

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin
Abteilung für Oralmedizin, Zahnärztliche Röntgenologie und Chirurgie

DISSERTATION

**Untersuchung zur Primärstabilität
zweier dentaler Implantatsysteme
mittels Resonanz-Frequenz-Analyse
in vivo**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Zahnärztin Annette Rabel
aus Berlin

Gutachter:

1. Prof. Dr. A. M. Schmidt-Westhausen

2. Prof. Dr. Dr. V. Strunz

3. Prof. Dr. G. Wahl

Datum der Promotion: 07.12.2007

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	7
2.	LITERATURÜBERSICHT	8
2.1.	Geschichte der dentalen Implantologie	8
2.2.	Zur Bedeutung des Implantatlagers	10
2.2.1.	Knochenquantität	10
2.2.2.	Knochenqualität	11
2.2.3.	Bestimmung der Knochenqualität	14
2.3.	Knöcherne Implantateinheilung.....	15
2.3.1.	Allgemeines	15
2.3.2.	Histopathologie	16
2.3.3.	Biomechanik	19
2.4.	Primärstabilität	21
2.4.1.	Allgemeines	21
2.4.2.	Implantateindrehmoment	23
2.4.3.	Resonanz-Frequenz-Analyse.....	25
2.5.	Prothetische Sofortversorgung.....	31
2.5.1.	Allgemeines	31
2.5.2.	Titanmagnete	35
3.	FRAGESTELLUNG	37
4.	MATERIAL UND METHODE.....	38
4.1.	Patienten.....	38
4.2.	Implantation	40
4.2.1.	Das Ankylos [®] -Implantat	42
4.2.2.	Das Camlog [®] -Implantat.....	44
4.3.	Klinische Untersuchungsmethoden.....	48
4.3.1.	Messung des Eindrehmomentes.....	48
4.3.2.	Resonanz-Frequenz-Analyse.....	49
4.4.	Statistische Auswertung.....	52
4.4.1.	Deskriptive Auswertung	52
4.4.2.	Statistische Analyse	53
5.	ERGEBNISSE	55
5.1.	Implantate	55
5.1.1.	Topographische Verteilung	55

5.1.2.	Implantatgrößen	57
5.1.3.	Verlustrate.....	59
5.2.	Implantateindrehmoment	60
5.2.1.	Drehmomentverlaufskurven	60
5.2.1.1.	Implantatsysteme	60
5.2.1.2.	Knochenqualität	67
5.2.2.	Drehmomentmaxima.....	71
5.2.3.	Drehmoment und Resonanz-Frequenz-Analyse	73
5.3.	Resonanz-Frequenz-Analyse.....	78
5.3.1.	RFA nach unbelasteter Implantateinheilung	78
5.3.2.	RFA bei prothetischer Sofortversorgung	81
6.	DISKUSSION.....	85
6.1.	Diskussion von Material und Methode	85
6.1.1.	Implantatsysteme	86
6.1.2.	Drehmomentmessung.....	87
6.1.3.	Resonanz-Frequenz-Analyse.....	88
6.2.	Diskussion der Ergebnisse.....	89
6.2.1.	Implantatsysteme	89
6.2.2.	Drehmomentkurven.....	90
6.2.3.	Drehmomentmessung	93
6.2.4.	Resonanz-Frequenz-Analyse.....	95
6.2.4.1.	Implantatsysteme	95
6.2.4.2.	Lokalisation	96
6.2.4.3.	Unbelastete Implantateinheilung	97
6.2.4.4.	Prothetische Sofortversorgung.....	99
7.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	101
8.	ZUSAMMENFASSUNG	102
9.	SUMMARY	103
10.	LITERATURVERZEICHNIS.....	104
11.	ANHANG	121
11.1.	Danksagung.....	121
11.2.	Curriculum vitae	122
11.3.	Veröffentlichungen	123

