheiten oder Grunderkrankungen.

Die Entnahme der Proben für die bakteriologische Untersuchung erfolgte in den tiefsten Taschen pro Quadrant. War der Befund nur lokalisiert, wählten wir eine repräsentative Stelle im Zentrum aus.

Der supragingivale Bereich wurde vor der Probenentnahme gereinigt und trocken gelegt. Zur eigentlichen Probenentnahme verwendeten wir sterile Papierträger, die in den Sulkusbereich so tief wie möglich eingeführt wurden, und dort für 15 – 20 Sekunden verblieben.

Danach wurden die Proben an die Firma „biokey“ verschickt und dort sofort bei -20 Grad Celsius schockgefrostet.

Statistisches Vorgehen

Die Ergebnisse der Zellzahlbestimmung in den einzelnen Proben wurden semiquantitativ als Zehnerpotenzen erfasst. Der Wertebereich erstreckt sich dabei von $\leq 10^2$ (nicht mehr erfassbar), $10^{2.5}$, 10^3 , $10^{3.5}$, 10^4 , $10^{4.5}$, 10^5 , $10^{5.5}$, 10^6 , $10^{6.5}$.

Die statistische Auswertung erfolgte standardgemäß nach logarithmischer Transformation auf der Basis der Exponenten 2, 2,5, 3, 3,5 ..., 6,5. Die zeitliche Entwicklung der Zellzahlen wird anhand der hinreichend symmetrisch verteilten Exponenten zunächst als Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler des Mittelwerts ($s_{\bar{x}}$) berechnet und nach entsprechender Rücktransformation schließlich durch Mediane und ihre 68%-Vertrauensbereiche grafisch dargestellt.

Eventuell unterschiedliche Einflüsse auf das Ergebnis in den vier Quadranten wurden in der Versuchsanordnung durch gekreuzte Anwendung beider therapeutischer Verfahren bei jeweils 5 der insgesamt 10 Patienten reduziert.

Um die normalerweise erhöhte Anfangskonsistenz der Proben zu berücksichtigen, wurden die Anfangswerte zur Zeit der Vorbehandlung (T 0) um eine 10-er Potenz erhöht. Da diese Korrektur gleichermaßen auf die Ergebnisse beider Verfahren angewandt wurde, hat sie erwartungsgemäß keinen Einfluss auf die Bewertung eventueller Unterschiede zwischen den beiden Verfahren, lediglich auf den generellen zeitlichen Verlauf der Zellzahlen.

Alle Verläufe wurden in einer multivariaten Varianzanalyse, unter Berücksichtigung von „repeated measures“, mit den Faktoren Behandlungsart, Quadrant; Patient und Zeit als Regressor auf ihre Unterschiedlichkeit getestet. Dabei wird die sogenannte Wechselwirkung „Behandlungsart x Zeit“ als wichtigstes Kriterium für einen statistischen Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlungsarten verwendet.

Die vorgegebene Schwelle für die Signifikanz eines p - Wertes für den Unterschied der Behandlungsarten wird mit $\alpha = 0,05$ für den einseitigen Test festgelegt.

Der für unsere Fragestellung empirisch ermittelte p -Wert sowie weitere p -Werte für die deskriptive Beschreibung von Zeit-, Quadranten-, und Patienteneffekten werden ohne weitere Adjustierung angegeben.

Um zu zeigen, dass eine zusätzliche Anwendung des Nd:YAG - Lasers im Anschluss an eine konventionelle Behandlung zu einer wesentlichen Verbesserung führen kann, wird für die Verläufe der Zellzahlen die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der ein solches Ergebnis unter den gegebenen Verhältnissen in der Studie mit nur 10 Patienten auch rein zufällig hätte auftreten können, falls die zusätzliche Anwendung des Lasers in Wahrheit keinerlei positiven Effekt hätte. Dies nennt man die *Irrtumswahrscheinlichkeit p* für die sog. *Nullhypothese einer statistischen Fragestellung*. Die Formulierung der ‚*einseitigen Fragestellung*‘ bedeutet, dass man - wie in unserem Fall – wissen möchte, ob die zusätzliche Anwendung der Laser-Therapie eine nennenswerte positive Verbesserung bringt, ohne eine negative Wirkung befürchten zu müssen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Standard-Software-Paket SAS®
(s. Literatur-Verzeichnis) und wurde vom ehemaligen Leiter (i.R.) der Abteilung
Biometrie am „*Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*“ der
Universität Duisburg-Essen, Herrn H. Hirche erstellt.

Ergebnisse

Die folgenden Abbildungen 1 und 2 für die absoluten und relativ zum Ausgangswert dargestellten Zellzahlverläufe zeigen einen deutlichen Unterschied beider Behandlungsarten.

Die statistische Überprüfung in der multivariaten Zeitreihenanalyse ergibt dementsprechend auch eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0.09$ bzw. $> 9\%$ oder eine entsprechende Sicherheit von über 91 Prozent für einen tatsächlichen Unterschied.

Diese erreicht einerseits noch nicht ganz die in der wissenschaftlichen Praxis allgemein angesetzte Schwelle von $\alpha = 0.05$ bzw. 5%, bzw. Sicherheit von 95%. Andererseits ist das Ergebnis in Anbetracht der relativ kleinen Fallzahl von 10 Probanden in dieser Studie und den naturgemäß beträchtlichen, interindividuellen Streuungen zwischen den Probanden ($p < 0.02$) ein deutlicher Hinweis auf die positive Wirkung des Nd:YAG - Lasers anzusehen.

Es erwies sich als notwendig, bei Betrachtung des generellen zeitlichen Verlaufs als solchen, eine Korrektur der Anfangswerte vorzunehmen, um den massiven Störeffekt einer hohen Probenkonsistenz bei der Erstmessung zu berücksichtigen und zu bereinigen.

Eine Multiplikation der Ausgangswerte mit dem Faktor 10 hat sich dabei offensichtlich als adäquat erwiesen. Hierbei muss betont werden, dass diese Korrektur keinerlei Einfluss auf den statistischen Vergleich der beiden Vorgehensweisen (*konventionelles Vorgehen* und *konventionelles Vorgehen + Nd:YAG*) hat. Das Ergebnis eines Vergleichs bleibt davon unberührt.

Man erkennt lediglich die vernünftigerweise zu erwartende generelle und anhaltende Absenkung der Zellzahlen nach Behandlung über die Gesamt-Beobachtungsdauer von 5 Wochen unter beiden Therapiemaßnahmen ($p < 0.001$).

Die Aussage einer erkennbaren Verbesserung durch zusätzliche Nd:YAG - Laser-Anwendung bleibt auch hier mit der oben genannten statistischen Sicherheit bestehen, wie die prozentualen Darstellungen der Verläufe deutlich zeigen ($p < 0.09$). Trotz der Kleinheit des untersuchten Kollektivs von 10 Probanden darf nicht unterschätzt werden, dass aufgrund der gewählten Versuchsanordnung mit gekreuzten Messwiederholungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten insgesamt 12 Messungen für jeden Probanden zu Verfügung standen. Die gemeinsame Auswertung aller Proben eines Zyklus im Labor (LCL - Biokey Aachen) ersparte uns eine statistische Auswertung möglicher Auswertungsabweichungen.

Alle Zahlen, die den Aussagen und Abbildungen zugrunde liegen, sind am Ende dieser Arbeit als Anhang zusammengestellt.

Tannerella
 (Startwerte an Probenkonsistenz angepasst)

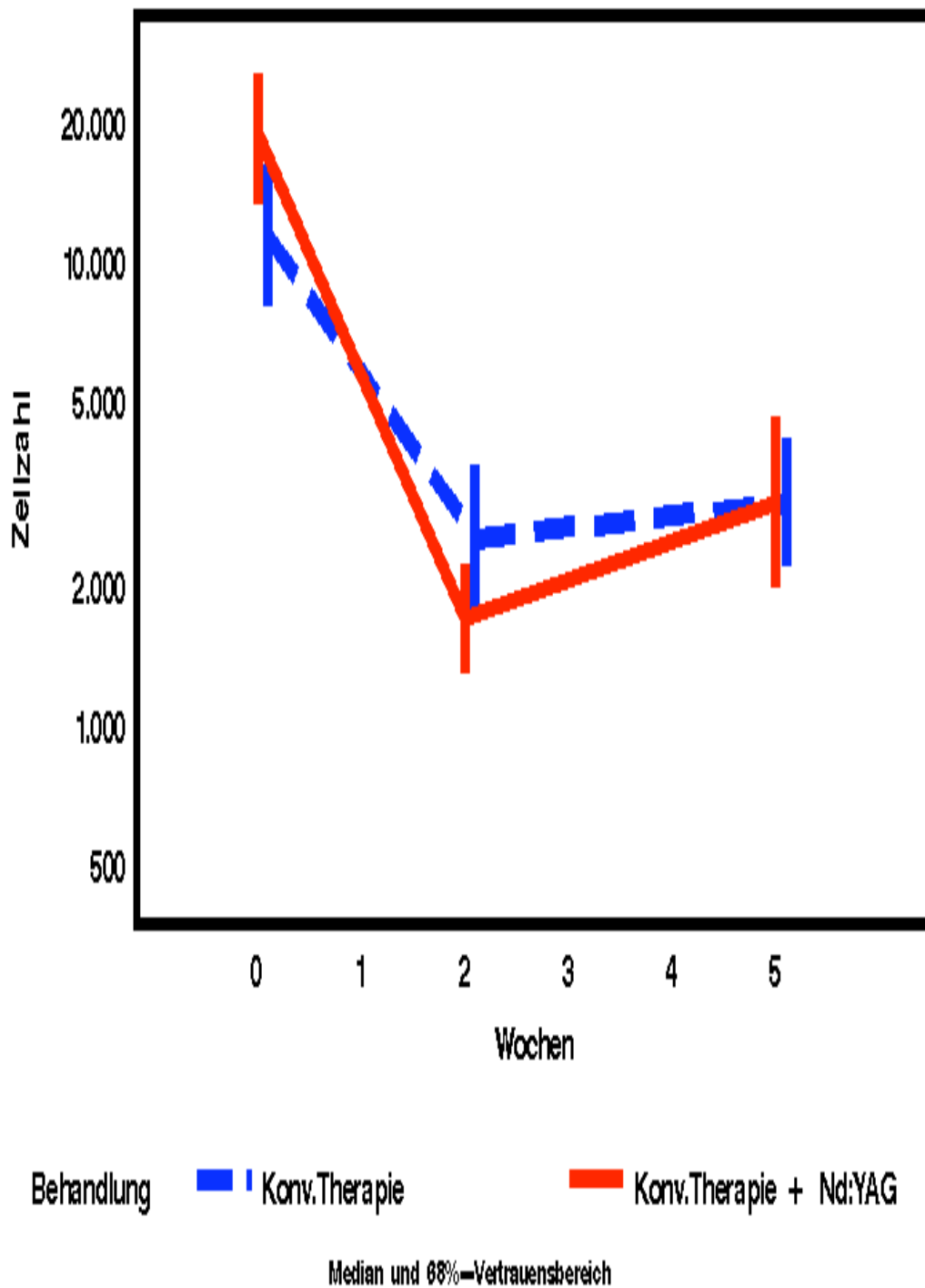


Abbildung 1 : Mediane (=Zentralwerte) und ihre 68%-Vertrauensbereiche für die halblogarithmisch dargestellten Verläufe der absoluten Zellzahlen

Tannerella
(Startwerte an Probenkonsistenz angepasst)

