

Implantologie & Prothetik



Dr. Dennis Tarnow, New York

Kurhaus Baden-Baden

21.06.2013- 22.06.2013

Bericht von:
ZÄ Palwascha Amiri, Ulm
Dr. Julia Glögger, Ulm

Inhaltsverzeichnis

1	Lebenslauf Dr. Dennis Tarnow	4
2	Einführende Worte	5
3	Extrahieren oder Erhalten?	5
4	Alveolenmanagement	8
4.1	Alveolenklassifikation	8
4.1.1	Typ I	8
4.1.2	Typ II	10
4.1.3	Typ III	11
4.1.4	Zusammenfassung	12
4.2	Molarenklassifikation	12
4.2.1	Typ A	12
4.2.2	Typ B	12
4.2.3	Typ C	12
4.3	Primäre Deckung versus sekundäre Wundheilung	13
4.4	Jumping Distance	14
4.5	Fazit	14
4.6	Gegenstände zukünftiger Forschung	14
5	Lappenmobilisation versus lappenfreier Implantation	15
5.1	Lappenbildung	15
5.2	Stanzung	16
5.3	Transgingivale Implantat-Insertion	16
5.4	Fazit	17
6	Implantatdesign	18
6.1	Implantatoberflächen	18
6.1.1	Kommentare zu HA-, Ti-, SLA-Beschichtung	19
6.2	Implantatgröße	20
6.3	Einteilige versus zweiteilige Implantate	21
6.4	Farbwahl für die Abutments	21
6.5	Die Rolle der attached Gingiva für den Implantaterfolg	22
6.6	Fazit	22
7	Implantation	23
7.1	Sofortimplantation versus verzögerte Implantation	23
7.2	Implantatpositionierung	23

7.3	Art des Transplantats	23
7.4	Indikation von Antibiotikagabe	24
7.5	Osseointegration	24
7.6	Biologische Breite.....	25
7.7	Attached Gingiva	27
7.8	Col und Papille	27
7.9	Fazit.....	29
8	Platform Switching	30
8.1	Definition	30
8.2	Indikationen	30
8.3	Fazit.....	31
9	Sofortbelastung	32
9.1	Definition	32
9.2	Stabilitätskurven	32
9.3	Tipps von Dr. Tarnow für eine Sofortbelastung in Okklusion	34
9.4	Fazit.....	35
10	Problemfälle/ Komplikationen	36
10.1	Abutmentlockerung.....	36
10.2	Implantatversagen.....	36
10.3	Weichgewebsverlust.....	38
10.4	Risikofaktor "Rauchen"	39
10.5	Risikofaktor "Alter".....	40
11	Abschließende Worte	41
12	Literaturangaben	42

1 Lebenslauf Dr. Dennis Tarnow

Dennis P.Tarnow ist derzeit Clinical Professor für Parodontologie und leitet die implantologische Ausbildung an der Columbia School of Dental Medicine.

Davor war er Professor und Chairman der Abteilung für Parodontologie und Implantologie am New York University College of Dentistry.

Dr. Tarnow ist zertifizierter Parodontologe und Prothetiker sowie Diplomat des American Board of Periodontology. Von der American Academy of Periodontology wurde er mit dem "Master Clinician Award" und von der New York University mit dem "Teacher of the Year Award" ausgezeichnet.

Ein Flügel des New York University College of Dentistry wurde nach ihm benannt. Dr. Tarnow ist in privater Praxis in New York City tätig und hat über hundert Artikel über Parodontalprothetik sowie Implantologie veröffentlicht. Er ist Mitautor von drei Büchern, u.a. "Aesthetic Restorative Dentistry". Seine umfangreiche Vortragstätigkeit erstreckt sich auf die USA sowie über 30 weitere Länder.

2 Einführende Worte

Anlässlich der 200. GAK-Veranstaltung präsentierte uns der renommierte Parodontologe und Implantologe Dr. Dennis Tarnow in einer zweitägigen Vortragsreihe die aktuellen Trends und Innovationen auf seinem Spezialgebiet.

Die Vorträge beeindruckten dabei durch Ihre Praxisnähe und Ihre interaktive Gestaltung. So begann Dr. Tarnow seine Vortragsreihe mit einer ausführlichen Fragerunde, in der die Teilnehmer ihre individuellen Fragen zu den verschiedenen Themenkomplexen stellen konnten. Diese Fragen griff er dann während seiner Vorträge wieder auf und beantwortete sie anschaulich an Hand konkreter Fallbeispiele und auf Basis aktueller, internationaler Studien.

Rückblickend gelang es Dr. Tarnow dabei, sämtliche aktuelle Fragestellungen aus dem umfangreichen Themengebiet der Implantologie und Parodontologie abzudecken und etwaige Unklarheiten von Seiten der Zuhörer zu beseitigen. Gleichzeitig lieferten seine Vorträge aber auch viele neue Denkanstöße, die verdeutlichen, dass trotz der vielen neuen Erkenntnisse der jüngeren Forschung noch immer einige Fragestellungen nicht abschließend geklärt sind.

Auf den folgenden Seiten finden Sie die wichtigsten Fakten der Vorträge von Dr. Tarnow zusammenfassend dargestellt.

3 Extrahieren oder Erhalten?

Bezüglich dieser Fragestellung gab uns Dr. Tarnow folgende Anhaltspunkte:

Pfeiler einer intakten Brücke außerhalb der ästhetischen Zone mit geringem parodontalen Knochenrückgang und Zähne, die keine besonders aufwendige Restauration benötigen, sind tendenziell zu erhalten. Im Gegensatz dazu sind Zähne mit Furkationsbeteiligung Grad II oder Grad III und tiefen vertikalen Defekten, an denen die PA-Chirurgie nur auf Kosten der Papillenästhetik und der Nachbarzähne erfolgen kann, eher zu extrahieren. Zähne, die eine chirurgische Kronenverlängerung benötigen, haben bei Vorliegen eines besonders flachen Vestibulums ebenfalls keine gute Langzeitprognose.

Dr. Tarnow empfiehlt auch die rechtzeitige Extraktion nicht-erhaltungswürdiger Zähne bei Patienten, die besonders anfällig gegenüber Parodontitis sind, da der Erhalt solcher Zähne zu vermehrtem und raschem Knochenverlust führen würde. Eine PA-Chirurgie mit Gefahr eines starken Knochenverlusts sollte unbedingt unterbleiben, wenn ersichtlich ist, dass weniger als 10 mm Restknochenhöhe für eine spätere Implantation erhalten bleiben können. Statt dessen sollte in diesem Fall der Zahnextraktion Vorzug gegeben werden.

Auch die psychischen Bedürfnisse des Patienten dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Den Patienten, die emotional besonders labil sind, sollte man das Vorhaben, einen oder mehrere Zähne zu extrahieren, schonend beibringen bzw. versuchen, eine Extraktion möglichst zu vermeiden.

Allerdings hat sich bisher auch gezeigt, dass Patienten, die bereits erfolgreiche Implantationen hatten, gewöhnlich eher zu Implantaten tendieren, wenn sie die Entscheidungswahl haben.

Zusammenfassend können folgende Aspekte als Entscheidungshilfe dienen, ob ein Zahn extrahiert oder erhalten werden soll:

- Defektgröße
- Behandlungsbedürftigkeit
- Endodontischer Zustand
- Parodontaler Knochenrückgang
- Misserfolgsrate

- Ästhetische Faktoren
- Psychische Bedürfnisse des Patienten
- Anatomische Faktoren („die 10mm-Richtlinie“)
- Zustand der Nachbarzähne (parodontal, restaurativ, endodontisch)
- Finanzielle Faktoren

Grundsätzlich gilt, wir müssen nicht jeden Zahn erhalten, nur weil es evtl. möglich ist und wir sollten immer „multi-disziplinär denken“, so der Referent.

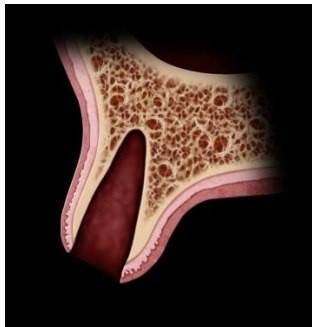
Was die Knochenresorption einer Alveole nach Zahnextraktion angeht, betont Dr. Tarnow, dass diese nicht bis ans Lebensende fortschreitet. In der Regel liegt drei bis vier Monate nach der Extraktion ein abgeheilter Kieferkamm vor. Allerdings beträgt die Resorption, die bei Belastung des Kieferkamms mit Prothesen durch Drucknekrosen entsteht, ca. 40% in den ersten zwei Jahren, in den weiteren fünf Folgejahren ungefähr fünf Prozent. Durch eine Implantation kann diese Resorption gestoppt werden. Jedoch nicht durch den Implantatreiz, sondern dadurch, dass die Drucknekrose durch die Prothesenbelastung sistiert.

4 Alveolenmanagement

4.1 Alveolenklassifikation

Je nach Zustand des Weichgewebes und der bukkalen Lamelle können nach der Extraktion drei verschiedene Alveolentypen unterschieden werden:

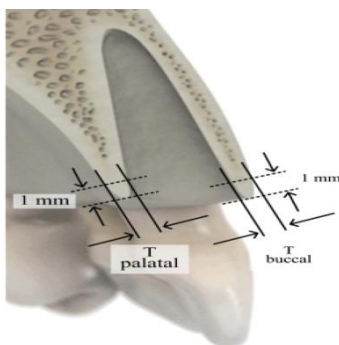
4.1.1 Typ I



Bei der Typ I Alveole ist nach der Extraktion Weichgewebe vorhanden und die bukkale Lamelle ist maximal 3-4 mm vom Gingivasaum entfernt. Ist dieser Zustand nach der Extraktion gegeben, so kann eine Sofortimplantation durchgeführt werden.

Um bei der Extraktion die bukkale Lamelle möglichst immer erhalten zu können, empfiehlt Dr. Tarnow, keine Universalzangen zu verwenden. Er verweist auf Zangen mit kleineren Branchen, mit denen man die Frontzähne mit vorsichtigen rotierenden Bewegungen extrahieren sollte. Um frakturierte Wurzelspitzen knochenschonend zu extrahieren benutzt er Desmodontraspatorien, die Ähnlichkeit mit einem Periotom haben. Eine Teilung des Zahns sollte, wenn überhaupt, nur in bucco-orale Richtung erfolgen, wobei nach mesial oder distal gehebelt werden sollte. Die Gefahr, dass bei der Luxation die bukkale Lamelle frakturiert, ist bei der Teilung in mesio-distale Richtung zu groß.

Außerdem empfiehlt uns Dr. Tarnow, wann immer möglich eine Extraktion ohne Lappenmobilisation durchzuführen. Grund hierfür ist die Durchblutung der bukkalen Lamelle, die über das Desmodont, das Periost sowie das Knochenmark erfolgt. Der



wichtigste Anteil, das Desmodont, wird bereits bei der Zahnextraktion zerstört. Da die Dicke der bukkalen Lamelle bei über 90% der Patienten maximal einen Millimeter beträgt, bei 66% sogar nur 0,5 mm, ist in der bukkalen Lamelle kaum Mark und somit Durchblutung zu erwarten [1]. Bei einer Lappenmobilisation würde somit ein weiterer wichtiger Teil der Blutversorgung, nämlich das Periost

verletzt werden, woraus eine bucco-orale Resorption von bis zu 4,5 mm und eine vertikale Veränderung von über einem Millimeter resultieren kann [2]. Allerdings

liegen derzeit nur begrenzt Daten zur Knochenresorption an Frontzähnen beim lappenfreien Vorgehen vor. Erste Studien zeigen jedoch mit nur 0,9-1mm Resorption in bucco-oraler Ausdehnung erfolgsversprechende Ergebnisse.

Eine dieser Studien stellt eine multizentrische Untersuchung von Dr. Tarnow dar. In dieser Studie wurde die bucco-orale Resorption von vier verschiedenen Patientengruppen nach lappenfreier Sofortimplantation im Frontzahnbereich verglichen. Die Patientengruppen unterschieden sich hinsichtlich einer vorhandenen oder fehlenden provisorischen Versorgung und/ oder eines vorhandenen oder fehlenden Knochentransplantats und waren wie folgt eingeteilt:

	Implantation ohne Provisorium	Implantation mit verschraubtem Provisorium
Implantation ohne Knochentransplantat	Gruppe 1	Gruppe 2
Implantation mit Knochentransplantat	Gruppe 3	Gruppe 4

In dieser Studie resultierte in der Gruppe 1 ein bucco-oraler Knochenverlust von 1 mm, in der Gruppe 2 waren dies weniger als 1mm, in der Gruppe 3 sogar weniger als 0,5mm und innerhalb der Gruppe 4 konnten minimale bis keine Veränderungen festgestellt werden [3].