8. Zusammenfassung

Ziel: Die Primärstabilität ist besonders im Hinblick auf eine prothetische Sofortversorgung ein wichtiger Parameter für die Implantatprognose. Ziel dieser Studie war es zu überprüfen, ob die Primärstabilität gemessen anhand der Resonanz-Frequenz-Analyse (RFA) bei einem selbstschneidenden sowie einem nicht-selbstschneidenden Implantatsystem mit dem Eindrehmoment korreliert. Zusätzlich wurde die Primärstabilität beider Systeme verglichen. **Material und Methode:** Bei 263 Patienten wurden 602 Implantate inseriert: 408 konische, nicht-selbstschneidende Ankylos[®] und 194 wurzelanaloge, selbstschneidende Camlog[®] (Root-Line-Typ). Intra operationem wurde das jeweilige Implantateindrehmoment mit seinem Verlauf ermittelt. Direkt post implantationem erfolgte die Messung der RFA als Implantat-Stabilitäts-Quotient (ISQ). Diese wurde mit einer weiteren RFA drei Monate später nach Implantatfreilegung bei unbelasteter Einheilung in Relation gesetzt. **Ergebnisse:** Innerhalb eines Jahres kam es zu einem Verlust von neun Implantaten (1,5%). Die signifikant höheren Drehmomentmaxima wies das nicht-selbstschneidende System auf ($p=0,023$), wobei die Medianwerte der RFA beider Systeme nahezu identisch waren ($p=0,956$). Auch die Drehmomentkurven mit nahezu konkaven Verläufen und terminalem deutlichen Drehmomentanstieg kurz vor dem Insertionsende beim Ankylos[®]-System im Gegensatz zu den fast linearen Kurven ohne Wertanstieg beim Camlog[®]-System deuten auf dessen höhere Primärstabilität hin. Insgesamt konnte keine Korrelation zwischen den Drehmomentwerten und der RFA festgestellt werden ($r=0,305$; $p=0,005$). Jedoch zeigte sich ein Zusammenhang innerhalb beider Implantatsysteme bezüglich der RFA direkt postoperativ und nach drei Monaten bei unbelasteter Implantateinheilung ($r=0,712$; $p<0,001$). **Schlussfolgerungen:** ISQ-Werte verschiedener Implantatsysteme scheinen nicht vergleichbar zu sein. Innerhalb desselben Systems jedoch besteht bei Verlaufsmessungen eine Korrelation, wobei Mehrfachmessungen über einen längeren Zeitraum nötig sind. Die RFA als alleinige Methode zur Quantifizierung der Implantatstabilität scheint nicht empfehlenswert. Das nicht-selbstschneidende Implantatsystem wies gegenüber dem selbstschneidenden System eine höhere Primärstabilität auf und scheint somit für die sofortige prothetische Versorgung besser geeignet.

9. Summary

Objective: Primary stability has a major impact on the long term success of dental implants and the loading concept. However, non-invasive quantification does not exist. Recent data on resonance frequency analysis (RFA) of implants, a non-invasive, *in vivo* technique seems to be promising. Aim of this study was to investigate the correlation of resonance frequency values and torque values of self tapping and non-self-tapping dental implants and their different primary stability.

Design: A group of 263 patients were treated with a total of 602 dental implants: 408 conical formed, non-self-tapping Ankylos[®] implants and 194 self-tapping Camlog[®] implants. The maximum insertion torque during implant placement was recorded. Resonance frequency was measured as the implant stability quotient (ISQ) once immediately after insertion and twice three months later.

Results: After one year nine failures were observed (1.5%). Torque values of the non-self tapping implants were significantly higher than those in the self tapping group ($p=0.023$). Resonance frequency values did not show differences between these two groups ($p=0.956$). Nevertheless, a correlation between ISQ values after implantation and three months after implant placement has been found ($r=0.712$; $p<0.001$). Within the implants systems, no correlation between insertion torque and resonance frequency values was observed ($r=0.305$; $p=0.005$).

Conclusion: Our study indicates that ISQ values obtained from different implant systems are not comparable. The resonance frequency analysis seemed not to be suitable for evaluation of implant stability used as the only method. Higher insertion torque of the non-self tapping Ankylos[®] implants appeared to confirm higher clinical primary stability.

11. Anhang

11.1. Danksagung

Herrn Privatdozent Dr. Dr. Steffen G. Köhler danke ich sehr herzlich für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die Möglichkeit der Durchführung dieser Promotion in seiner Praxis.

Ganz herzlich danke ich Frau Prof. Dr. Andrea Maria Schmidt-Westhausen für die Übernahme der Arbeit und die stets freundliche und äußerst kompetente Betreuung meiner Doktorarbeit. Ich konnte jederzeit auf Ihre Unterstützung und Ihre wertvollen Anregungen bauen.

Für die statistische Auswertung und zahlreiche wertvolle Ratschläge sei ganz besonders Herrn Dr. Markus Roggensack gedankt.

Herrn Carsten Gode danke ich für die unendliche Geduld, sein großes Verständnis und stete Motivation.

Abschließend geht mein größter Dank an meine Familie, die mich jederzeit mit ermunternden Worten und guten Ratschlägen unterstützte und ohne die diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Danke.

11.2. Curriculum vitae

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

11.3. Veröffentlichungen

Teile dieser Studie wurden bereits folgendermaßen publiziert:

Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM:

Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clinical Oral Investigations* 2007;11(3):257-265.

Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM:

Klinische Studie zur Primärstabilität zweier dentaler Implantatsysteme mittels Resonanz-Frequenz-Analyse. *Int Poster J Dent Oral Med* 2007;9(2): Poster 358.

Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM:

Klinische Studie zur Primärstabilität zweier dentaler Implantatsysteme mittels Resonanz-Frequenz-Analyse. Posterpräsentation auf der 56. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie vom 25.-27. Mai 2006 in Wiesbaden.

Erklärung

Ich, Annette Rabel, erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Untersuchung zur Primärstabilität zweier dentaler Implantatsysteme mittels Resonanz-Frequenz-Analyse in vivo“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

14. Juni 2007

Annette Rabel