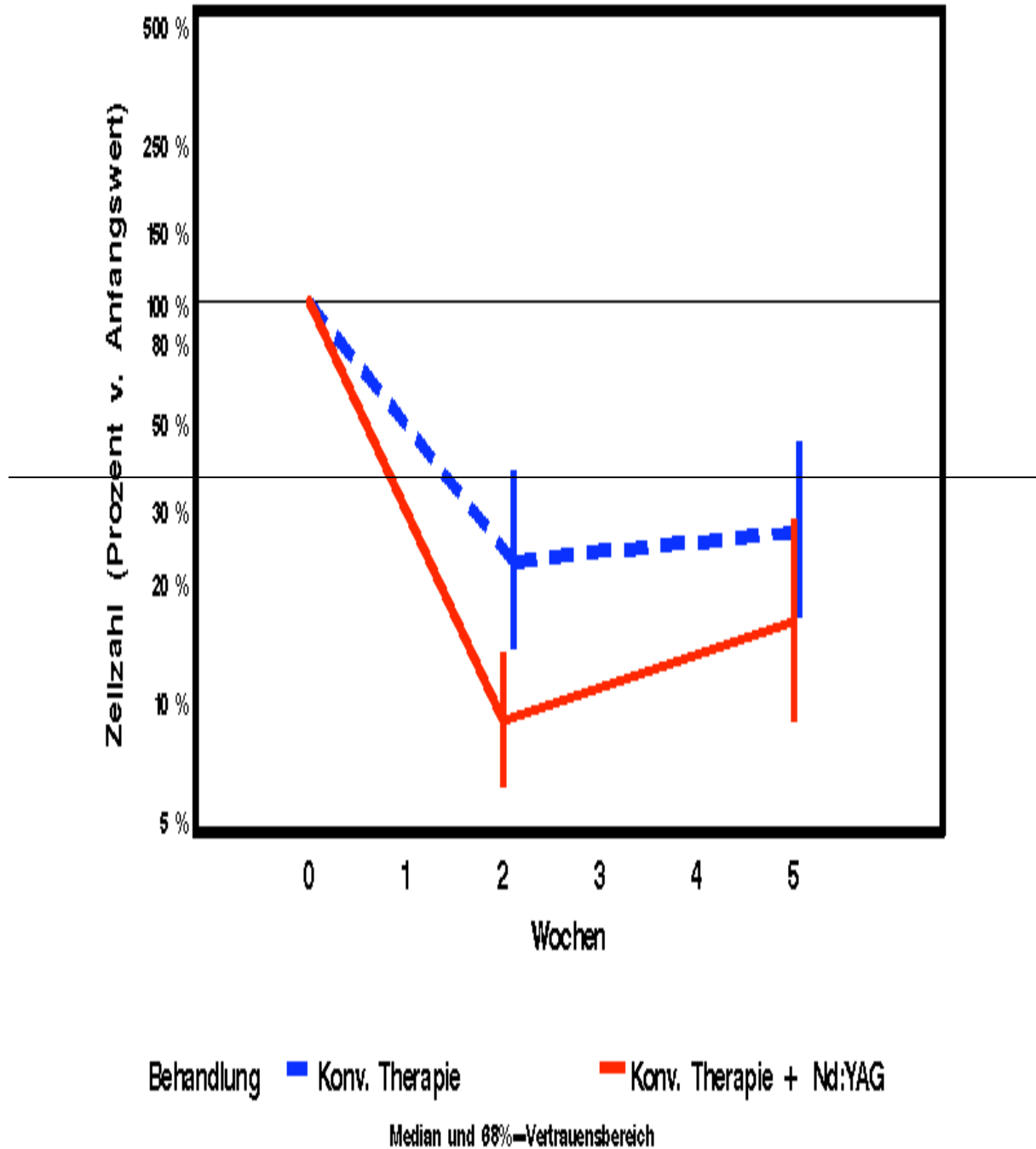


Abbildung 2 : Mediane (=Zentralwerte) und ihre 68%-Vertrauensbereiche für die prozentualen Verläufe bezogen auf die individuellen Anfangswerte

Diskussion der Ergebnisse:

1: Antimikrobielle Wirkung des Nd:YAG Lasers

In der vorliegenden Studie konnten wir am Beispiel des Markerkeimes *Tannerella forsythensis* zeigen, dass die Anwendung des Nd:YAG - Lasers in der Mehrzahl der Fälle zu einem nachweisbaren antimikrobiellen Effekt führt. Die kontrollierte Lichtverstärkung durch stimulierte Emission liefert eine kohärente monochromatische Strahlung mit hoher Energie- und Leistungsdichte. Diese Emission führt in biologischen Geweben zu örtlicher Aufheizung bis zu Verbrennungen. Die antimikrobielle Wirkung des Nd:YAG - Lasers beruht überwiegend auf thermischen Effekten. Die Leistung ist so bemessen, dass es bei Mikroorganismen zu partiellen oder totalen Zerstörungen kommt, während das Wurzelzement bei bestimmungsgerechter Anwendung nicht angegriffen wird. Die pigmentierte Zellmembran der meisten parodontopathogenen Keime erleichtert der Nd:YAG – Wellenlänge die Zellzerstörung, da bei 1060 nm sehr gut in Hämoglobin und Melanin absorbiert wird. Die antimikrobielle Wirkung des Nd:YAG - Lasers unterliegt jedoch einem gewissen Risikopotential. Die dünnen Fasern erlauben zwar das Erreichen fast jeder beliebigen Stelle der Wurzeloberfläche, jedoch ist eine optische Kontrolle während der Lasertherapie nur bedingt möglich. Wir haben es hier mit sehr unterschiedlich strukturierten Oberflächen – wie Epithel, Wurzelzement oder Knochen zu tun.

Der bakterizide Effekt der Laserstrahlung kann bei zu hohen Energiedosen zu Aufschmelzungen und Rissen in der Zahnhartsubstanz führen. Die besten Ergebnisse werden mit niedrigen Parametern von 1 W bis maximal 2 W erzielt, in dieser Studie wurde mit 1,5 W und einer Frequenz von 15 Hz gearbeitet. Bei entsprechender Einstellung des Gerätes und einer gewissen Erfahrung des Anwenders können thermische Schädigungen der zu behandelnden Strukturen sicher vermieden werden.

Trotz alledem sollte der Einsatz eines Lasers in der zahnärztlichen Praxis nur nach einer entsprechenden Ausbildung erfolgen, die Vertreter der Industrie haben in der Regel nicht die notwendigen Kenntnisse, um Schäden von Patient und Behandlungsteam zu vermeiden.

2: Klinische Wirkung auf Plaque und Taschen

Die Ergebnisse sind in den beiliegenden Tabellen ausführlich dargestellt.

Für jeden der 10 Patienten wurde ein Profil, getrennt nach den 4 Quadranten erarbeitet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung des Nd:YAG - Lasers in der Lage ist, die Mikroflora in den Taschen und unmittelbar nach der Anwendung deutlich zu reduzieren und, dass dieser Effekt wenigstens 3 – 5 Wochen anhält. Dieser Rückschluss erscheint gerechtfertigt, auch wenn wir nur einen Keim, *Tannerella forsythensis* als Leitkeim untersucht haben.

Auch die festgestellte Tatsache, dass nicht alle Patienten gleichermaßen reagieren, war zu erwarten, sie entspricht dem Unsicherheitsfaktor biologischer Systeme.

Die verstärkende Wirkung des Nd:YAG - Lasers zur mikrobiologischen Sanierung von Taschen erweist sich gegenüber einer alleinigen, konventionellen Behandlung mit Antiseptika, Desinfektionsmitteln oder Antibiotika als klar erkennbar.

Die Feststellung, dass der klinische Einsatz des Nd:YAG Lasers kurzfristig und mittelfristig erhebliche Vorteile bietet, ist aus folgenden Gründen sicher gerechtfertigt:

1. Für den Patienten ist die Prozedur schmerzfrei, sie entspricht damit seiner Erwartungshaltung.
2. Es besteht keine Gefahr von allergischen Reaktionen oder anderen Nebenwirkungen.
3. Es können sich bei den Mikroorganismen keine Resistenzen entwickeln.
4. Die Behandlung mit dem Laser kann beliebig oft wiederholt werden

Die klinischen Wirkungen des Lasers auf das behandelte Gewebe müssen vom Anwender sorgfältig beobachtet und dokumentiert werden.

3: Dauer der Wirkung

Über die Dauer der antimikrobiellen Wirkung einer Behandlung mit dem Nd:YAG - Laser ist festzustellen, dass etwa eine Woche nach der Laserbehandlung die Keimzahl – bezogen auf *Tannerella forsythensis* - deutlich abgefallen ist. Im Verlauf der folgenden Wochen steigen die Keimzahlen wieder an, erreichen aber auch nach 5 Wochen noch nicht die vor der Laserbehandlung gemessenen Werte. Eine über den Zeitraum von 5 Wochen hinausgehende Wirkung haben wir nicht untersucht.

Es konnte im Rahmen dieser Studie auch nicht geklärt werden, ob die langsam einsetzende Zunahme der Keimzahl auf eine Neubesiedlung von außen oder eine von anderen Mundpartien ausgehende Besiedlung zurückgeht.

Für die Praxis ist zunächst entscheidend, dass die Behandlung mit dem Nd:YAG - Laser keine antimikrobielle Langzeitwirkung hat. Ob es sich bei der Zunahme der Keimzahl vielleicht nur um einen methodischen Fehler handelt, ausgelöst dadurch, dass wir bei jedem Probanden jeweils 2 Quadranten nicht zusätzlich mit Laser behandelt haben und damit mittelfristig einer Rebesiedlung Vorschub leisteten, muss offen bleiben.

Zusammenfassung

Der Einsatz des Nd:YAG - Lasers in der Parodontologie bietet bei sachgemäßer Anwendung mehrere Vorteile :

Die bakterielle Flora wird in der Mehrzahl der Fälle, zumindest kurzfristig, deutlich gegenüber der alleinigen konventionellen Behandlung reduziert, eine Wirkung die etwa 2 Wochen lang anhält. Damit bietet sich der Nd:YAG - Laser als Sofortlösung für akute Probleme in der Parodontologie an, denn die Laserbehandlung führt unmittelbar zum gewünschten Ergebnis, der mikrobiellen Sanierung der behandelten Taschen.

Vorteile der Lasertherapie sind :

1. Resistenzen können, im Gegensatz zur Behandlung mit Antiseptika, Desinfektionsmitteln oder Antibiotika, nicht auftreten.
2. Sensibilisierungen gegen Bestandteile von Antiseptika oder Antibiotika sind ausgeschlossen.
3. Die Anwendung des Lasers entspricht in den meisten Fällen der Erwartungshaltung der Patienten und erhöht die Compliance.

Viele weitere – in – vivo – Studien und zahlreiche Berichte erfolgreicher Anwender des Nd:YAG Lasers sind ein deutliches Zeichen dafür, dass der Nd:YAG – Laser ein wertvolles Hilfsmittel in der Parodontaltherapie sein kann.

Es wird von weiteren Forschungsergebnissen und Publikationen abhängen, inwieweit sich die Anwendung des Lasers in der Parodontologie durchsetzt und die negativen Beispiele relativiert.

Die vorliegende Arbeit will ein bescheidener Beitrag zur positiven Beurteilung des Nd:YAG - Lasers in der Parodontaltherapie sein.