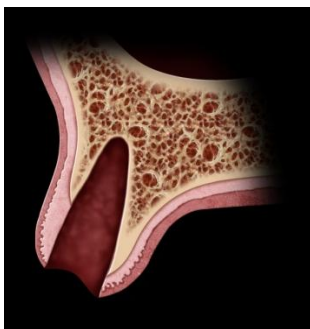
Die Provisorium-Herstellung demonstrierte Dr. Tarnow anhand eines Fallbeispiels. Anhand eines ausgegossenen Alginatabdrucks ließ er im Labor ein Schalenprovisorium anfertigen, welches er in situ mit Kunststoff auffüllte. Wichtig waren ihm dabei die Herstellung von Kontaktpunkten sowie eine sehr gute Politur. Außerdem sollte die Ausformung des Weichgewebes mittels Provisorium zementfrei erfolgen. Vor Eingliederung des Provisoriums füllte er den Spalt zwischen Implantat und Knochenlamelle bis zum Gingivasaum mit Bio Oss Kollagen und schraubte das Provisorium fest. Dabei wurde der Überschuss an Bio Oss aus dem Sulkus herausgedrückt. Das Provisorium wurde außer Okklusion geschliffen und der Patient wurde nach dieser Sofortimplantation angewiesen, zwei Monate lang nichts Hartes zu essen. Im weiteren Verlauf konnte an diesem Patient keine bucco-orale Knochenresorption festgestellt werden.

Bei Entfernung des Provisoriums konnte eine Blutung der Gingiva festgestellt

werden. Das Epithel hatte sich an die glatte Oberfläche des Provisoriums angeheftet und war bei der Entfernung des Provisoriums abgerissen. Laut Dr. Tarnow ist dies ein Zeichen für eine optimale Heilung, auf Basis derer langfristig die besten klinischen Resultate erzielt werden.

Allerdings betont Dr. Tarnow, dass durch eine Sofortimplantation nicht der Umbauprozess der bukkalen Lamelle verhindert werden kann. In einer Studie von Auraujo et al. konnte gezeigt werden, dass die resultierende Höhe der bukkalen und lingualen Lamelle an sofortimplantierten so wie an zahnlosen Stellen nach drei Monaten vergleichbar war [4]. Dies bedeutet, dass ein Knochenumbau stattfindet, unabhängig davon, ob sofort implantiert wird oder nicht und die bukkale Lamelle auch bei einem Sofortimplantat verloren gehen kann, wenn sie zu dünn ist. Ein Implantat dient also nicht dazu, die bukkale Lamelle zu erhalten.

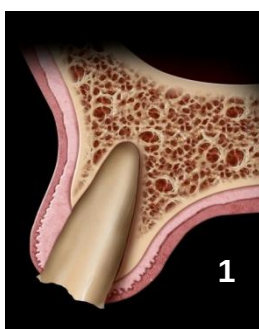
4.1.2 Typ II



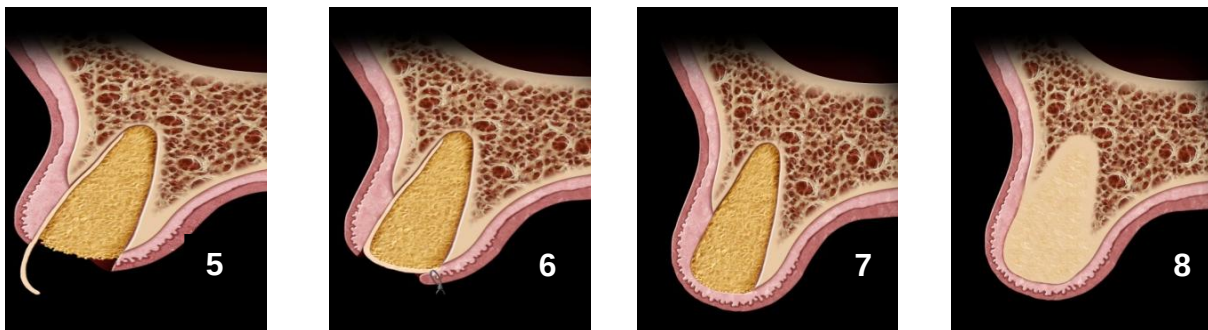
Bei der Typ II Alveole ist nach Extraktion zwar Weichgewebe vorhanden, die bukkale Lamelle ist jedoch über 5 mm vom Gingivasaum entfernt. Dieser Alveolen-Typ stellt eine Kontraindikation für eine Sofortimplantation in der ästhetischen Zone dar. Eine Integration des Implantats wäre zwar möglich, jedoch wäre das Rezessionsrisiko sehr hoch.

Deshalb gilt: **"No buccal plate, no implant at the same time!"**

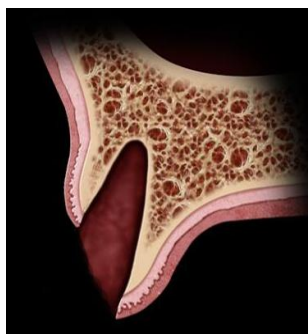
Alveolen vom Typ II therapiert Dr. Tarnow mit dem sogenannten Eiswaffelprinzip. Dazu extrahiert er den Zahn schonend (Abb. 1 und 2) und bringt eine Membran in der Form einer Eiswaffel mit Eiskugel (Abb. 3) von bukkal her ein (Abb. 4). Wichtig ist dabei, dass sich die Membran nicht zusammenfaltet, wenn sie feucht wird, sodass bukkal eine starre Kollagenmembran die Alveole offen hält. Hierzu ist seiner Meinung nach die BioMend Extend Membran von der Firma Zimmer geeignet.



Die Alveole wird nun mit Knochentransplantat gefüllt (Abb.5), die Membran nach palatinal geklappt und dort mit Nähten fixiert (Abb.6). Bukkal sind keine Nähte notwendig, die Knochenpartikel halten dort die Membran an der richtigen Stelle. Die Membran verhindert das Einwachsen von Bindegewebe (Abb.7), sodass ungestört Knochen gebildet werden kann (Abb.8). Pro Monat schreitet die Kalzifizierung um ca. einen Millimeter von jeder Alveolenwand voran, sodass nach einer Wartezeit von vier Monaten die Implantation vorgenommen werden kann. Während dieser Zeit können ein paar Knochenpartikel nach außen dringen, was aber kein Problem darstellt. Eine Studie von Dr. Tarnow zeigte, dass mit diesem Eiswaffelprinzip die bukkoralen Veränderungen im Durchschnitt 1,3 mm betragen [5].



4.1.3 Typ III



Bei der Typ III Alveole sind weder Weichgewebe noch eine bukkale Lamelle vorhanden, weshalb auch dieser Typ eine Kontraindikation für Sofortimplantation in der ästhetischen Zone darstellt.

Anhand eines Fallbeispiels demonstrierte Dr. Tarnow auch für diese Situation sein Vorgehen. Nach der Zahnextraktion wartet Dr. Tarnow ca. zehn Wochen, bis das Bindegewebe so weit regeneriert ist, dass eine Knochenaugmentation mit körpereigenem Gewebe spannungsfrei gedeckt werden kann. Gewebe zur Deckung aus dem Gaumen entnimmt er ungern, da das Gaumengewebe heller ist als die Gingiva an dieser Stelle. Gleichzeitig bildet sich auch von palatinal her Knochen. Nach diesen 2-3 Monaten bildet er papillenschonend einen Lappen und kann mit Hilfe eines Entlastungsschnitts das eingebrachte kondensierte Knochenaugmentat spannungsfrei decken. Anstatt einer Kollagenmembran bringt er lieber eine Dermis ein, da die Kollagenmembran zu schnell resorbiert wird.

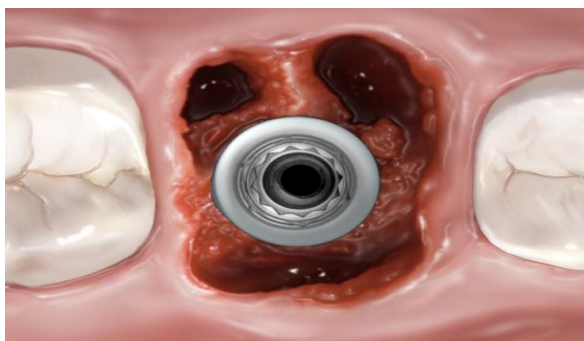
4.1.4 Zusammenfassung

Alveolenklassifikation	Sofortimplantation in der ästhetischen Zone
TYP I	ja
TYP II	Nein "No buccal plate, no implant!"
TYP II	Nein "No buccal plate, no implant!"

4.2 Molarenklassifikation

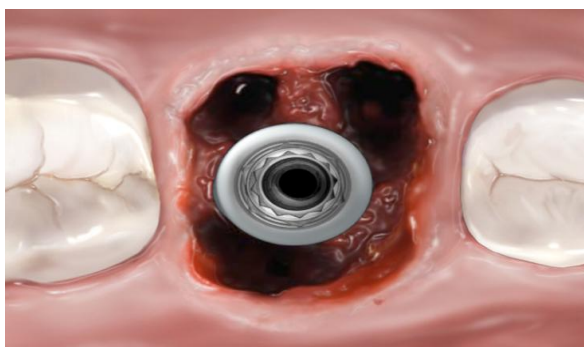
Relativ neu ist die Molarenklassifikation. Je nach Beitrag des Molarenseptums zur Stabilisierung des Implantats werden die Molaren in die Gruppen A bis C eingeteilt.

4.2.1 Typ A



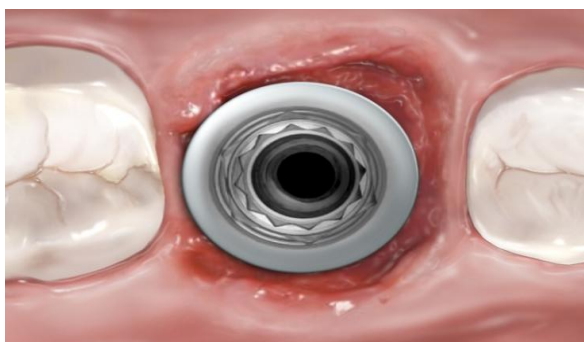
Der Implantatkörper kann direkt in das Knochenseptum eingebracht werden und ist somit vollständig von Knochen umgeben.

4.2.2 Typ B



Das Septum reicht aus, um das Implantat zu stabilisieren, jedoch ist der Implantatkörper nicht in seiner ganzen Zirkumferenz von Knochen umgeben.

4.2.3 Typ C



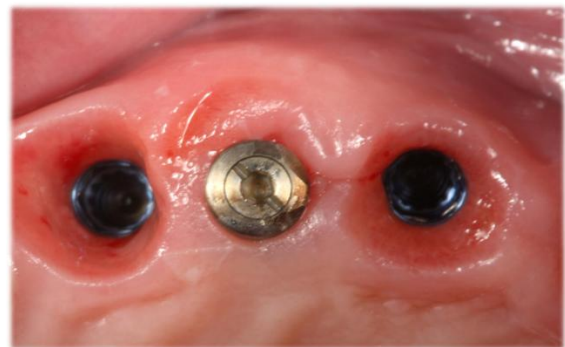
Beim Typ C ist nur ein minimales bis kein Knochenseptum vorhanden. Deshalb ist durch das Knochenseptum keine Implantatstabilisierung zu erwarten.

4.3 Primäre Deckung versus sekundäre Wundheilung



Dr. Tarnow weist bei der primären Deckung nach Lappenbildung auf folgende Problematiken hin: Zum einen befindet sich die mukogingivale Grenze nach der Lappenbildung im ästhetisch sichtbaren Bereich, d.h. diese Grenzlinie wird bei der Adaptation der Wundränder weiter nach koronal gezogen. Ein weiteres Problem stellt das Einwachsen von Bindegewebe in den Spalt zwischen Implantat und Knochenlamelle dar, sofern dieser Spalt nicht mittels einer Membran abgedeckt wird.