Literaturverzeichnis

Franzen, R., J. Meister, A. Kaul u. N. Gutknecht:

Die bakterizide Wirkung eines Er:Cr: YSGG - Lasers im Wurzelkanal – eine in vitro Studie

Laser Zahnheilkunde 2/05, 85 – 88, 2005

Gutknecht, N. : Lasertherapie in der zahnärztlichen Praxis

Quintessenz Verl. Berlin u. a. 1999

Gutknecht, N., I. Brockmann, J. Meister, R. Franzen:

Mikrobiologischer in – vivo - Vergleich konventioneller und laserunterstützter Parodontitistherapie

Laser Zahnheilkunde 3-4, 05, 149 – 157 2005

Henze, M., G. E. Romanos u. G. Nentwig:

Einsatz des Diodenlasers (980 nm) zur Entfernung des parodontalen Taschenepithels. Eine in vitro Untersuchung

Laser Zahnheilkunde, 3/04 163 – 172, 2004

Kramer, A., D. Gröschel, P. Heeg, V. Hingst, H. Lippert, M. Rotter u. W. Weuffen:

Klinische Antiseptik, Springer Verlag, Berlin – Göttingen – Heidelberg - New York, 1993

Loesche, A. U. Grossmann N. S. : Periodontal Disease as a Specific, albeit Chronic Infection:

Diagnosis and Treatment.

Clin. Microbiol. Rev. 14, 727 2001

Mombelli, A. u. L. P. Samarayake : Topical and systemic antibiotics in the management of periodontal diseases.

Int. Dent. J. 54, 3 2004

Moritz, A. (Herausgeber): Orale Lasertherapie

Quintessenz Verl. Berlin u. a. 2006

Neill M. E. u. J. T. Mellonig

Clinical efficiency of the Nd:YAG - Laser for combination periodontitis therapy

Pract. Periodont Aesthet Dent. 9. (6-DSuppl) 1-5 1997

Renziehausen, R.: Die Bearbeitung der Caries profunda mit einem gepulsten Nd:YAG - Laser.

Dissertation, Medizinische Fakultät der RWTH Aachen, 1999

Statistical Analysis System (Rel.8.2), SAS Institute Inc.,

Cary, NC, USA, 1999-2001,

Schwarz, F, Becker, J, Sculean, A, Aoki, A, Folwaczny, M u. Jepsen, S. :

Therapie der Parodontitis und Periimplantitis mit dem Er:YAG - Laser.

Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 60, 3/ 2005

Svoboda, M.: Hefebesiedlungen im oralen Bereich, eine epidemiologische Studie
Dissertation Universität Witten Herdecke, 1995

Tuner, J. u. L. Hode: The Laser Therapy Handbook, Prima Books AB Spjutvägen,
2004

Wolf, H. F., M. Edith u. H. Rateitschak
Farbatlant der Zahnmedizin, Band 1
Georg Thieme Stuttgart - New York, 2004

Anhang

Ergebnisse der DNA – Proben des Labors „LCL Biokey“ Aachen

(Basismaterial, nur im Format A3 übersichtlich darstellbar)

T=0 nicht angepasst (Rohdaten)

Patient	Quadrant I			Quadrant II		
	T=0	T=1	T=3	T=0	T=1	T=3
1	5,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0
2	3,0	2,5	3,5	3,0	3,5	4,0
3	2,5	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0
4	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	4,5
5	3,0	2,5	3,0	3,0	4,5	4,0
6	3,0	5,0	3,0	4,0	3,0	3,0
7	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0
8	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5
9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
10	4,5	2,5	3,0	3,0	4,0	3,5

Ergebnis: 2,5 = 100-1.000 Zellen; 3=1.000, 3,5=1.000-10.000, 4= 10.000, 4,5=10.000-100.000, 5=100.000, 5,5=: 100.000-1.000.000, 6= 1.000.000, 6,5 = > 1.000.000

Interpretation 1: gemessene Werte

Laser: Von 20 Fällen (10 Patienten, 2 gelaserte Quadranten) zeigen 5 Fälle eine Reduktion, 9 Fälle einen Anstieg, 6 Fälle keine Änderung der Keimzahl von *Tannerella forsythensis* in der Probe.

SRP-allein: Von 20 Fällen (10 Patienten, 2 gelaserte Quadranten) zeigen 4 Fälle eine Reduktion, 12 Fälle einen Anstieg, 4 Fälle keine Änderung der Keimzahl von *Tannerella forsythensis* in der Probe.

Quadrant III

T=0	T=1	T=3
4,0	4,0	3,0
3,5	3,5	3,5
3,0	2,5	3,5
3,0	2,5	3,0
2,5	3,5	4,0
4,0	4,0	3,0
3,0	3,0	5,0
3,0	3,0	4,0
0,0	3,5	3,5
4,0	3,0	3,0

Quadrant IV

T=0	T=1	T=3
2,5	0,0	2,5
3,5	4,0	3,0
3,0	3,0	3,5
3,0	3,5	3,5
2,5	4,0	3,0
3,0	3,5	3,0
3,0	4,0	6,5
3,0	3,0	3,5
3,0	3,5	2,5
5,0	4,0	3,0

T=0 angepasst durch unterschiedliche Probenkonsistenz

Patient	Quadrant I			Quadrant II		
	T=0	T=1	T=3	T=0	T=1	T=3
1	6,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0
2	4,0	2,5	3,5	4,0	3,5	4,0
3	3,5	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
4	4,0	3,5	3,5	4,0	3,5	4,5
5	4,0	2,5	3,0	4,0	4,5	4,0
6	4,0	5,0	3,0	5,0	3,0	3,0
7	4,0	3,0	3,5	4,0	3,0	3,0
8	4,0	3,0	3,5	4,0	3,0	3,5
9	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
10	5,5	2,5	3,0	4,0	4,0	3,5

Ergebnis: 2,5 = 100-1.000 Zellen; 3=1.000, 3,5=1.000-10.000, 4= 10.000, 4,5=10.000-100.000, 5=100.000, 5,5= 100.000-1.000.000, 6= 1.000.000, 6,5 = > 1.000.000

Interpretation 2: T=0 angepasst

Laser: Von 20 Fällen (10 Patienten, 2 gelaserte Quadranten) zeigen 17 Fälle eine Reduktion, 2 Fälle einen Anstieg, 1 Fall keine Änderung der Keimzahl von *Tannerella forsythensis* in der Probe.

SRP-allein: Von 20 Fällen (10 Patienten, 2 gelaserte Quadranten) zeigen 13 Fälle eine Reduktion, 3 Fälle einen Anstieg, 4 Fälle keine Änderung der Keimzahl von *Tannerella forsythensis* in der Probe.

Gesamtinterpretation: ohne Anpassung der Werte auf die unterschiedliche Probenkonsistenz zeigt der Laser in 4 Fällen ein besseres Ergebnis als die konventionelle Behandlung;

Quadrant III

T=0	T=1	T=3
5,0	4,0	3,0
4,5	3,5	3,5
4,0	2,5	3,5
4,0	2,5	3,0
3,5	3,5	4,0
5,0	4,0	3,0
4,0	3,0	5,0
4,0	3,0	4,0
0,0	3,5	3,5
5,0	3,0	3,0

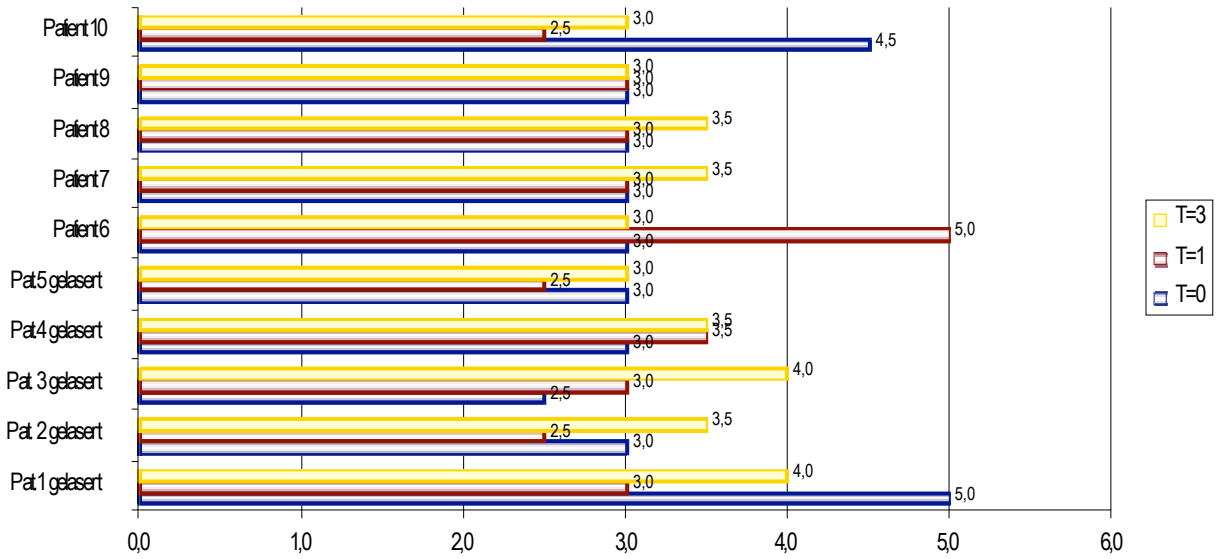
Quadrant IV

T=0	T=1	T=3
3,5	0,0	2,5
4,5	4,0	3,0
4,0	3,0	3,5
4,0	3,5	3,5
3,5	4,0	3,0
4,0	3,5	3,0
4,0	4,0	6,5
4,0	3,0	3,5
4,0	3,5	2,5
6,0	4,0	3,0

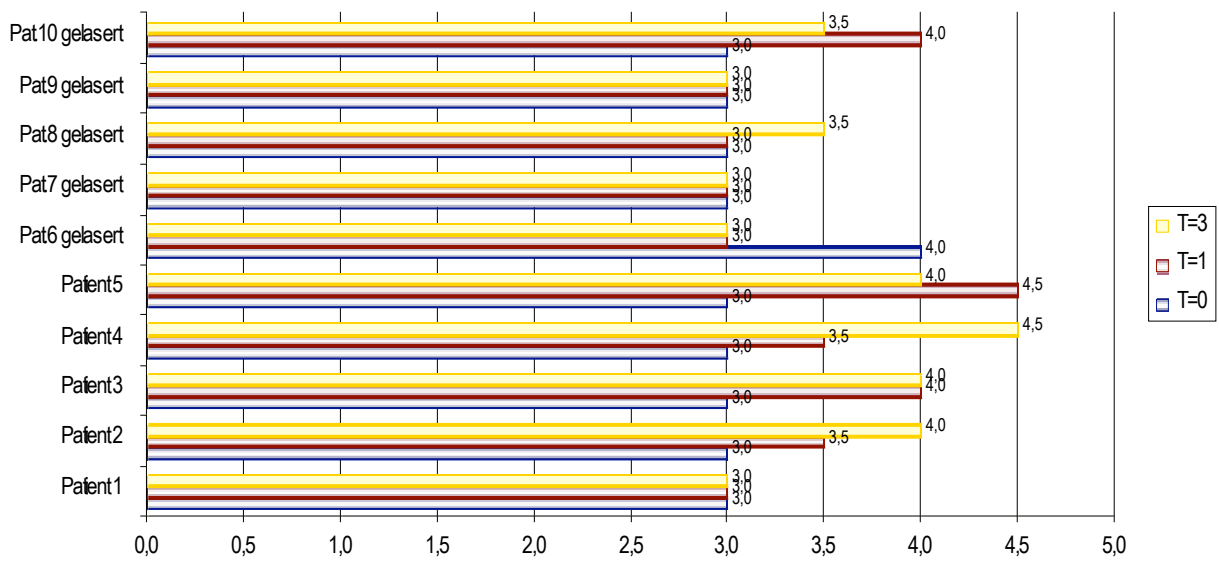
**Die bakterizide Wirkung eines Nd:Yag Lasers
bezogen auf die Reduktion des Leitkeimes
Tannerella forsythensis in der parodontalen Tasche.**

**Grafische Darstellung der Messergebnisse
des Labors LCL "biokey" Aachen**

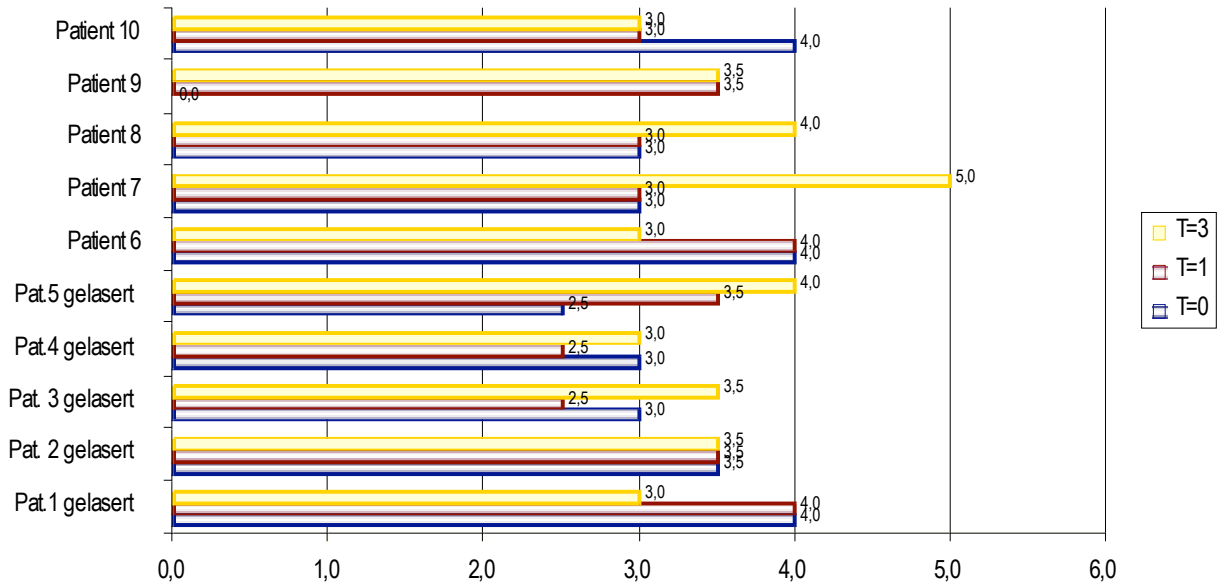
Quadrant I T=0 nicht angepasst



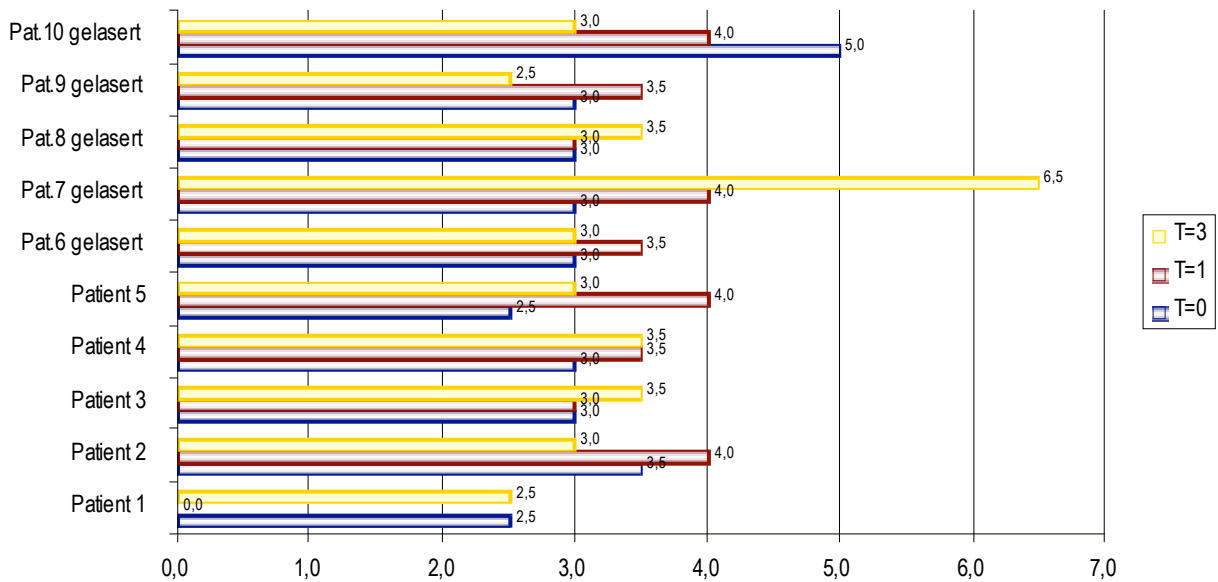
Quadrant II T=0 nicht angepasst



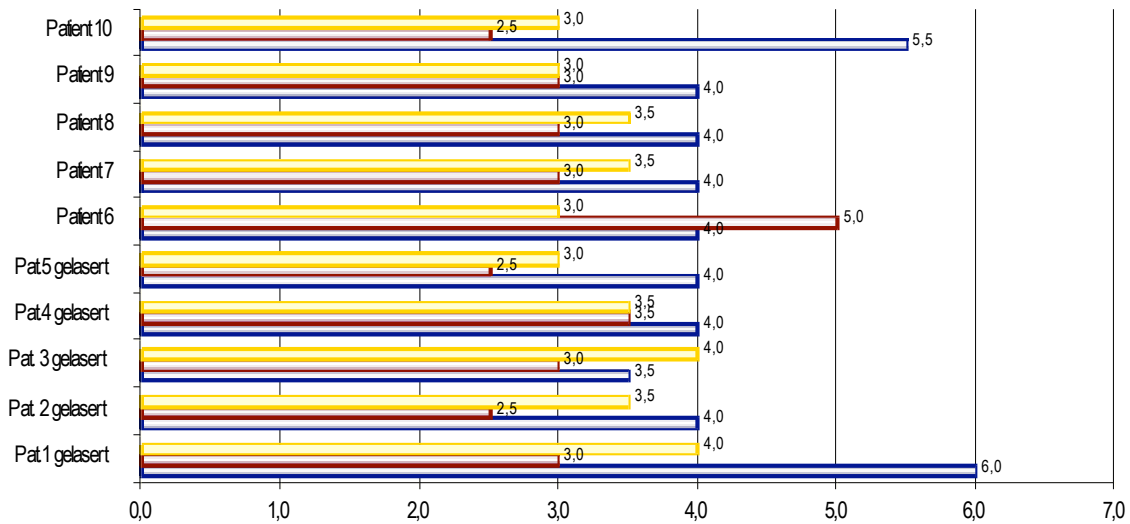
Quadrant III T=0 nicht angepasst



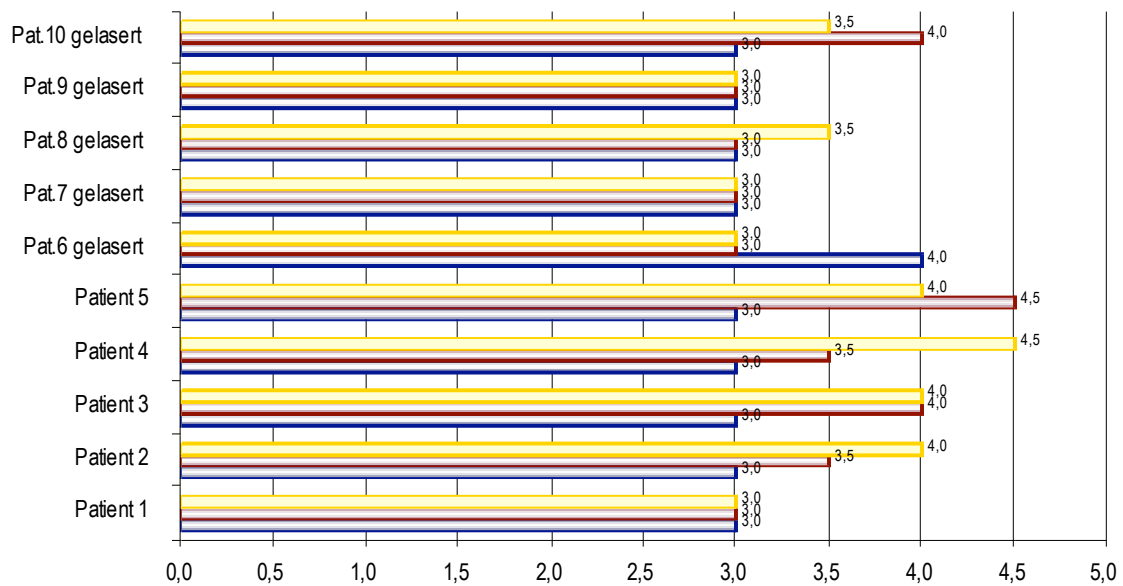
Quadrant IV T=0 nicht angepasst



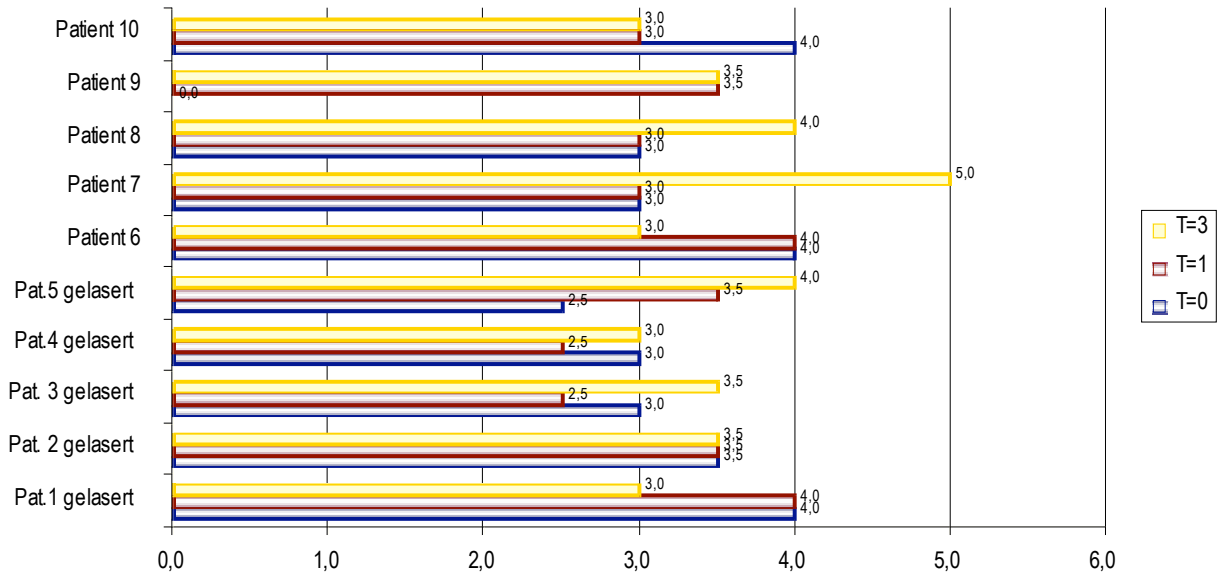
Quadrant I T=0 angepasst



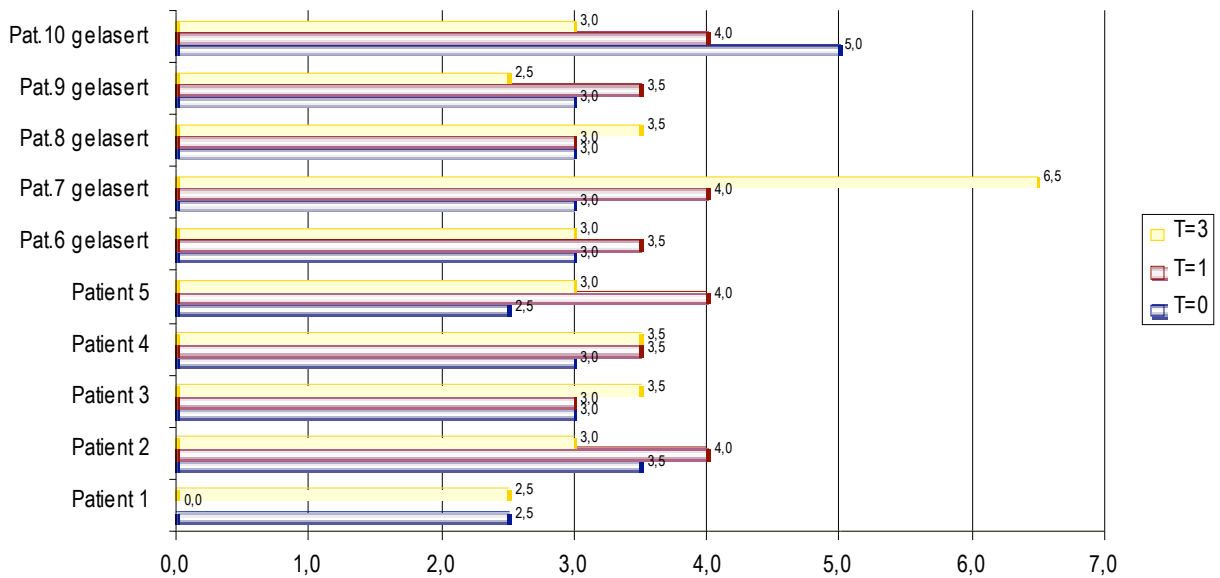
Quadrant II T=0 angepasst



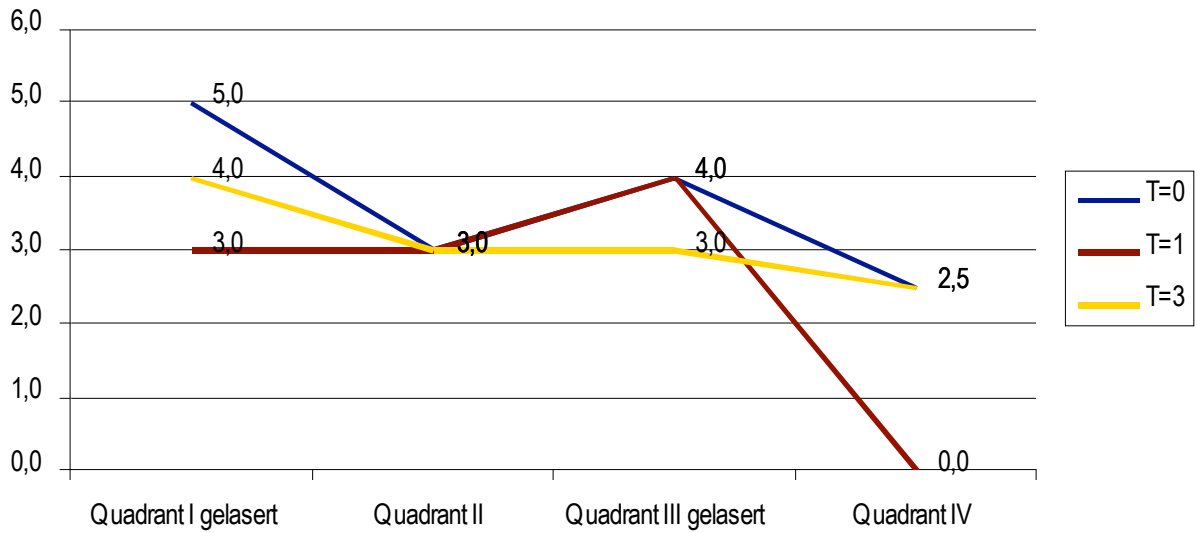
Quadrant III T=0 angepasst



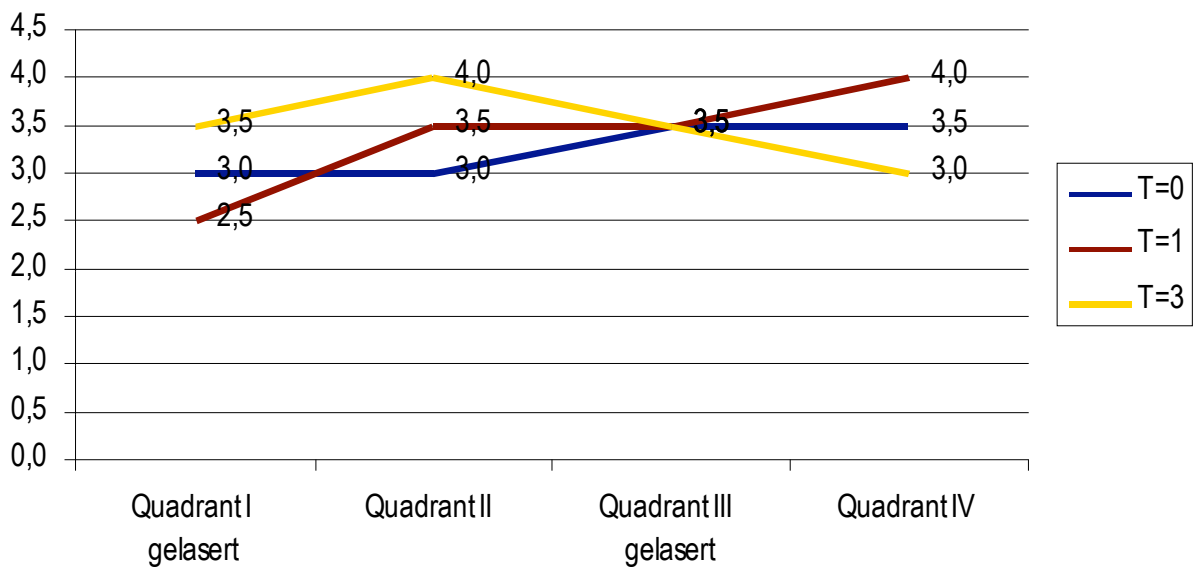
Quadrant IV T=0 angepasst



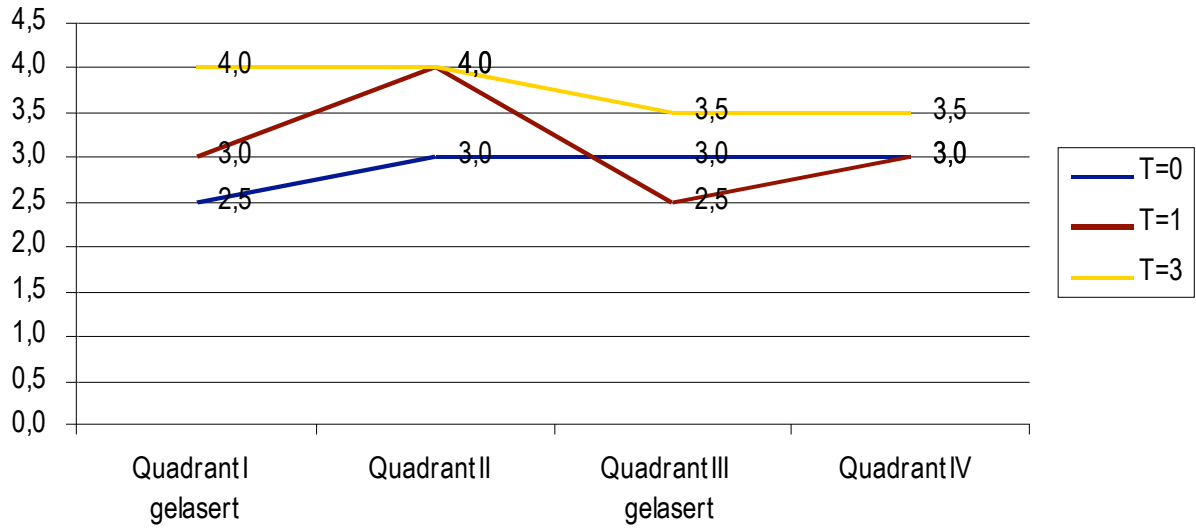
Patient 1 T=0 nicht angepasst



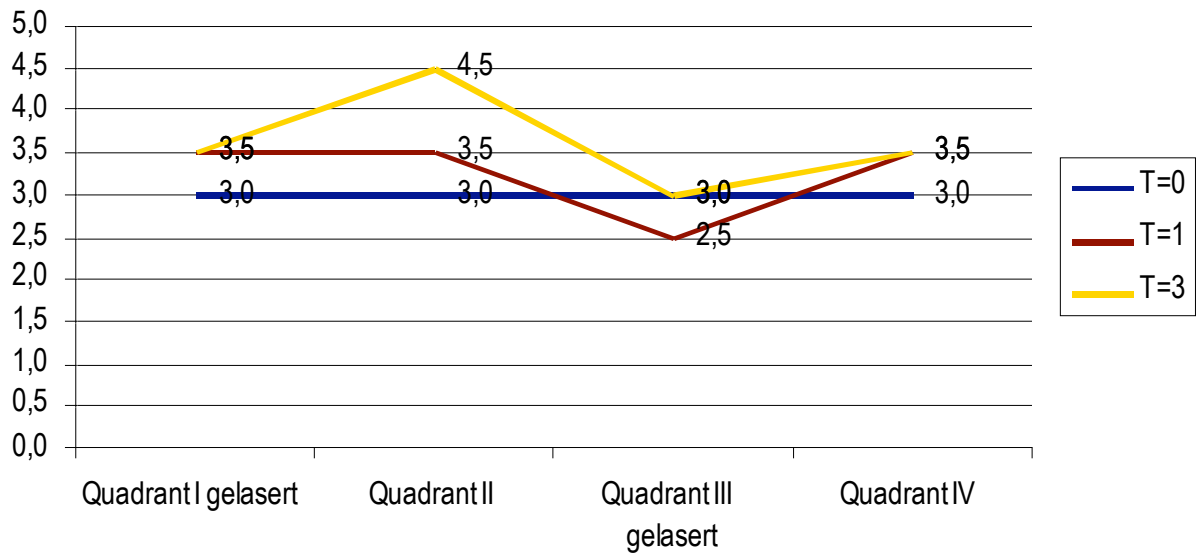
Patient 2 T=0 nicht angepasst