Der Referent stellte uns einen Fall vor, bei dem er nach der Sofortimplantation weder einen primären Wundverschluss durchführte noch Knochenersatzmaterial oder eine Membran in die Jumping Distance einbrachte. Bei diesem Fall gelang die Implantateinheilung und Osseointegration allein durch sekundäre Wundheilungsprozesse [6].



Das Konzept basiert darauf, dass sich im Rahmen der primären OP ein Blutpfropf im Zwischenraum bildet, der sich mechanisch mit dem Gewinde verbindet. Die Thromben lagern sich an die raue Oberfläche an, sodass auch bei der sekundären Wundheilung eine Schutzbarriere gegen das Eindringen von Infektionen besteht. Die sekundäre Wundheilung beginnt mit dem Einwachsen von Blutgefäßen in die Alveole und endet mit der Epithelialisierung nach ungefähr drei Wochen.

4.4 Jumping Distance

Eine Studie von Akimoto et al. untersuchte den Einfluss der Größe der Jumping Distance auf die Knochenheilung rund um das Implantat. Dabei konnte an Hunden gezeigt werden, dass klinisch alle Implantate einheilten und sich der Spalt zwischen Implantat und Alveole mit Knochen füllte.

Histologisch zeigte sich jedoch, dass sich bei zunehmender Jumping Distance der Kontakt zwischen Knochen und Implantat verringerte und sich die Stelle des stärksten Implantat-Knochen-Kontakts weiter nach apikal verlagerte [7].

Laut Dr. Tarnow sollte jeder Spalt zwischen einem Implantat und der Alveolenwand, der größer als 1,5 mm ist, mit Knochenersatzmaterial aufgefüllt werden.

4.5 Fazit

- Wie wirkt sich die Anatomie der Alveole auf den Behandlungsplan aus?
- > Ohne bukkale Lamelle keine Sofortimplantation
- Kann durch Sofortimplantation die bukkale Lamelle erhalten werden?
- > Nein!

Herr Dr. Tarnow betont, dass es wichtig ist, für die jeweilige Lokalisation den richtigen Zeitpunkt für eine Implantation zu wählen. Sein Ratschlag lautet: Keep it simple and successful (KISS)!

4.6 Gegenstände zukünftiger Forschung

- Kann durch das Auffüllen des Spalts mittels eines Transplantats erreicht werden, dass die Gewebshöhe und -breite auch während des Umbaus der bukkalen Lamelle bestehen bleibt?
- Können durch die Anwendung von Platform Switching Rezessionen verhindert werden?
- Kann durch ein vollkonturiertes provisorisches oder individuelles Einheil-Abutment eine schönere Kontur erreicht werden?
- Wirkt sich das Entfernen eines Abutments auf die Gewebshöhe aus?
- Welche Bedeutung hat die Abutmenttextur und Abutmentfarbe für die Ästhetik?
- Sollte das Knochentransplantat resorbierbar sein oder nicht?

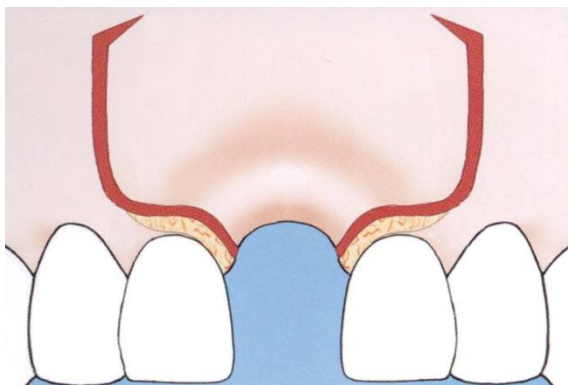
5 Lappenmobilisation versus lappenfreier Implantation

Aufgrund der schlechteren Durchblutung von Knochenlamellen nach Lappenbildung steht Dr. Tarnow der Lappenbildung kritisch gegenüber und versucht, wann immer möglich, Implantationen ohne Lappenbildung vorzunehmen. Er betont, dass das Periost nur solange Periost ist, solange es mit dem Knochen in direktem Kontakt steht. Sobald es abgelöst wurde und nicht mehr direkt dem Knochen anliegt, ist es fibröses Gewebe. Dies führt dazu, dass sich neuer Knochen nur noch vom Knochen aus entwickelt während sich vom "Periost" aus fibröses Gewebe anlagert.

Neben der Implantat-Insertion mittels Lappenbildung stellte er uns zwei lappenfreie Methoden vor und erörterte jeweils die Vor- und Nachteile.

5.1 Lappenbildung

Vorteile	Nachteile
Kein Verlust der befestigten Gingiva	Gingivaschwellung
Schützt das keratinisierte Gewebe bukkal und lingual	Mehr postoperative Beschwerden
Hart- und Weichgewebstransplantat möglich	Krestale Resorption höher
Guter Überblick über die Knochenarchitektur	Sitz der OP-Schablone nicht mehr so stabil
	Längere OP-Dauer



Wenn man sich für eine Implantatinserion mittels Lappenbildung entscheidet, so ist bezüglich des Papillenmanagements besondere Vorsicht geboten. Dr. Tarnow empfiehlt dazu die Durchführung eines papillenschonenden Schnitts, wobei interdental nur sehr sorgfältig abgesaugt werden sollte. Da in der Papille keine elastischen Fasern enthalten sind, kann die Papille im Falle eines Verlusts nicht nachwachsen. So lautet seine einfache Devise: "If it's there, leave it there!"

elastischen Fasern enthalten sind, kann die Papille im Falle eines Verlusts nicht nachwachsen. So lautet seine einfache Devise: "If it's there, leave it there!"

5.2 Stanzung

Vorteile	Nachteile
Keine Schwellung	breite keratinisierte Gingiva notwendig
Keine Naht notwendig	4-5mm der keratinisierten Gingiva werden entfernt
Kürzere OP-Dauer	Schlechte Sichtbarkeit der Knochenarchitektur und der Anatomie
	Kontamination möglich
	Großes Knochenangebot nötig
	Gedeckte Implantateinheilung nicht möglich

Derzeit liegen nur wenige Studien zur Implantatinserktion mittels Stanzung vor. Die Implantate in diesen Studien werden alle sofort belastet [8-10]. Dr. Tarnow ist der Meinung, dass Stanzung funktionieren kann, solange keine Fehlbelastung der Implantate vorliegt. Allerdings sollte bei der Freilegung eines Implantats mit nur geringer befestigten Gingiva auf eine Stanzung verzichtet werden.

5.3 Transgingivale Implantat-Insertion

Vorteile	Nachteile
Keine Schwellung	Kontamination möglich
Keine Naht nötig	Schlechte Sichtbarkeit der Knochenarchitektur und der Anatomie
Nur minimales Entfernen keratinisierter Gingiva	Großes Knochenangebot nötig
Wenn nötig Lappenbildung möglich	
Sitz der Bohrschablone stabil	

Bei der transgingivalen Implantat-Insertion sieht Dr. Tarnow als größte Gefahr die Kontamination. Außerdem konnte in einer Studie von Van de Velde et al. in 59,7% der Fälle eine Falsch-Positionierung oder Perforation nach Implantatinserktion festgestellt werden [11].

5.4 Fazit

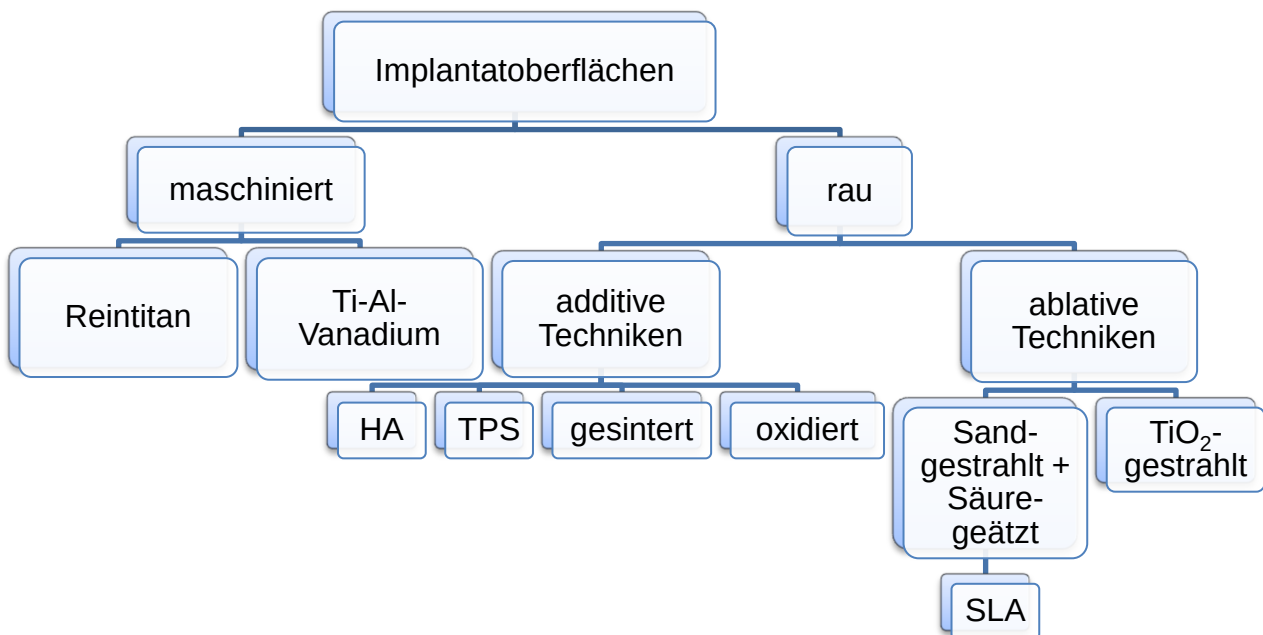
Bisher ist nicht eindeutig belegt, welche der drei Methoden überlegen ist.

Eine Implantatinserterion ohne Lappenbildung sollte nur dann vorgenommen werden, wenn ausreichend Knochenangebot und befestigte Gingiva vorliegen. Dr. Tarnow rät daher zu sorgsamer Fall-Selektion.

Weitere Studien sind notwendig, um die Erfolgsraten aller drei Techniken zu vergleichen.

6 Implantatdesign

6.1 Implantatoberflächen



Die mikromorphologische Beschaffenheit der Implantatoberfläche gilt als wichtiges Kriterium für eine sichere Knochen- und Weichgewebsanlagerung an das Implantat. Sie ist somit wesentlich für den Implantaterfolg und trägt entscheidend zum Periimplantitisrisiko bei. Sowohl für die Primär- als auch für die Sekundärstabilität spielen die Zusammensetzung, Rauigkeit und Topographie der Implantatoberfläche eine wichtige Rolle.

Mit Hilfe des Mittenrauwerths kann die Rauheit einer Implantatoberfläche beschrieben werden. Zur Ermittlung dieses Messwertes wird die Oberfläche des Implantats auf einer definierten Messstrecke abgetastet und sämtliche Höhen- und Tiefenunterschiede der rauen Oberfläche aufgezeichnet. Nach der Berechnung des Integrals dieses Rauigkeitsverlaufes auf der Messstrecke wird abschließend dieses Ergebnis durch die Länge der Messstrecke dividiert.

Dr. Tarnow stellte uns die auf Basis dieses Prinzips erstellte Einteilung der Implantatoberflächen nach Albrektsson et al. wie folgt vor:

Oberflächenrauigkeit	S _a	Beispiele
Glatt	< 0,5 µm	
Minimal rau	0,5-1,0 µm	Maschinen gedreht

Mäßig rau	1,1-2,0 µm	SLA, sandgestrahlt
rau	> 2,0 µm	TPS

Der Vorteil von minimal rauen Implantatoberflächen ist der geringe Plaquebefall, was besonders dann sehr günstig ist, wenn der obere Implantatteil zur Mundhöhle hin frei liegt.

Die Anlagerung des Knochens ist dafür an rauen Implantaten besser. Vor allem bei weichem Knochen ist durch die Verwendung rauer Implantate eine bessere Verankerung im Knochen möglich. Diese haben dafür den Nachteil einer höheren Bakterienbesiedlung, was das Periimplantitisrisiko erhöht. Außerdem ist die Anlagerung der Gingiva propria an die raue Implantatoberfläche nicht möglich.

Die Mehrheit aller gängigen Implantate auf dem Markt sind mäßig rau. Diese scheinen laut einer Studie von Albrektsson et al. gegenüber raueren oder glatteren Implantaten klinisch im Vorteil zu sein. Die Unterschiede sind jedoch gering und häufig nicht statistisch signifikant [12].

6.1.1 Kommentare zu HA-, Ti-, SLA-Beschichtung

Dr. Tarnow rät, keine HA- oder TPS-beschichtete, sondern SLA-beschichtete Implantate zu verwenden.

Bei HA-beschichteten Implantaten fehlt die Glykoproteinschicht. Es besteht ein direkter Kontakt zwischen Knochen und Implantat. Wenn die HA-Beschichtung an den Implantaten bis zum Implantathals reicht, ist die Plaqueanhaftung sehr stark und die biologische Breite kann sich wegen der rauen Oberfläche nicht einstellen. Amorphes HA wird zudem im Gegensatz zum kristallinen Typ durch Säure abgebaut, was beispielsweise im Falle einer Entzündung passiert. Dadurch tritt ein Verlust der Osseointegration ein, das Implantat wird anfällig für eine Periimplantitis.

Titan oxidiert, sobald es in Kontakt mit Sauerstoff gerät. Im Laufe der Zeit finden auch an einem gesunden Implantat Veränderungen der Titanoxidschicht statt. Die Titanoxidschicht wird zunehmend dicker, was auf einen dynamischen Prozess auch an erfolgreichen Implantaten hindeutet. Was genau auf Ionenebene passiert, ist derzeit jedoch noch unbekannt.

Die SLA-Oberfläche entsteht durch Sandstrahlen und anschließendes Ätzen im Säurebad. Konventionelle Titanoberflächen sind hydrophob und stoßen somit Flüssigkeiten ab. Mit der SLA⁺-Beschichtung konnte nach Sandstrahlen und doppelter Säureätzung in N₂-Atmosphäre durch Aufbewahrung in Salzlösung eine stärker hydrophile Oberfläche kreiert werden. Nach Knocheninsertion wird an der Oberfläche sofort eine Oxidschicht gebildet. Durch die hydrophile Reaktion werden Blutkörperchen und Proteine angezogen, was potenziell den Prozess der Knochenbildung um das Implantat fördert. Der Heilungsprozess wird dadurch um ein bis zwei Wochen beschleunigt. Nach zwölf Wochen ist jedoch kein Unterschied mehr an der Kontaktfläche erkennbar.

Insgesamt beschreibt Dr. Tarnow durch Säureätzung ein besseres dreidimensionales Relief, an dem das Blutkoagel besser haften kann, sodass anstatt einer Distanzosteogenese eine Kontaktosteogenese stattfinden kann. Auf diese Weise wird der Prozess der Osteogenese beschleunigt.

6.2 Implantatgröße

Pro Millimeter größerem Implantatdurchmesser vergrößert sich die Implantatoberfläche um 25%. Bei der Verwendung eines größeren Implantatdurchmessers ist die Insertion kürzerer Implantate möglich. Dr. Tarnow rät deshalb, immer den größtmöglichen Implantatdurchmesser zu verwenden. Zur Verwendung von nur fünf bis sechs Millimeter langen Implantaten liegen allerdings noch keine Langzeitdaten vor.

Implantate mit größerem Durchmesser können oft bikortikal stabilisiert werden, wodurch eine höhere Primärstabilität erreicht werden kann. Dies gilt auch für eine Implantation mit Sinuslift, wodurch zusätzlich bei breiteren Implantaten weniger Knochentransplantat benötigt wird.

In Bezug auf Miniimplantate stellt der Referent folgende Studie von Cho et al. vor: In dieser Studie wurden zehn Patienten im zahnlosen atrophischen Unterkiefer mit Miniimplantaten versorgt. Diese wurden mit einer Overdenture sofortbelastet. Die Erfolgsquote mit diesen schmalen Implantaten lag bei knapp 95% [13]. Dr. Tarnow verweist auf die hohe Primärstabilität, die im Unterkiefer auch mit Miniimplantaten erreicht werden kann. Im Oberkiefer liegt die Überlebensrate jedoch aufgrund der geringeren Knochendichte mit 75% wesentlich niedriger.

6.3 Einteilige versus zweiteilige Implantate

Als Vorteil eines einteiligen Zirkonimplantats ist der fehlende Mikropalt, der beim zweiteiligen Implantat immer einen Knochenverlust von 1,5-2 mm mit sich bringt, zu nennen. Die Anwendung eines einteiligen Implantats ist dafür sehr schwierig, da die Positionierung bei der Insertion perfekt sein muss. Abweichungen vom Winkel können nicht durch ein abgewinkeltes Abutment ausgeglichen werden. Deshalb kann eine leicht veränderte Angulation bei der Insertion gleich zu ästhetischen Einbußen führen. Werden die Kronen auf einteiligen Implantaten zu tief zementiert, so entsteht auch an einem einteiligen Implantat eine Reizzone, die zum Knochenabbau von 1,5-2 mm führt.

Zirkonoxid ist darüber hinaus spröde und lässt sich nur sehr schwer ätzen, was die Anwendungsmöglichkeiten dieser Implantate sehr beschränkt. Dr. Tarnow würde bei Patienten mit einer Titan-Allergie nicht als erste Wahl auf Zirkonoxidimplantate zurückgreifen.

6.4 Farbwahl für die Abutments

Bezüglich der Farbauswahl des Abutments wird eine Studie präsentiert, bei der Abutments in verschiedenen Farben hinsichtlich ihrer Optik im Mund untersucht wurden. Dabei konnte anhand spektralphotometrischer Messungen gezeigt werden, dass gelbe und rosafarbene Abutments besser abschneiden als weiße Zirkon- oder graue Metallabutments. Zirkonabutments waren dabei zu hell, Titanabutments zu dunkel.



6.5 Die Rolle der attached Gingiva für den Implantaterfolg

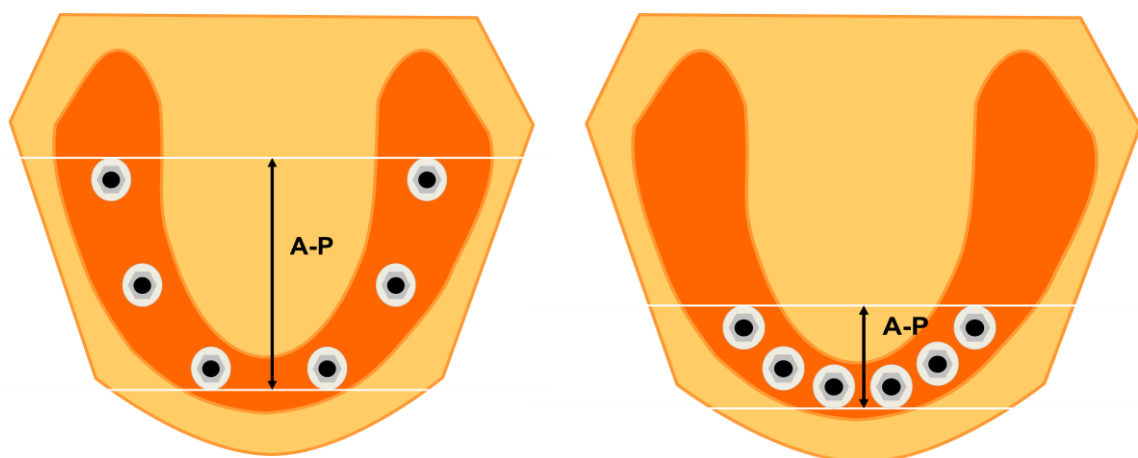
Eine Studie von Wennstrom et al., bei der der Einfluss der mastikatorischen Mukosa auf das periimplantäre Weichgewebe anhand von 171 maschinerten Branemark-Implantaten untersucht wurde, zeigt, dass weder die Breite der attached Gingiva noch die Beweglichkeit des angrenzenden Gewebes einen signifikanten Einfluss auf den Gesundheitszustand des Implantats hatten, was mithilfe des BOP, der Sondierungstiefe, des PCR und GBI ermittelt wurde [14].

Dr. Tarnow schlussfolgerte, dass bei maschinengedrehten Implantaten für den langfristigen Implantationserfolg im Gegensatz zu Implantaten mit texturierter rauer Oberfläche keine Gingiva propria nötig ist, da die Plaqueanhaftung an der Oberfläche von maschinen-gedrehten Implantaten wesentlich geringer ist als an den angerauten Implantaten.

6.6 Fazit

Abschließend nennt der Referent fünf Kriterien, die einen wesentlichen Einfluss auf den Implantaterfolg haben:

1. Die Implantatlänge
2. Der Implantatdurchmesser
3. Die Knochendichte
4. Die Verwendung eines konischen Implantats
5. Polygonale Abstützung mit möglichst großer anteroposteriorer Distanz



7 Implantation

7.1 Sofortimplantation versus verzögerte Implantation

Dr. Tarnow definiert drei verschiedene Zeitpunkte für die Implantation:

- Sofortimplantation (= am selben Tag, nach der Extraktion)
- Frühimplantation (= ca. 8 Wochen nach Extraktion)
- Spätimplantation (= ca. 3-6 Monate nach Extraktion)

Sechs bis acht Wochen nach der Extraktion steht genügend Weichgewebe zur Verfügung, um bei der Implantatinserion eine primäre Deckung zu ermöglichen. Bei Molaren empfiehlt er, mindestens zehn bis zwölf Wochen abzuwarten. Im Frontzahnbereich kann bereits nach sechs Wochen implantiert werden. Grund dafür ist der apikale Knochen, den man für die Primärstabilität des Implantats im Frontzahnbereich zur Verfügung hat, was im Molarenbereich durch die Anatomie (Kieferhöhle, Nerv) nicht gegeben ist.

7.2 Implantatpositionierung

Der Abstand zwischen zwei Implantaten sollte 3 mm, der Abstand zwischen Zahn und Implantat sollte 1,5 mm betragen (Ausnahme: siehe Platform Switching). Wird dieser Abstand nicht eingehalten, so verliert der Zahn aufgrund der horizontalen Komponente des Knochenabbaus Knochen, der interdental die Papille stabilisiert.

Außerdem sollte ein Abstand von 2 mm zwischen Implantat und bukkaler Knochenlamelle eingehalten werden, da sonst - ebenso durch die horizontale Komponente- die bukkale Lamelle abgebaut wird.

7.3 Art des Transplantats

Wird ein Transplantat benötigt, so ist laut Dr. Tarnow nicht unbedingt frischer autologer Knochen nötig. Auch diese Art von Knochen stirbt nach der Transplantation ab, da die Blutversorgung bei der Transplantation abgetrennt wird. Da jedoch im autologen Knochen BMPs enthalten sind, wird zusätzlich zur Platzhalterfunktion der Einheilungsprozess beschleunigt.

Seiner Meinung nach ist noch nicht abschließend geklärt, ob ein resorbierbares oder nicht abbaubares Knochentransplantat besser ist.

Wesentlich für die Einheilung eines Transplantats ist das Blutkoagel. Das Transplantat bleibt nicht am Implantat haften, da die Blutzellen sich ans Implantat anlagern. Die Aufgabe von Knochenersatzmaterialien besteht lediglich darin als Platzhalter zu fungieren, Volumen zu schaffen und die Knochenbildung zu beschleunigen. Aus diesem Grund und zum Schutz des Transplantats vor Bakterien muss das Transplantat mit Blut benetzt werden, auch wenn dies eine erneute Anfrischung des Knochens bedeutet.

7.4 Indikation von Antibiotikagabe

Um das Infektionsrisiko nach der Implantation zu senken, verabreicht Dr. Tarnow den Patienten vor jeder Implantation 1g Amoxicillin. Über die Vorteile einer postoperativen Gabe von Antibiotika sowie Schmerzmedikation gibt es noch keine fundierten Studien.

Wird zusätzlich ein Transplantat benötigt, so setzt er die Antibiose auch postoperativ für eine Woche fort. Mit diesem Einsatz von Antibiotika konnte er die Erfolgsquote nach Implantation erhöhen, was auch durch Studien bereits nachgewiesen wurde.

7.5 Osseointegration

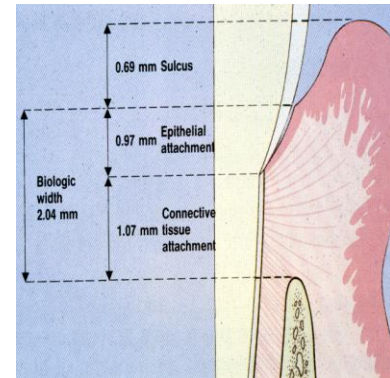
Brånemark definierte den Begriff "Osseointegration" folgendermaßen: Vitales Knochengewebe muss mit der belasteten Implantatoberfläche ohne dazwischenliegendes Bindegewebe in Kontakt stehen [15]. Dabei gilt der direkte strukturelle Kontakt zwischen Knochen und Implantatoberfläche nur für das Lichtmikroskop. Im Elektronenmikroskop kann zwischen dem Titanoxid und dem Knochen eine Glykoproteinschicht (Chondroitinsulfat) von ca 100Å nachgewiesen werden, was zwar keine bindegewebige Zwischenschicht, aber doch einen kleinen Spalt darstellt.