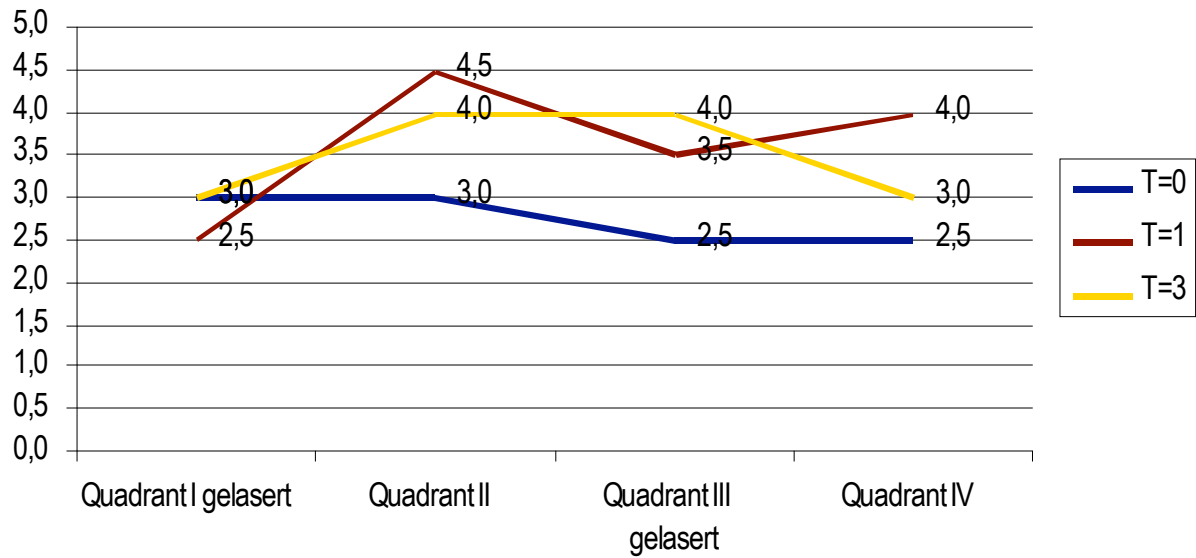
Patient 3 T=0 nicht angepasst



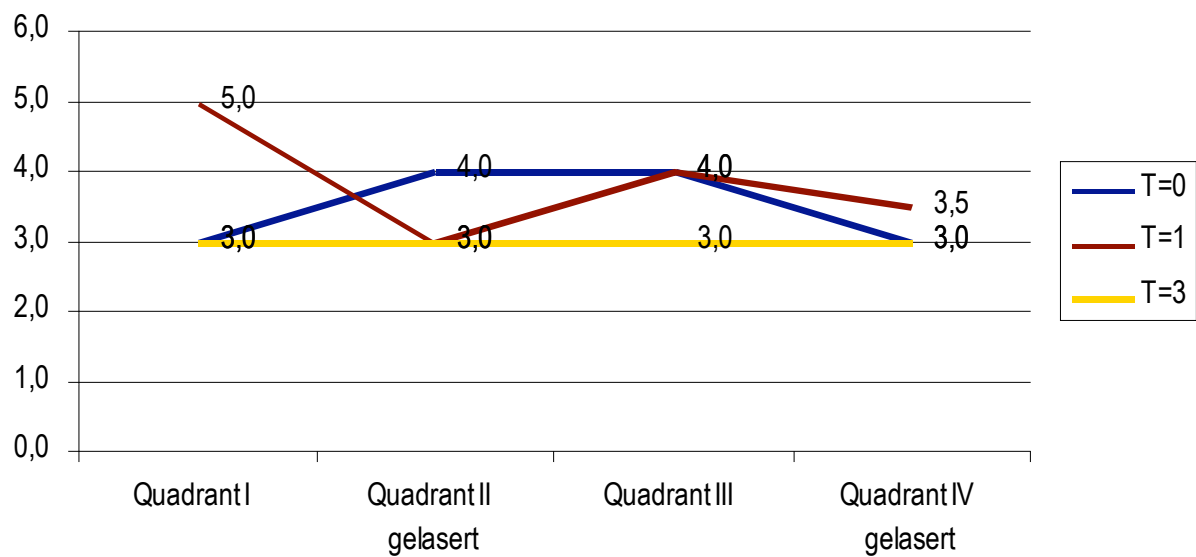
Patient 4 T=0 nicht angepasst



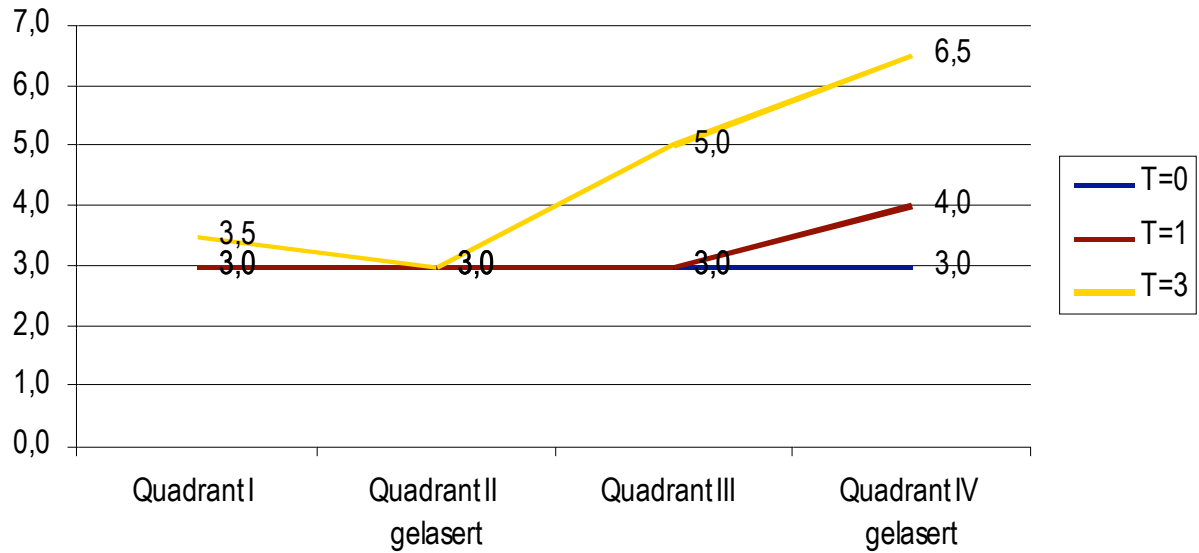
Patient 5 T=0 nicht angepasst



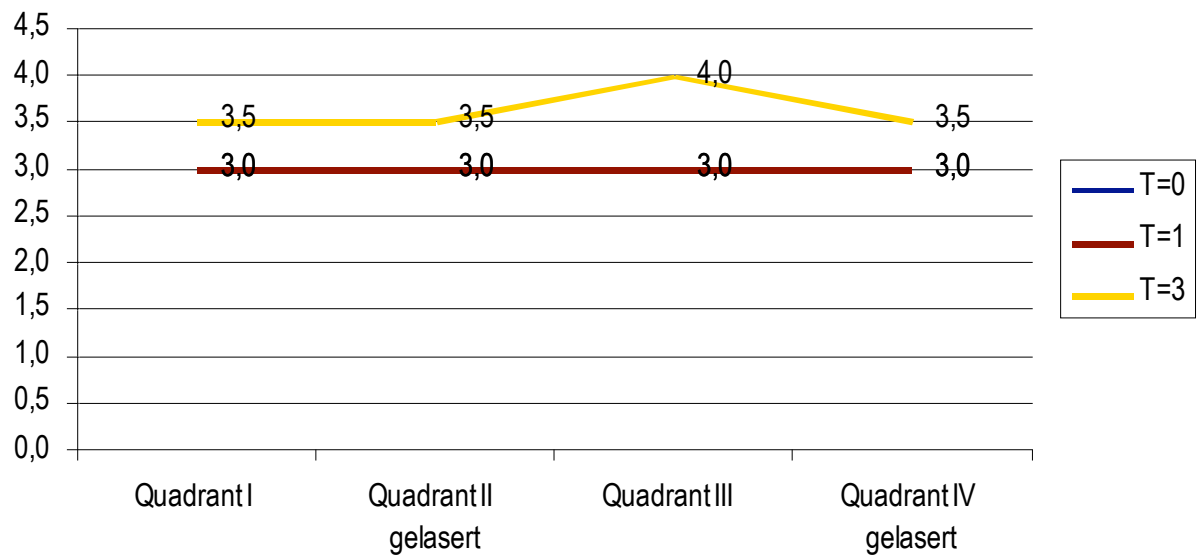
Patient 6 T=0 nicht angepasst



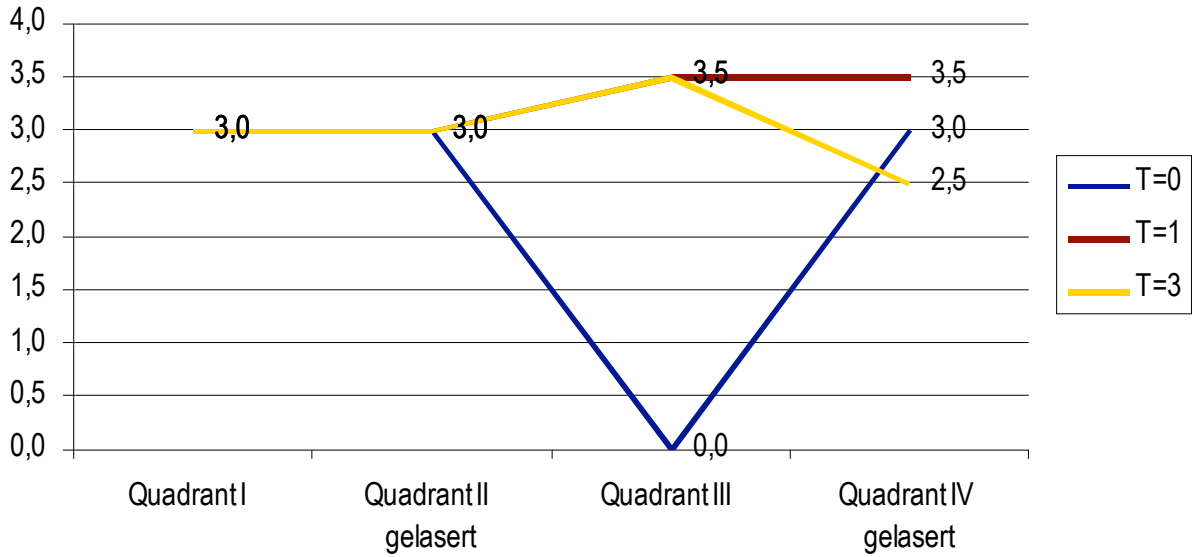
Patient 7 T=0 nicht angepasst



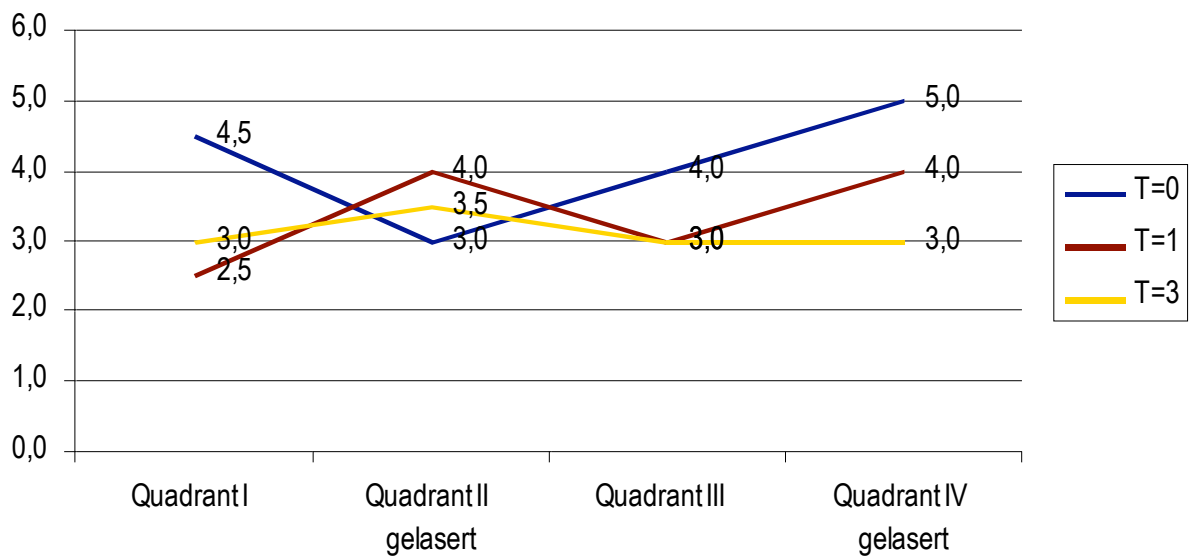
Patient 8 T=0 nicht angepasst



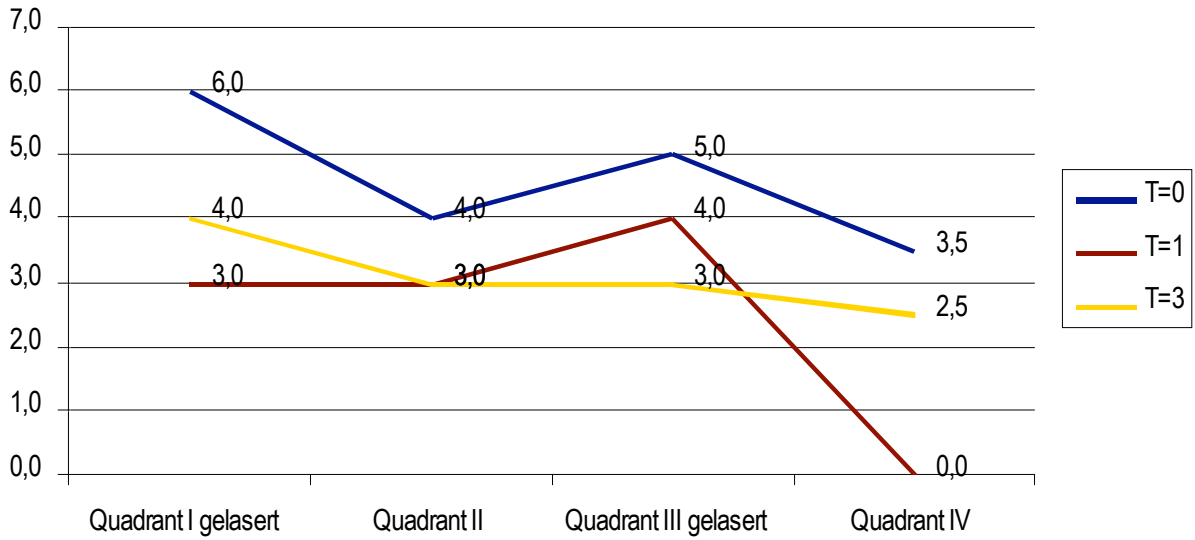
Patient 9 T=0 nicht angepasst



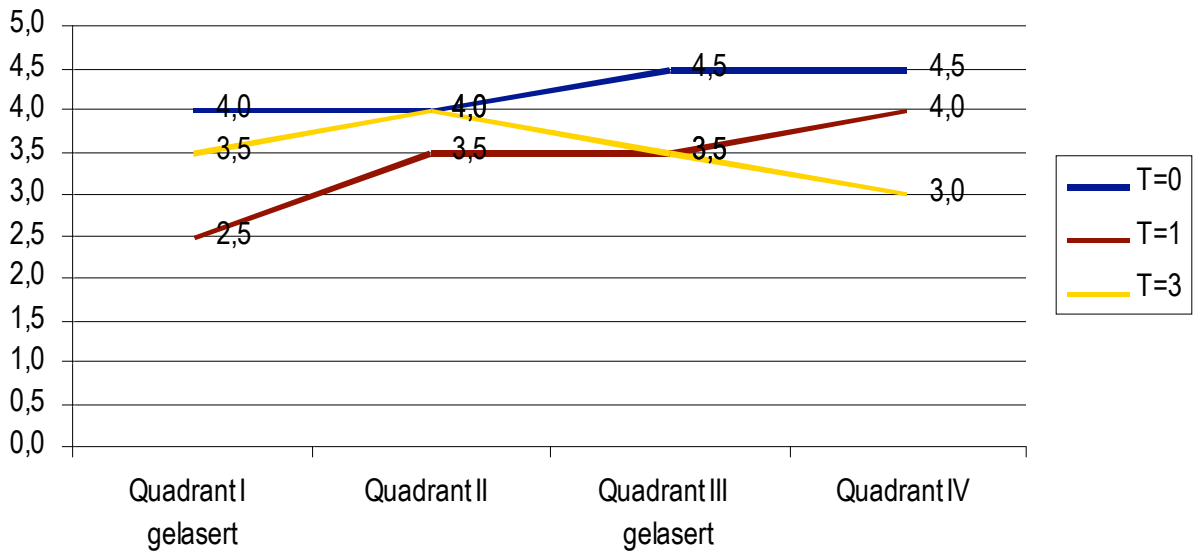
Patient 10 T=0 nicht angepasst



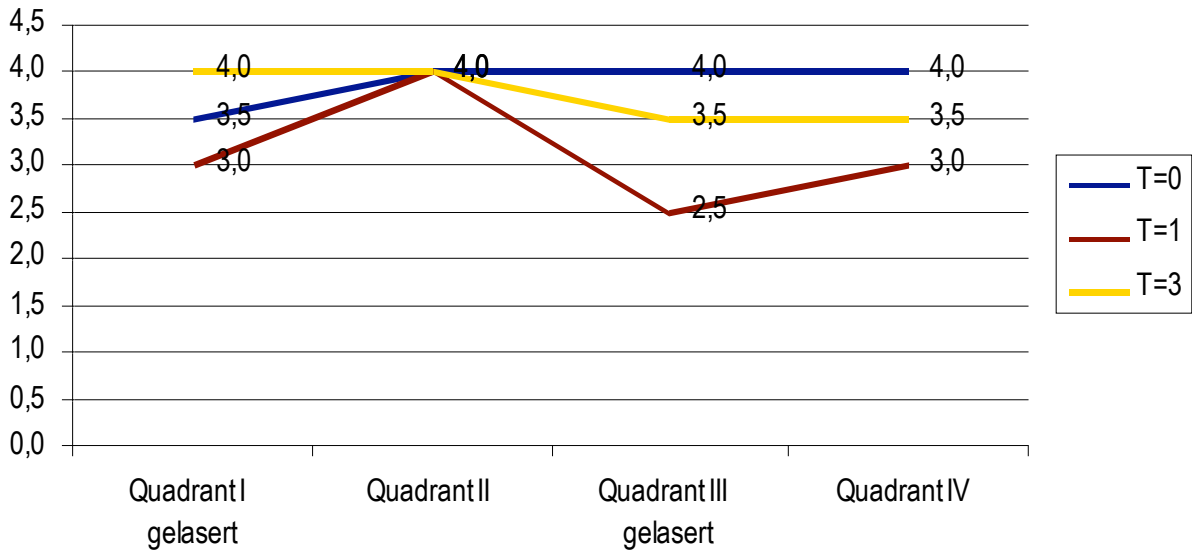
Patient 1 T=0 angepasst



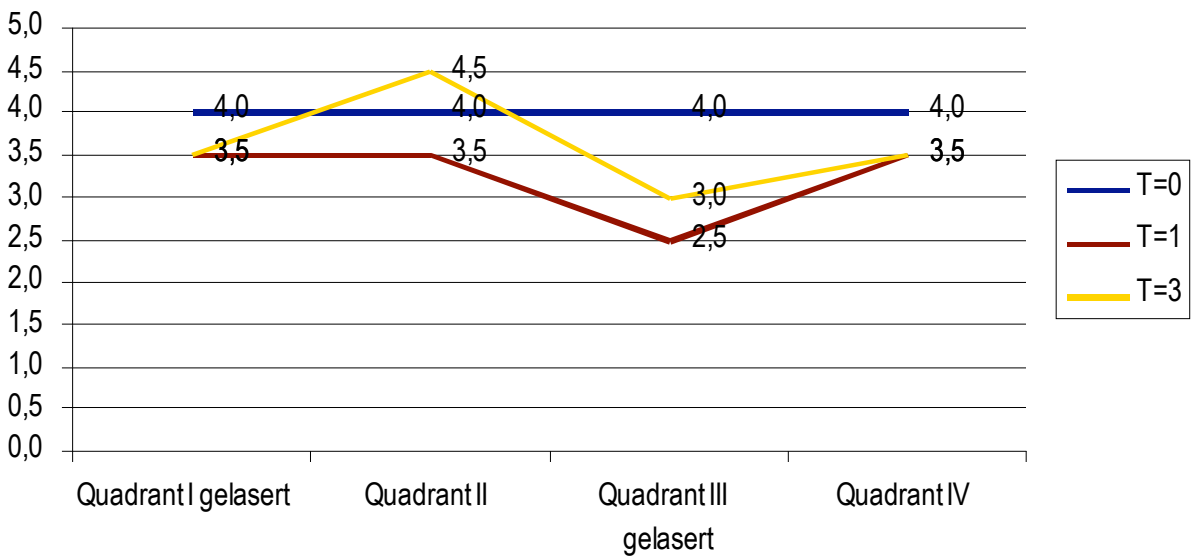
Patient 2 T=0 angepasst



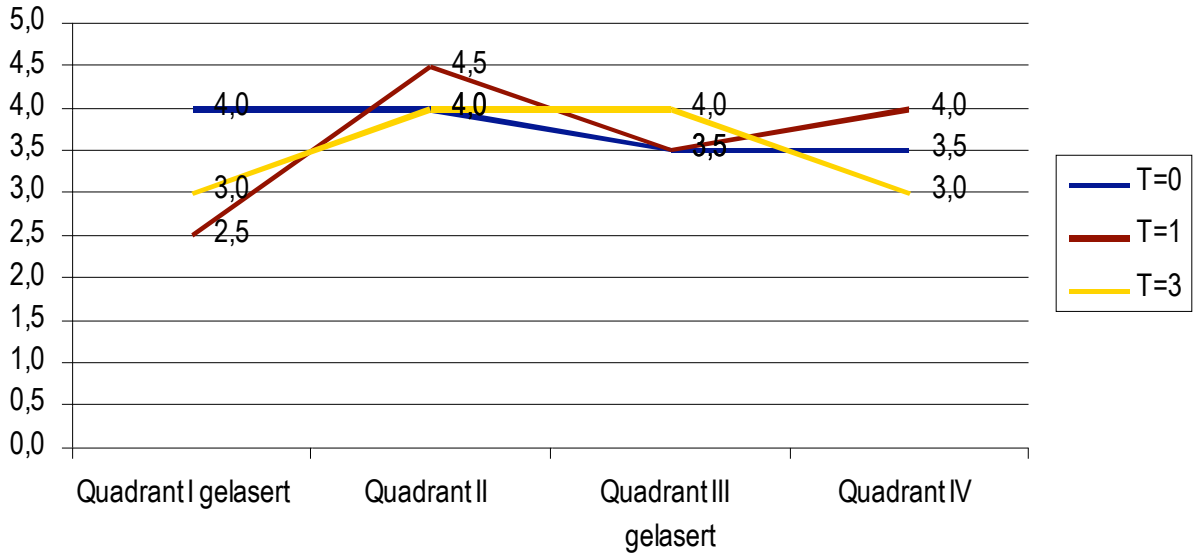
Patient 3 T=0 angepasst