Für die Osseointegration ist immer eine raue texturierte Oberfläche nötig, so der Referent. Deshalb könnte Gold trotz fehlender Oxidschicht integrieren, sobald es maschinengedreht wäre. Poliertes, nicht gedrehtes Titan würde dagegen nicht mehr integrieren. Trifft der Knochen auf einen polierten Kragen, so zieht er sich zurück. Dies macht man sich zunutze, indem man, um beispielsweise Knochenblöcke zu fixieren, nur glatt polierte Schrauben verwendet, um diese jederzeit wieder entfernen zu können.

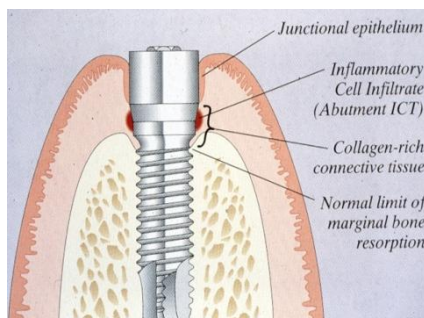
7.6 Biologische Breite

Umgekehrt verhält es sich mit dem Weichgewebe: Epithel kann sich an jede saubere Oberfläche anheften. Sind die Oberflächen glatt poliert und sauber, so zeigen Titan- und Goldimplantate sogar das gleiche Einheilungsvermögen [16].

Über Hemidesmosomen verankert sich das Epithel am Schmelz. An jedem Zahn liegt zum Schutz des Knochens eine biologische Breite bestehend aus ca. 1 mm epitheliale und ca. 1 mm bindegewebigem Attachment vor.

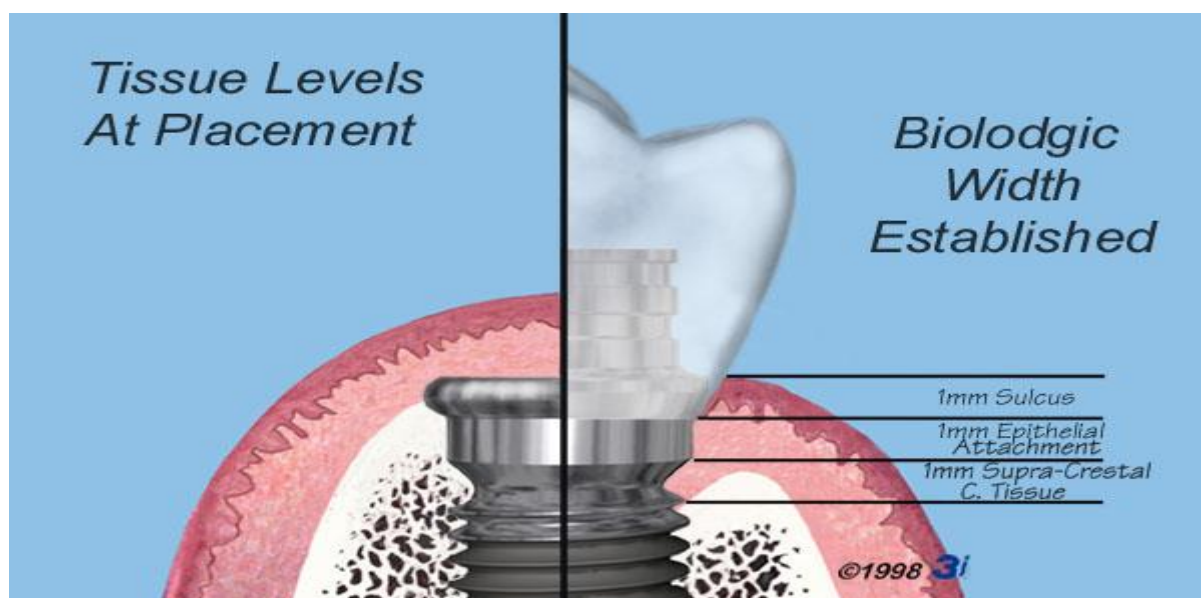


Da der Knochen genetisch determiniert ist, sich vor der Mundhöhle durch das Periost, das Bindegewebe und das Epithel zu schützen, stellt sich auch an jedem Implantat eine biologische Breite ein. Das epitheliale Attachment ist im Gegensatz zum Knochen sowohl an der polierten Implantatoberfläche als auch am Abutment zu finden. Nach mehrfachem Abutmentwechsel (ca. fünf Mal) ist das epitheliale Attachment jedoch zerstört.



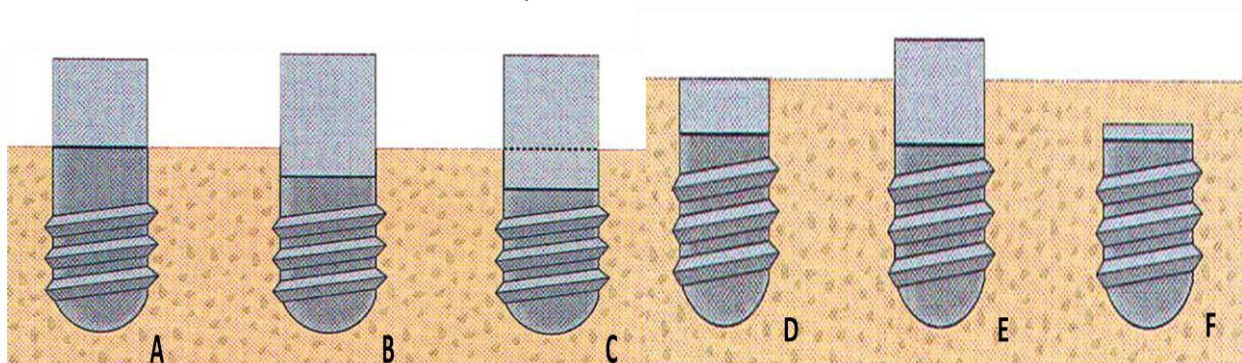
Wird ein Implantat eingebracht, so findet eine physiologische Knochenresorption bis zum ersten Gewindegang, mindestens jedoch von 1,5-2 mm statt. Dieser Rückgang findet auch an unbelasteten Implantaten statt und ist somit unabhängig von der Okklusion. Die Ursache ist rein biologischer Natur

und liegt darin, dass der Spalt zwischen Implantat und Abutment als Reizfaktor wirkt und zur Ausbildung der biologischen Breite 1,5-2 mm nötig sind.

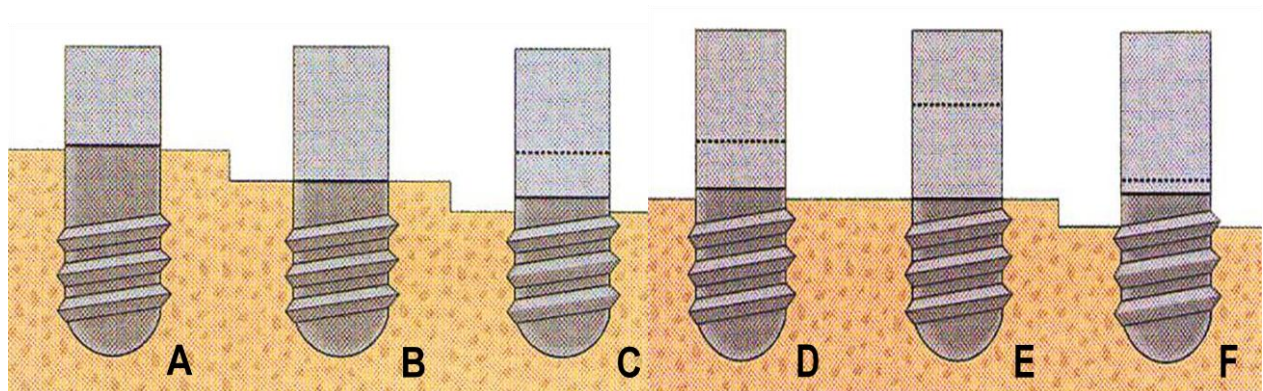


Hinsichtlich physiologischer Knochenresorption sind schematisch folgende verschiedene Situationen darzustellen:

Knochenniveau unmittelbar nach Implantatinserterion:



Knochenniveau nach Einstellung der biologischen Breite:



Neben dem vertikalen Knochenabbau kommt die horizontale Komponente von ca. 1,5 mm hinzu, was den Mindestabstand zwischen Implantaten bzw. Implantat und Zahn bedingt [17].

Nach dem starken initialen Knochenrückgang ist ein erfolgreiches Implantat unter anderem durch einen kontinuierlichen Knochenrückgang von weniger als 0,2 mm pro Jahr definiert. Einen Vorteil haben dabei einteilige Implantate, deren Grenzlinie zwischen rauher und glatter Oberfläche, aufgrund des fehlenden Mikrospalts, direkt an der Knochenkante liegt.

7.7 Attached Gingiva

Die befestigte Gingiva ist definiert als der Bereich zwischen der gingivalen Furche und der mukogingivalen Grenze. Sie ist über Bindegewebsfasern fest mit dem Alveolarknochen und dem Wurzelzement verbunden. Besteht die Verbindung zum Alveolarknochen, so kann durch Zahnextrusion die attached Gingiva verbreitert werden. Liegt keine Verbindung vor, so findet bei Extrusion auch keine Verbreiterung statt.

Bei einer langsamen kieferorthopädischen Extrusion folgt das Weichgewebe dem extrudierten Zahn. Mit ungefähr zwei Monaten Verzögerung folgt dann der Knochen.

7.8 Col und Papille

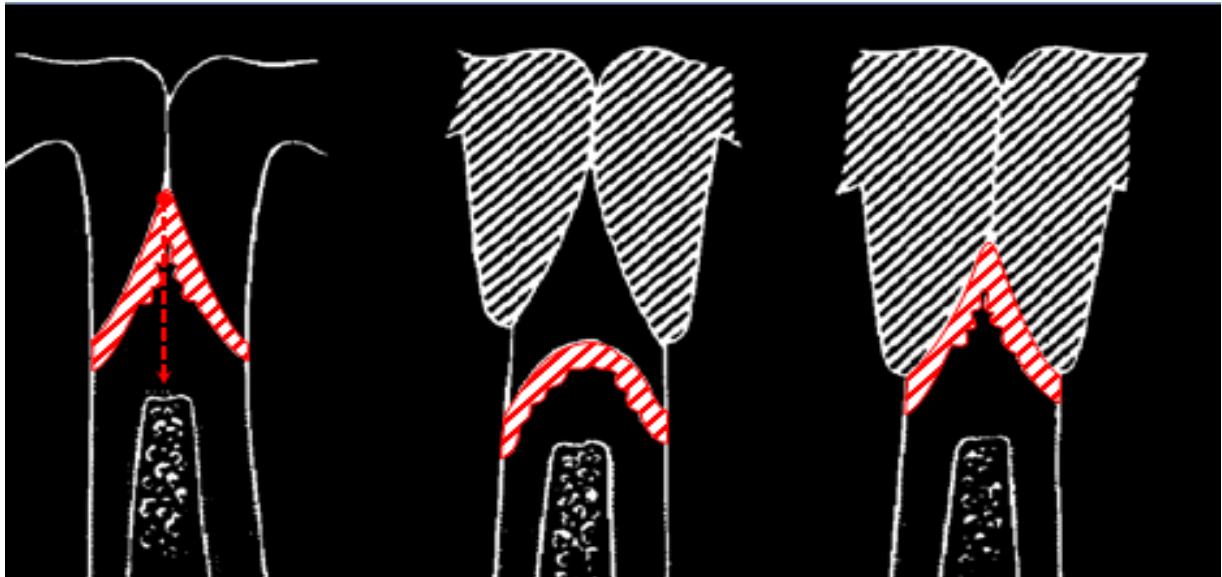
Als Col ist eine Verschmelzung des Saumepithels zweier Nachbarzähne zu verstehen. Die Bezeichnung gilt für den unter dem Kontaktpunkt liegenden Teil der Interdentalspapille, welche in transversaler Ebene einen sattelförmigen Einzug aufweist. Form und Ausdehnung werden durch den Interdentalraum bestimmt; das Epithel ist nicht verhornt.

Im Folgenden wird erörtert, warum man die interdentale Gingiva mit Col braucht und was für Nachteile dadurch gleichzeitig entstehen:

Vorteile	Nachteile
Kosmetik/ Ästhetik	Erschwerte Reinigung
Phonetik	Nicht keratinisiertes Epithel (Col)
Komfort (keine Speiseimpaktionen)	

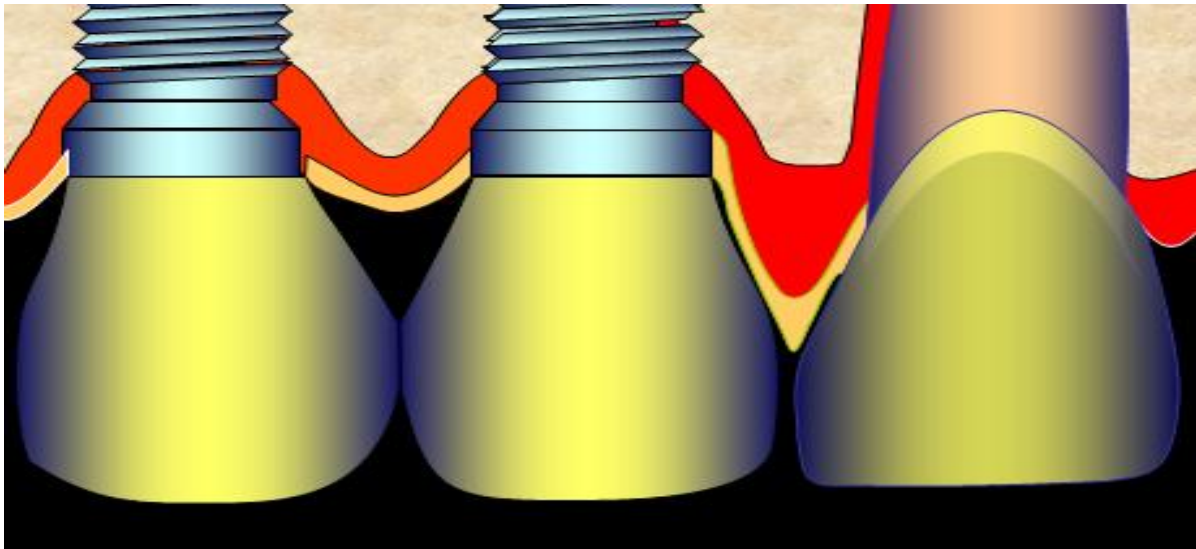
Dr. Tarnow beschreibt die Papille als approximalen Gewebsüberschuss von zwei bis drei Millimetern. Nach einer Extraktion schrumpft der hypertrophierte Teil um 1,5-2 mm auf ungefähr einen Millimeter. Bleibt der Knochen am Nachbarzahn unbeschadet, so formt sich die Papille bei Eingliederung einer späteren Restauration wieder.

Tarnow et al. führten 1992 eine Studie durch, in der sie das Vorhandensein von Interdentalspapillen in verschiedenen Situationen untersuchten. Dabei stellten sie fest, dass das Ausschlaggebende für das Vorhandensein einer Interdentalspapille der Abstand zwischen dem Kontaktpunkt des Zahnes und dem Kieferkamm ist: Bei einem Abstand von fünf Millimetern oder weniger ist immer eine Papille vorhanden, bei sechs Millimetern ist sie nur bis zu 56% vorhanden und bei sieben Millimetern Abstand nur noch zur 27% [18].



Neben einem vertikalen Knochenverlust von 1,5-2 mm gibt es immer eine horizontale Komponente. Die klinische Bedeutung liegt darin, dass dieser Knochenverlust zu einer Vergrößerung des Abstands zwischen Kontaktpunkt und Knochen führt, was wiederum in einem Verlust der Interdentalspapille resultiert. Diese Gefahr des Papillenverlusts ist besonders dann gegeben, wenn der interimplantäre Abstand drei Millimeter unterschreitet, da dann die horizontale Komponente des Knochenverlusts ca. 1,04 mm beträgt. Aus diesem Grund sollte der interimplantäre Abstand immer größer als drei Millimeter sein, wodurch sich die horizontale Komponente durchschnittlich auf 0,45mm reduziert [19].

Bei der Platzierung eines Implantats neben einen Zahn ist der Erhalt des Knochenniveaus auf der Zahnseite ausschlaggebend für den Erhalt der Papille. Dr. Tarnow rät deshalb, in der ästhetischen Zone für den Papillenerhalt mit einem Abstand von 1,5 mm zum Nachbarzahn zu implantieren.



Ist bereits ein Papillenverlust eingetreten, so ist eine Reparatur möglich. Es existieren dafür folgende Therapieoptionen:

- Verkleinerung des Zahnzwischenraums (z.B. Veränderung der Zahnform)
- Weichgewebstransplantation
- Kieferorthopädie (z.B. Veränderung der Wurzelangulation)

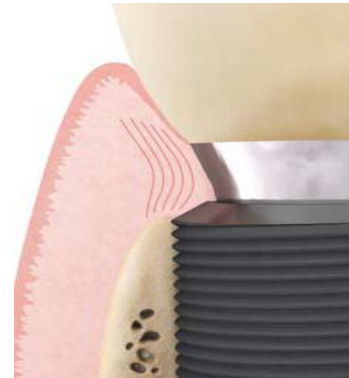
7.9 Fazit

Abschließend zu seiner tiefgründigen Wiederholung der Anatomie und Histologie appelliert der Referent, trotz chirurgischem Arbeiten biologisch zu denken!

8 Platform Switching

8.1 Definition

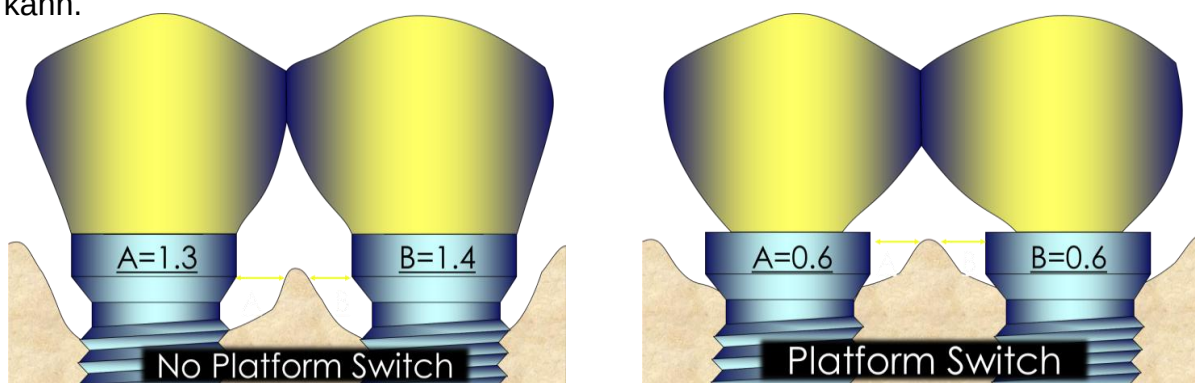
Platform Switching beschreibt ein Konstruktionsprinzip bei Implantaten, bei dem der Abutmentdurchmesser kleiner ist als der Implantatdurchmesser. Dies bedeutet, dass die Implantat-Abutment-Schnittstelle um ungefähr 0,5 mm nach zentral verlagert ist und somit weiter von der biologisch relevanten Knochengrenze wegrückt.



8.2 Indikationen

Dadurch, dass das Abutment weiter zentral liegt, verlagert sich auch der horizontale Knochenabbau weiter nach zentral, sodass der Radius des Knochenabbaus um das Implantat herum abnimmt. Die biologische Breite kann sich nun auch horizontal bilden, was zu weniger physiologischem vertikalem Knochenabbau führt. Canullo et al. zeigten in einer Studie, dass das Knochenniveau bei Implantaten mit Platform Switching besser erhalten werden konnte. Je größer die Differenz der Durchmesser von Implantat und Abutment waren, desto weniger Knochenabbau konnte nachgewiesen werden [20]. Diese Reduktion des Knochenverlusts ist besonders bei der Insertion von kurzen Implantaten von Vorteil, sodass bei der Verwendung von kurzen Implantaten die Indikation für Platform Switching gegeben ist.

Sind zwei Implantate zu eng positioniert, so ist durch das Platform Switching approximal ausreichend Platz für eine Interdentalepapille gegeben. Außerdem kann durch dieses Konstruktionsprinzip der Mindestabstand von drei Millimetern zwischen zwei Implantaten und 1,5 mm zwischen Zahn und Implantat um 1 bzw. 0,5 mm unterschritten werden, was besonders in der ästhetischen Zone von Vorteil sein kann.



Den Effekt der Knochenresorption bei enger als drei Millimeter nebeneinander liegenden Implantaten mit Platform Switching untersuchte unter anderem auch Rodriguez-Ciurana et al. Dabei betrug die durchschnittliche vertikale Knochenresorption 0,62 mm und die durchschnittliche horizontale Resorption 0,6 mm im Vergleich zu 0,45 mm Resorption bei Implantaten, die über drei Millimeter auseinander lagen [21].

8.3 Fazit

Dr. Tarnow beschreibt das Platform Switching als gute Möglichkeit, um in bislang kritischen Situationen Implantate zu setzen und trotzdem zufriedenstellende Ergebnisse zu erhalten. Die selektive Anwendung von Abutments mit kleinerem Durchmesser könnten seiner Meinung nach besonders in der ästhetischen Zone von Vorteil sein, wenn mehrere Implantate nebeneinander gesetzt werden [19]. Allerdings sieht er dieses Konstruktionsprinzip nicht als Allheilmittel für sämtliche Problematiken an. Ob Platform Switching auch dazu beitragen kann, Rezessionen zu verhindern, ist Gegenstand zukünftiger Forschung. Erste Untersuchungen zeigen jedenfalls vielversprechende Ergebnisse hinsichtlich eines reduzierten krestalen Knochenverlustes und somit eines verstärkten Gewebeerhalts (siehe linkes Bild im Vergleich zum rechten Bild mit konventionellem Knochenabbau und konsekutiver Weichgewebsrezession).

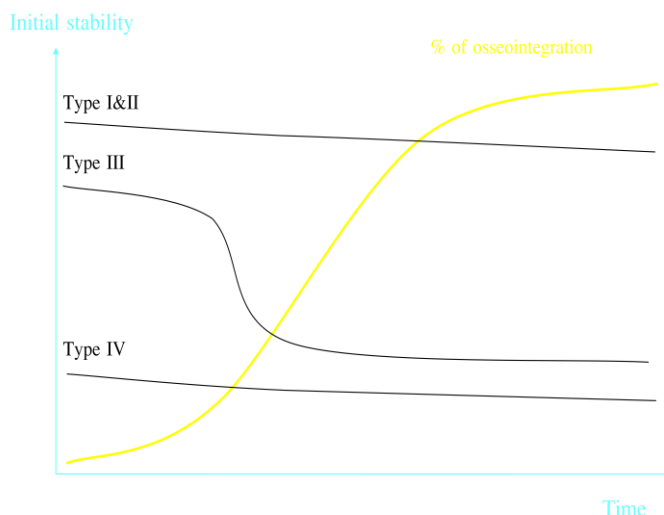


9 Sofortbelastung

9.1 Definition

Die Erste Europäische Konsensuskonferenz Implantologie (European Consensus Conference, EuCC) definiert die Sofortbelastung als Eingliederung des Zahnersatzes mit Okklusionskontakt am Tag der Implantation oder am darauf folgenden Tag, also bis spätestens 72 Stunden nach der Implantation. Dr. Tarnow bezeichnet dies als "Immediate occlusal loading". Davon abzugrenzen ist die Sofortversorgung, bei der der Zahnersatz zwar im gleichen Zeitraum wie oben beschrieben eingegliedert wird, aber keinen okklusalen Kontakt zum Antagonisten hat (= "immediate non occlusal loading").