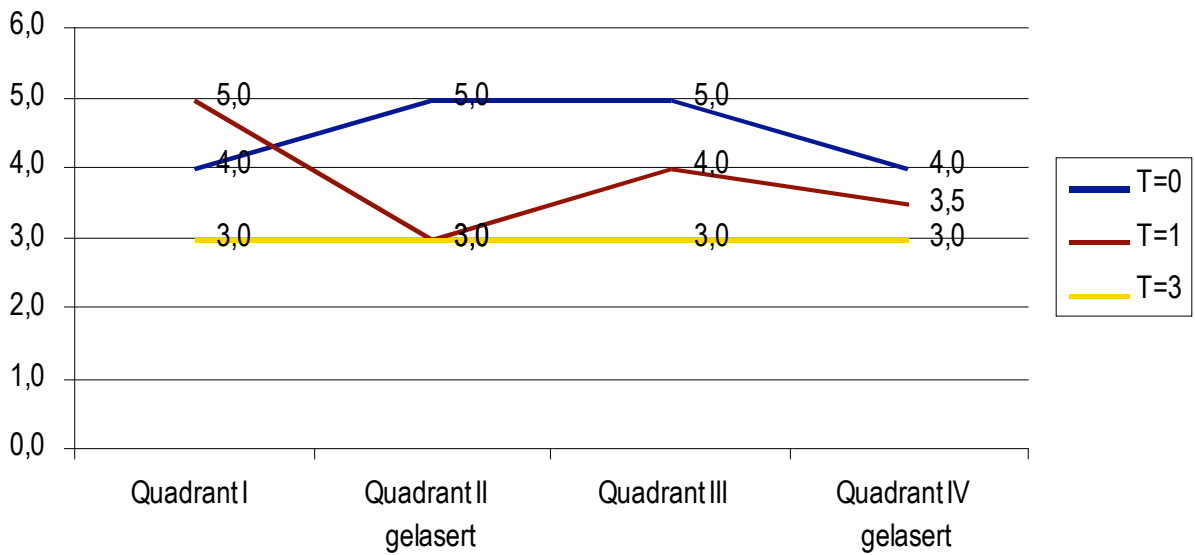
Patient 4 T=0 angepasst



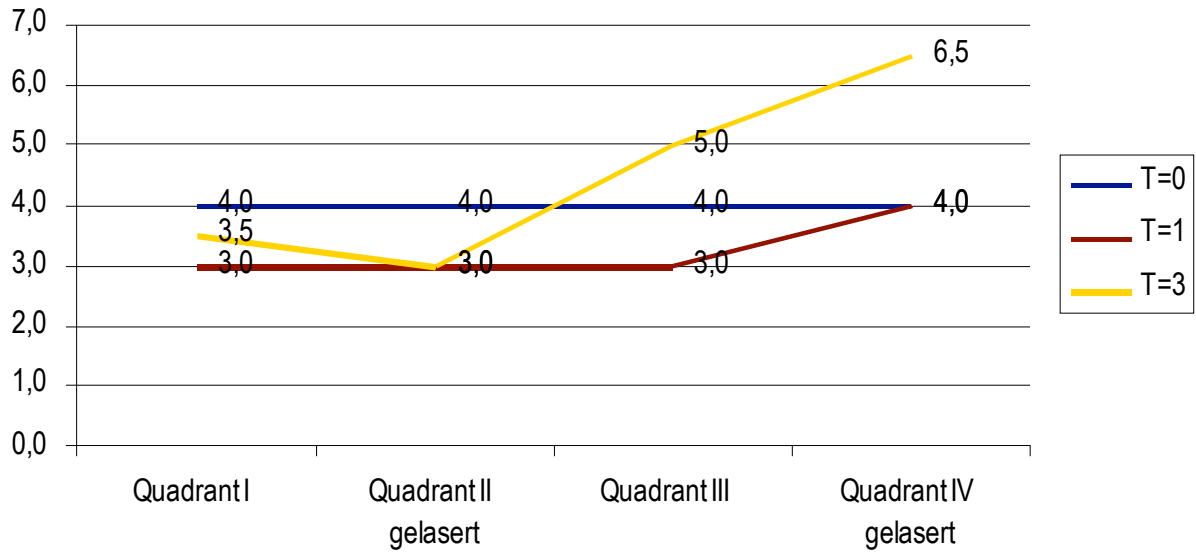
Patient 5 T=0 angepasst



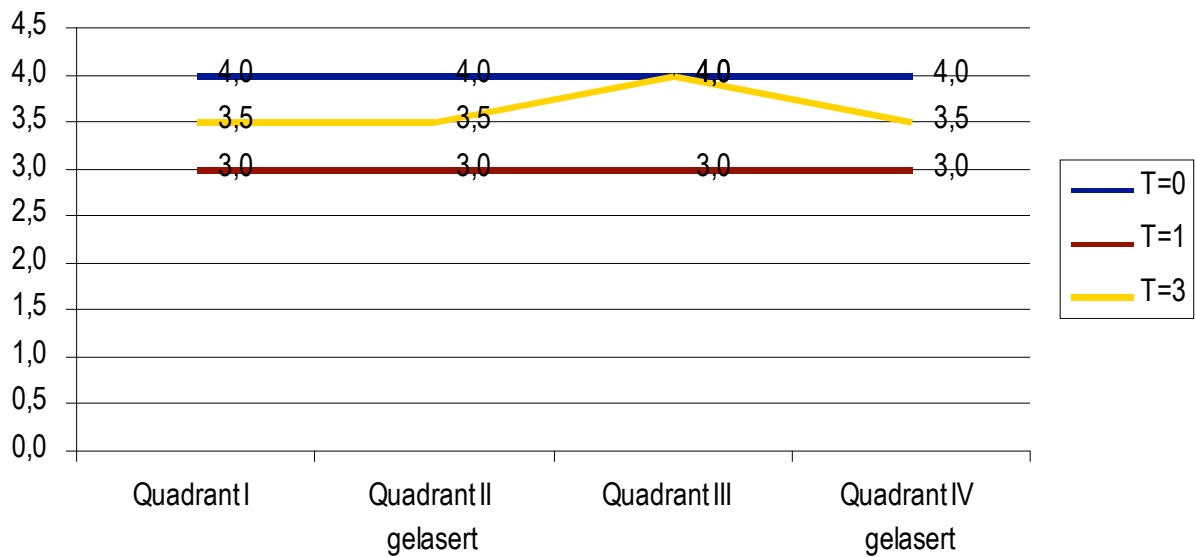
Patient 6 T=0 angepasst



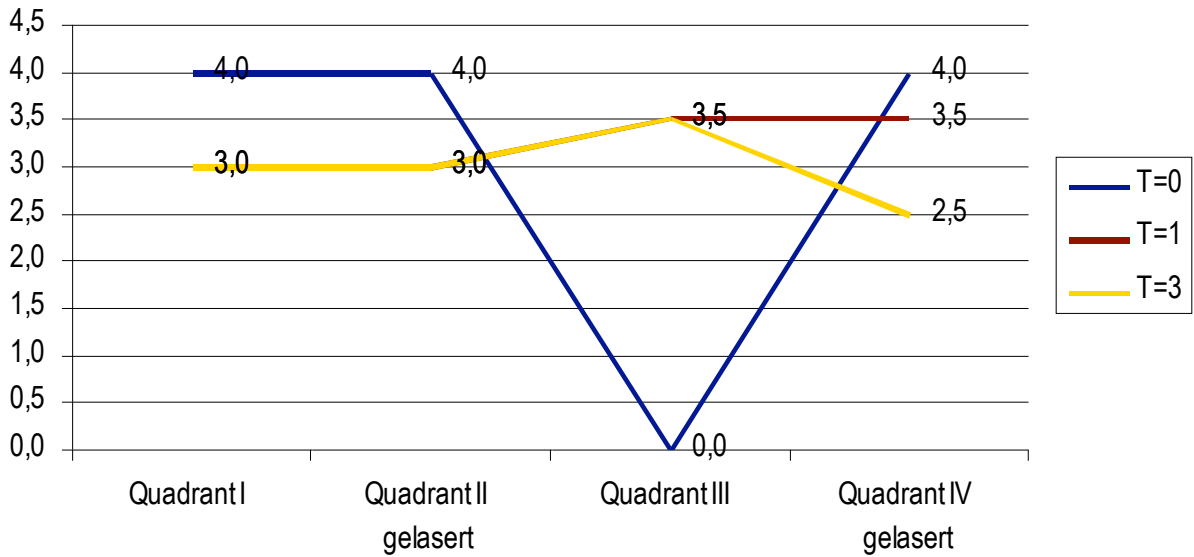
Patient 7 T=0 angepasst



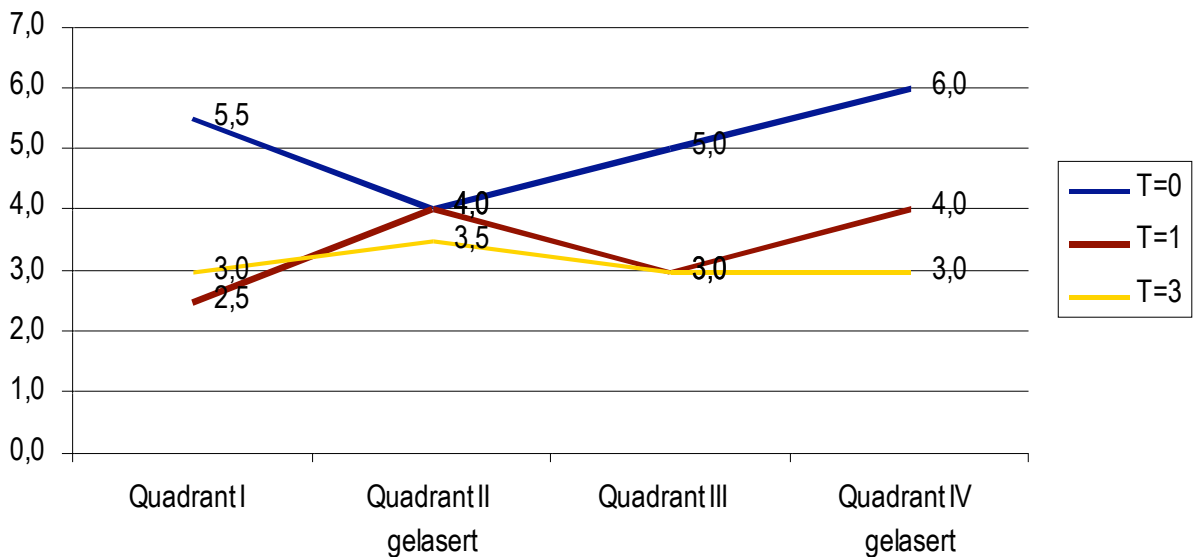
Patient 8 T=0 angepasst



Patient 9 T=0 angepasst



Patient 10 T=0 angepasst



Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Norbert Gutknecht für seine Hilfestellung bei der Auswahl des Themas und für die Geduld während der Entstehung dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch Prof. Dr. Georg Conrads und seinem Team des Labors „LCL Biokey“ für die professionelle Untersuchung der von den Patienten entnommenen Proben und die Erstellung der Ergebnisse.