9.2 Stabilitätskurven



Unter Primärstabilität versteht man die Stabilität eines Implantats, die direkt nach der Implantatinserion, das heißt noch vor dem Einheilungsprozess vorhanden ist. Die erreichte Primärstabilität ist unter anderem abhängig von der vorliegenden Knochenqualität. Die durch die Implantatinserion beschädigten Osteoblasten tragen

zunächst zur Primärstabilität bei, sterben aber nach und nach ab, sodass es nach zwei bis vier Wochen zu einer Abnahme der Stabilität kommt. Je dichter der Knochen bei der Implantation ist, desto weniger sinkt die Stabilitätskurve ab. Ein Typ-IV-Knochen ist von Anfang an weich, sodass die für eine Sofortbelastung geforderte Primärstabilität nicht erreicht werden kann.

Ein Maß für die Primärstabilität ist das Drehmoment, mit dem das Implantat inseriert wird. Ein Implantat sollte dazu mit mindestens 30 Ncm Drehmoment eingebracht werden können. Ist dies nicht möglich, so ist keine Sofortbelastung zu empfehlen. Bei unzureichender Primärstabilität können laut Dr. Tarnow Mikrobewegungen von über

150 Mikrometer zu einer fibrösen Einscheidung des Implantates führen und so die Osseointegration verhindern.

Der Referent stellte verschiedene kontroverse Studienergebnisse bezüglich der Sofortbelastung von Implantaten vor.

So zeigte Sagara et al. in seiner Studie an Hunden, dass an sofortbelasteten Implantaten im Vergleich zu unbelasteten Implantaten ein signifikant größerer krestaler Knochenverlust erkennbar war [22].

In einer Studie von Piattelli et al., der sofortbelastete und unbelastete Implantate an Affen untersuchte, resultierte jedoch nach histologischer Untersuchung an sofortbelasteten Implantaten mit durchschnittlich 70,2% ein höherer Implantat-Knochen-Kontakt als an unbelasteten mit durchschnittlich nur 55,1% [23]. Laut Dr. Tarnow könnte dies unter anderem an der Implantattextur liegen. Bei der Sofortbelastung scheinen sandgestrahlte oder säuregeätzte Implantate maschinieren Implantaten überlegen zu sein [27]. Die Gewindeanordnung (V-Thread oder Reverse Buttress Compression) ändert nichts am klinischen Erfolg.

Romanos et al. schlussfolgerte in seiner Studie sogar, dass die Knochendichte um das Implantat bei physiologischer Belastung zunimmt und die Sofortbelastung die Osseointegration positiv beeinflussen könnte [24].

Schnitman et al. belastete an sieben Patienten im Unterkiefer übergangsweise jeweils drei neu eingebrachte Implantate sofort mit einer Brücke, sodass diese Patienten während der Einheilungsphase keine herausnehmbare Prothese tragen mussten. Weitere Implantate ließ er unter der Brücke einheilen. Seiner Meinung nach wurde durch dieses Vorgehen das Langzeitergebnis der Gesamtkonstruktion nicht negativ beeinflusst [25].

Dr. Tarnow selbst führte ebenfalls eine Studie an zahnlosen Patienten durch und ließ dabei aus ethischen Gründen fünf Implantate gedeckt einheilen und belastete fünf Implantate sofort mit einer fixierten provisorischen Prothese. Auf Basis dieser Studie schlussfolgerte er, dass die Sofortbelastung multipler Implantate durch eine starre Verbindung beim Zahnlosen eine adäquate Behandlungsmethode darstellt [26]. Die Voraussetzung ist seiner Meinung nach eine Mindestzahl von zwei Implantaten pro Quadrant, wobei diese polygonal angeordnet werden sollen. Das Provisorium sollte nicht ständig abgenommen werden, sondern mindestens drei Monate in Situ bleiben.

Dr. Tarnow definiert die Belastung im Sinne von okklusalen Kräften durch vier verschiedene Parameter: Stärke, Richtung, Häufigkeit und Dauer. Eine wesentliche Rolle für das Implantatversagen spielen dabei besonders die zwei zuletzt genannten Parameter, d.h., wie häufig ein Implantat pro Tag in Okklusion kommt und wie lange der Patient in der Summe die Zähne zusammen hält. Deshalb sind besonders sofortbelastete Implantate von Bruxern stark gefährdet.

Eine Herausforderung für die Implantat-Hersteller stellt die Modifizierung der Implantatoberfläche dahingehend dar, dass sich die Kurve der Osseointegration weiter nach links verschiebt. Dies würde bedeuten, dass der Prozess der Sekundärstabilität beschleunigt wird. Derzeit beträgt die durchschnittliche Einheilungszeit eines Implantats ungefähr acht Wochen.

9.3 Tipps von Dr. Tarnow für eine Sofortbelastung in Okklusion

- Sofortbelastung in Okklusion sollte nur in Fällen, in denen Implantate im ganzen Zahnbogen in polygonaler Verteilung gesetzt werden, erfolgen. Durch die Verblockung nimmt die Okklusionskraft auf jedes einzelne Implantat ab
- Die Implantate sollten mindestens 9-10mm lang sein
- Für das Provisorium sollte ein diagnostisches Wax-Up durchgeführt werden
- Wenn möglich die Implantatinserterion ohne Lappenpräparation durchführen
- Bei großen Spannweiten das Provisorium oral mit Metallschienen verstärken
- Verschraubte Provisorien benutzen
- Zementierte Provisorien für mindestens acht Wochen nicht entfernen
- Alle Implantate müssen initial eine hohe Primärstabilität aufweisen (Torque, ISQ, Periotest)
- Die antero-posteriore Ausdehnung muss möglichst groß sein, da bei zu geringer Ausdehnung eine Rotation möglich ist
- Nach einer Implantation in frische Extraktionsalveolen sollte nur mit Vorsicht sofortbelastet werden
- Ein Einzelzahnimplantat sollte nie in Okklusion gestellt werden, sondern immer verblockt werden
- Die Fälle sollten streng radiologisch und klinisch überwacht werden

9.4 Fazit

Insgesamt sieht Dr. Tarnow die Sofortbelastung in Okklusion nur als Übergangslösung an, die Indikationsstellung sollte streng erfolgen.

Um die Sofortbelastung zu umgehen, rät er, nicht erhaltungswürdige Zähne zunächst zu belassen, um sie als Pfeiler für ein Provisorium einzusetzen. So können dazwischen Implantate gesetzt werden und ohne Belastung einheilen. Nach Osseointegration der Implantate können die übrigen Zähne extrahiert werden und eine definitive Versorgung auf den Implantaten hergestellt werden.

10 Problemfälle/ Komplikationen

10.1 Abutmentlockerung

Häufig liegt der Abutmentlockerung folgende Ursache zu Grunde: Das konische Abutment verkeilt sich beim Einschrauben im Knochen. Resorbiert der Knochen in den darauffolgenden zwei bis drei Wochen, so führt dies zu einer Lockerung des Abutments. Bei Implantaten mit Platform Switching kommt dies relativ selten vor, da das Abutment sich aufgrund des geringeren Durchmessers nicht im Knochen verkeilen kann.

Das Abutment stellt außerdem, bedingt durch den Mikrospace und durch Mikrobewegungen, einen ständigen Reiz für den Knochen dar. Dies resultiert in einem Knochenabbau von 1,5-2 mm. Bei einem einteiligen Implantat fällt dieser Reizfaktor weg. Dr. Tarnow nennt als Möglichkeit, diesen Reiz zu umgehen, einteilige Implantate, auf denen die Krone nicht zu tief zementiert werden darf, da sonst der Zementspalt ebenso zum Reizfaktor wird.

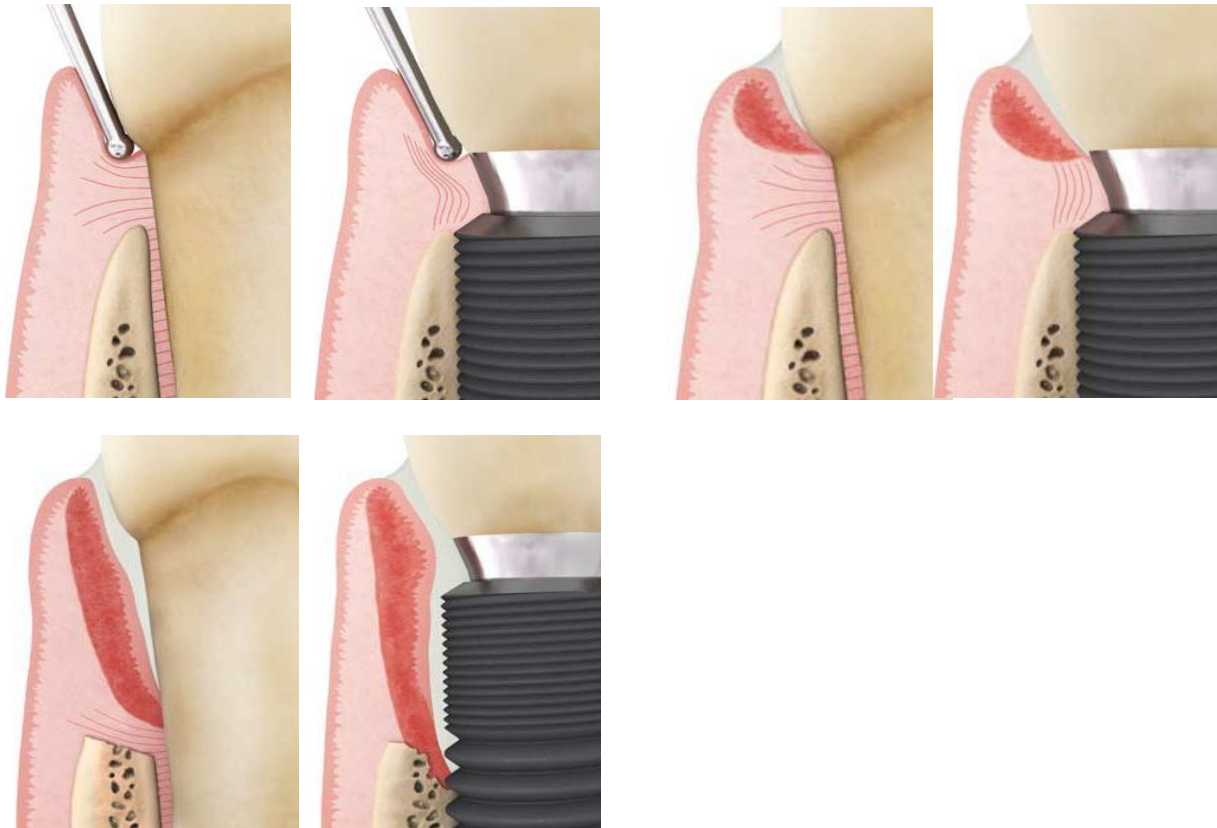
10.2 Implantatversagen

Einem Implantatversagen können verschiedene Ursachen zu Grunde liegen:

1. Fibröse Einscheidung durch chirurgisches Trauma oder vorzeitige Belastung
2. Periimplantitis
3. Trauma durch falsches prothetisches Design

Hyperokklusion wirkt sich an Implantaten im Vergleich zum natürlichen Zahn anders aus: Bei einem zu hohen Zahn führt das Okklusionstrauma zu einer Zahnlockerung durch Erweiterung des Desmodontalspalts, die Osteoklastenaktivität ist erhöht. Bei einem Implantat dagegen findet kein Kieferkammknochenverlust statt. Die trabekuläre Knochenstruktur stellt das schwächste Glied dar. Wenn die Knochen trabekel aufgrund zu häufiger und langer Krafteinwirkung frakturieren, kann das ganze Implantat verloren gehen.

Zeichen einer Periimplantitis stellen BOP, Mukositis und erhöhte Sondiertiefen dar. Bei dickem Gewebe sind diese Anzeichen jedoch nur schlecht sichtbar. Aufgrund der zirkulären Faserstruktur des Implantats kann das Implantat bei Vorliegen einer Periimplantitis nicht nur lokalisiert tiefer sondiert werden wie ein Zahn mit Parodontitis, sondern generalisiert zirkulär.



Neben der Sofortbelastung, der Oberflächenbeschaffung des Implantats und Infektionen stellen die Zementreste laut Dr. Tarnow einen großen Risikofaktor für eine Periimplantitis dar. Er empfiehlt, individuelle Abutments zu verwenden und die Kronenränder zirkulär maximal 1,5 mm subgingival zu legen, sodass die Zementreste noch gut zu entfernen sind. Sollte zementiert werden, so bevorzugt er Temp Bond, das röntgenopak ist. Da an Implantaten keine Kariesgefahr besteht, ist in seinen Augen die provisorische Zementierung absolut ausreichend.

Einen Vorteil sieht er in verschraubten Konstruktionen, was besonders gut für die Versorgung von Implantaten mit „kurzen“ Kronen, aufgrund geringer vertikaler Platzverhältnisse, geeignet ist. Von Nachteil ist bei dieser Art der Versorgung jedoch die Ästhetik wegen der Schraubenöffnung. Außerdem kommt es aufgrund der unterminierten Keramik an der Öffnung häufiger zu Chippings. Besonders

Feldspatkeramik auf Zirkonoxid bildet im feuchten Milieu am Übergang Risse. eMax-Keramik kann er diesbezüglich empfehlen.

Folgende Behandlungsoptionen stehen bei einer Periimplantitis zur Verfügung:

- Subgingivales Scaling
- Apikaler Verschiebelappen
- offene Kürettage
- Drei Minuten mit der Zitronensäure spülen
- GTR
- Implantatentfernung

Die Therapie der Wahl stellt zunächst eine offene Kürettage mit Oberflächenglättung dar. Das therapeutische Ziel einer Periimplantitisbehandlung ist die Readhäsion, was einen Zuwachs an klinischem Attachment mit Abnahme der Taschentiefe bedeutet. Eine Reosseointegration ist unrealistisch und kann derzeit noch nicht einmal in Tierversuchen erreicht werden. Im ungünstigeren Fall persistiert die Taschentiefe, die Tasche ist jedoch ohne Blutung und Eiter entzündungsfrei. Möchte man ein Reattachment erhalten, so sollte man laut Dr. Tarnow aufgrund von Ionenübergängen keine Edelstahl- sondern Kunststoffküretten verwenden. Gespült werden sollte mit Zitronensäure oder Tetrazyklin. Untersuchungen zum Einsatz von Lasern laufen, die zusätzlich die persistierenden Endotoxine toter Bakterien eliminieren sollen.

In Bezug auf die Behandlungsplanung rät Dr. Tarnow, bei einem Weichgewebsdefekt an einem Frontimplantat mit intaktem Knochen ein BGT zu machen, während er bei zusätzlich entzündetem Knochen für die Entfernung des Implantats plädiert. Er empfiehlt grundsätzlich, keine Experimente an einem erkrankten Frontzahnimplantat zu unternehmen, sondern lieber das Implantat sofort zu entfernen. Im Seitenzahnbereich dagegen sollte man eher noch versuchen das Implantat zu erhalten.

10.3 Weichgewebsverlust

Wenn Dr. Tarnow das Implantat mit Deckschraube gedeckt einheilen lässt, hält er immer eine kleine Stelle im Weichgewebe offen, um eine Drainagemöglichkeit zu haben.

Wird das Abutment zu oft vom Implantat abgeschraubt, so geht das epitheliale Attachment schließlich verloren, was sich an der fehlenden Blutung bei Abnahme des Abutments zeigt.

Anhand eines Fallbeispiels zeigte der Referent, wie er schwere Weichgewebsdefekte mit Hilfe eines sogenannten Onlay-Transplantats wieder in Form bringt. Das Bindegewebstransplantat entnimmt er dabei aus dem Gaumen. Einen besseren Erfolg erzielt er dabei bei V-förmigen Defekten. Die Blutversorgung kommt dabei von beiden Seiten, sodass eine zwei Millimeter breite Lücke ausreichend versorgt werden



kann. Ein U-förmiger Defekt muss von unten nach oben aufgefüllt werden. Den Defekt am Gaumen bedeckt er mit einer Verbandsplatte, die die postoperative Morbidität der Patienten stark senkt. Innerhalb von sieben bis zehn Tagen ist der Defekt wieder verheilt. Das Bindegewebstransplantat muss sehr stabil fixiert werden. Nach etwa vier Tagen nimmt es aufgrund von Perfusion eine rosa Farbe an. Dr. Tarnow deklariert dies als einen minimalinvasiven Eingriff.

10.4 Risikofaktor "Rauchen"

In einer Studie von Bain et al. lag die Verlustrate von Implantaten mit 11,28% signifikant höher als die von Nichtrauchern mit 4,76% [28].

Dr. Tarnow empfiehlt jedoch entgegen solcher Studien, eine Implantation bei Rauchern nicht von vornherein abzulehnen, den Raucherpatienten gut aufzuklären und diese Aufklärung auch unterschreiben zu lassen. Seinen Erfahrungen zufolge liegt die Differenz an Verlustraten bei reiner Implantation heutzutage eher nur bei zwei Prozent und erhöht sich erst bei zusätzlicher Augmentation und/ oder Weichgewebstransplantation. Wenn die Patienten über den Zeitraum von drei bis vier Wochen vor dem Eingriff und etwa eine Woche postoperativ aufhören zu rauchen,

konnte er, was den Knochen betrifft, keine Unterschiede im Vergleich zu Nichtrauchern feststellen.

Seiner Meinung nach stellt ein schlecht eingestellter Diabetespatient einen größeren Risikofaktor als Rauchen dar.

10.5 Risikofaktor "Alter"

Der Referent sieht zu junges Alter eher als Problem an als zu hohes Alter. Bereits Zarb et al. belegten 1994 mit einer Studie, dass Patienten zwischen 61 und 80 Jahren die gleiche Erfolgsrate nach der Implantation vorweisen können wie jüngere Patientengruppen [29]. Dr. Tarnow warnt sogar vor zu früher Implantatinserion beispielsweise bei einer Nichtanlage der 2er. Die Nachbarzähne wachsen mit ihrem Gingivaanteil nach koronal, die Implantate bleiben auf gleicher Höhe. Als weiteres Argument zählte er den Verlust des Kontaktpunkts zwischen Implantat und Nachbarzahn in einer Vielzahl von Fällen auf, was wiederum Speiseimpaktionen und im weiteren Verlauf die Entstehung einer Periimplantitis begünstigt. Eine Studie von Koori et al. belegte, dass vor allem die mesialen Kontaktpunkte zwischen Implantat und Nachbarzahn im Laufe der Zeit schwächer wurden. Dieser Verlust des Kontaktpunkts korrelierte signifikant mit dem Alter bei Implantation [30]. Um herauszufinden, ob bereits implantiert werden kann, legt Dr. Tarnow sich nicht auf ein bestimmtes Alter fest, sondern fragt die Patienten persönlich, ob sie ausgewachsen sind. Er führt dafür weder eine Kephalometrie durch, noch fertigt er Röntgenbilder an.

11 Abschließende Worte

Ziel der Präsentation von Dr. Tarnow war es, seinem Publikum anhand von unterschiedlichen Fallbeispielen und auf Basis der aktuellen Studienlage Entscheidungshilfen für den praktischen Klinikalltag mit auf den Weg zu geben.

Sein Hauptanliegen drückte er mit einer schönen Metapher aus, in der er sich und die Fortbildungsteilnehmer mit dem "Bananaman", einer britischen Comicfigur, verglich. Er wünscht sich, dass sein Publikum nach der zweitägigen Vortragsreihe für sämtliche Problemstellungen des Praxisalltags eine passende Lösung aus dem vielseitigen Repertoire ziehen kann.



12 Literaturangaben

1. Sanz, M., et al., *A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla*. Clin Oral Implants Res, 2010. **21**(1): p. 13-21.
2. Lekovic, V., et al., *Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes*. J Periodontol, 1998. **69**(9): p. 1044-9.
3. Chu, S.J., et al., *The dual-zone therapeutic concept of managing immediate implant placement and provisional restoration in anterior extraction sockets*. Compend Contin Educ Dent, 2012. **33**(7): p. 524-32, 534.
4. Araujo, M.G. and J. Lindhe, *Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog*. J Clin Periodontol, 2005. **32**(2): p. 212-8.
5. Tan, J.H.-P., Tuminelli, FJ, Kurtz, KS, Tarnow, DP, *Analysis of buccal-lingual dimensional changes using the 'ice cream cone' flapless grafting technique*.
6. Tarnow, D.P. and S.J. Chu, *Human histologic verification of osseointegration of an immediate implant placed into a fresh extraction socket with excessive gap distance without primary flap closure, graft, or membrane: a case report*. Int J Periodontics Restorative Dent, 2011. **31**(5): p. 515-21.
7. Akimoto, K., et al., *Evaluation of titanium implants placed into simulated extraction sockets: a study in dogs*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1999. **14**(3): p. 351-60.
8. Malo, P., M. de Araujo Nobre, and A. Lopes, *The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months*. J Prosthet Dent, 2007. **97**(6 Suppl): p. S26-34.
9. Komiyama, A., B. Klinge, and M. Hultin, *Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery*. Clin Oral Implants Res, 2008. **19**(7): p. 677-85.
10. Yong, L.T. and P.K. Moy, *Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided (NobelGuide) surgical implant placement: an evaluation of early clinical results*. Clin Implant Dent Relat Res, 2008. **10**(3): p. 123-7.
11. Van de Velde, T., F. Glor, and H. De Bruyn, *A model study on flapless implant placement by clinicians with a different experience level in implant surgery*. Clin Oral Implants Res, 2008. **19**(1): p. 66-72.
12. Albrektsson, T. and A. Wennerberg, *Oral implant surfaces: Part 1--review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them*. Int J Prosthodont, 2004. **17**(5): p. 536-43.
13. Cho, S.C., et al., *Immediate loading of narrow-diameter implants with overdentures in severely atrophic mandibles*. Pract Proced Aesthet Dent, 2007. **19**(3): p. 167-74.
14. Wennstrom, J.L., F. Bengazi, and U. Lekholm, *The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition*. Clin Oral Implants Res, 1994. **5**(1): p. 1-8.
15. Branemark, P.I., et al., *Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period*. Scand J Plast Reconstr Surg Suppl, 1977. **16**: p. 1-132.

16. Abrahamsson, I. and G. Cardaropoli, *Peri-implant hard and soft tissue integration to dental implants made of titanium and gold*. Clin Oral Implants Res, 2007. **18**(3): p. 269-74.
17. Esposito, M., A. Ekström, and K. Grondahl, *Radiological evaluation of marginal bone loss at tooth surfaces facing single Branemark implants*. Clin Oral Implants Res, 1993. **4**(3): p. 151-7.
18. Tarnow, D.P., A.W. Wagner, and P. Fletcher, *The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla*. J Periodontol, 1992. **63**(12): p. 995-6.
19. Tarnow, D.P., S.C. Cho, and S.S. Wallace, *The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest*. J Periodontol, 2000. **71**(4): p. 546-9.
20. Canullo, L., et al., *Platform switching and marginal bone-level alterations: the results of a randomized-controlled trial*. Clin Oral Implants Res, 2010. **21**(1): p. 115-21.
21. Rodríguez-Ciurana, X., et al., *The effect of interimplant distance on the height of the interimplant bone crest when using platform-switched implants*. Int J Periodontics Restorative Dent, 2009. **29**(2): p. 141-51.
22. Sagara, M., et al., *The effects of early occlusal loading on one-stage titanium alloy implants in beagle dogs: a pilot study*. J Prosthet Dent, 1993. **69**(3): p. 281-8.
23. Piattelli, A., et al., *Immediate loading of titanium plasma-sprayed implants: an histologic analysis in monkeys*. J Periodontol, 1998. **69**(3): p. 321-7.
24. Romanos, G.E., et al., *Bone-implant interface around titanium implants under different loading conditions: a histomorphometrical analysis in the Macaca fascicularis monkey*. J Periodontol, 2003. **74**(10): p. 1483-90.
25. Schnitman, P.A., P.S. Wöhrle, and J.E. Rubenstein, *Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage threaded implants: methodology and results*. J Oral Implantol, 1990. **16**(2): p. 96-105.
26. Tarnow, D.P., S. Emtiaz, and A. Classi, *Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1997. **12**(3): p. 319-24.
27. Jaffin, R.A., A. Kumar, and C.L. Berman, *Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws: a series of 27 case reports*. J Periodontol, 2000. **71**(5): p. 833-8.
28. Bain, C.A. and P.K. Moy, *The association between the failure of dental implants and cigarette smoking*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1993. **8**(6): p. 609-15.
29. Zarb, G.A. and A. Schmitt, *Osseointegration for elderly patients: the Toronto study*. J Prosthet Dent, 1994. **72**(5): p. 559-68.
30. Koori, H., et al., *Statistical analysis of the diachronic loss of interproximal contact between fixed implant prostheses and adjacent teeth*. Int J Prosthodont, 2010. **23**(6): p. 535-40.