Ich danke auch Herrn Herbert Hirche aus Essen für seine vielen Stunden, die er für die Erstellung der profunden statistischen Auswertung der Ergebnisse verbracht hat.

Danke auch an mein gesamtes Praxisteam, insbesondere meiner Kollegin Frau Andra Lipinskaite und meinem Praxismanager Maik Spitzley, ohne die eine Integration dieser Studie in den Praxisalltag nicht möglich gewesen wäre.

Den Patienten, die sich für die vorliegende Studie zur Verfügung gestellt haben, bin ich ebenfalls zu Dank verpflichtet.

Lebenslauf

persönliche Angaben

Familienstand:

verheiratet mit Diana Svoboda seit 1996, eine Tochter geboren am 05.11.1996

Geburtsdatum: 05.09.1959

Geburtsort: Pressburg (Tschechoslowakei)

Ausbildung

1968-1974 Grundschule in Erfurt

1974-1978 Gymnasium „Heinrich Mann“ in Erfurt

1978 Abitur

1978-1983 Studium der Zahnmedizin in Leipzig und in Erfurt

1983 Staatsexamen und Diplom in Erfurt

1996 Promotion zum Dr. med. dent. an der Universität Witten-Herdecke

seit 2004 Studium in Aachen zum „Master of Science in Lasers in Dentistry“

seit 2005 Studium an der Steinbeis Universität in Berlin in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI) zum „Master of Science in oral implantology“

beruflicher Werdegang

1983-1984 Assistenz Zahnarzt in Erfurt

1984 Übersiedlung in die Bundesrepublik Deutschland

1985-1987 Assistenz Zahnarzt in freier Praxis

1987-1990 Praxisvertretungen in freier Praxis

seit 1990 niedergelassen in freier Praxis in Duisburg,

seit 2002 zahnärztliche Leitung der „diPura“ Zahnklinik in Essen

Hobbies

Skifahren, Segeln, Musik (Geige, Gitarre, Vorliebe für Folk- und Rockmusik)