

## Prospektive Studie zu 94 Implantaten mit Platform-Switching mit einem Beobachtungszeitraum von 1992 bis 2006



Barry Wagenberg, DMD\*  
Stuart J. Froum, DDS\*\*

*In der vorliegenden prospektiven Studie wurden das Implantatüberleben und das krestale Knocheniveau an Implantaten mit Platform-Switching untersucht, die mindestens 11 Jahre beobachtet wurden. Dazu wurden 11 bis 14 Jahre nach der Belastung Röntgenbilder von 94 Implantaten angefertigt, untersucht und das krestale Knocheniveau im Verhältnis zur Implantatplattform gemessen. Alle Implantate waren auf der Höhe des Knochenkamms inseriert worden. Da die Gewindesteigung 0,8 mm betrug, konnte auf den Röntgenbildern gemessen werden, wie viel Knochen verloren gegangen war. 71 der 94 Implantate (75,5 %) zeigten an der mesialen Seite keinen Knochenverlust. 67 Implantate (71,3 %) zeigten an der distalen Seite keinen Knochenverlust. 84 % der mesialen Oberflächen und 88 % der distalen Oberflächen wiesen einen Knochenverlust von 0,8 mm oder weniger auf. Dies ist der längste Follow-up-Zeitraum zu einer prospektiven Untersuchung von Implantaten mit Platform-Switching. Er bestätigt das Behandlungskonzept für den Erhalt des krestalen Knocheniveaus. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:9–17.)*

\* Director of Dental Education, Newark Beth Israel Hospital, Newark, New Jersey, USA; Associate Clinical Professor, Department of Periodontology and Implant Dentistry, New York University, New York, New York, USA.

\*\* Clinical Professor und Director of Clinical Research, Department of Periodontology and Implant Dentistry, New York University Dental Center, New York, New York, USA.

Korrespondenz an: Dr. Stuart J. Froum, 17 W. 54th Street, Suite 1 C/D, New York, NY 10019, USA; Fax: +212-586-7599; E-Mail: dr.froum@verizon.net

Osseointegrierte Dentalimplantate sind inzwischen eine prognostizierbare Behandlungsoption für den Einzelzahnersatz sowie für ausgewählte unbezahnte und teilbezahnte Patienten<sup>1-4</sup>. Die Überlebensraten für implantatgetragene Einzelkronen und Brücken sind den Berichten zufolge ähnlich wie die für implantatgetragene Prothesen bei unbezahnten Patienten<sup>5-9</sup>. Die moderne Implantattherapie hat allerdings noch weiter gesteckte Ziele als nur die erfolgreiche Osseointegration (das Überleben) des Implantats. Zu einem erfolgreichen Ergebnis gehört auch eine ästhetische und funktionelle Versorgung, die von stabilem periimplantärem Gewebe umgeben ist und sich harmonisch in das Gesamtbild des übrigen Gebisses einfügt<sup>10, 11</sup>. Ein stabiles periimplantäres Knocheniveau ist einer der Parameter für ein erfolgreiches Implantat. Albrektsson et al.<sup>12</sup>, Albrektsson und Isidor<sup>13</sup> sowie Roos et al.<sup>14</sup> definierten den Behandlungserfolg anhand des Knochenverlusts um die Implantatversorgung. Nach dem akzeptierten Knochenverlust von höchstens 1,5 mm im ersten Jahr nach der Insertion sollte der Verlust in den darauffolgenden Jahren höchstens 0,2 mm jährlich betragen.

Um den langfristigen Knochenerhalt um Implantate zu verbessern, wurde eine neuartige Implantat-Abutment-Konstruktion vorgeschlagen, die als „Platform-Switching“ bezeichnet wird<sup>15</sup>. Bei diesem Konzept wird ein Abutment mit kleinerem Durchmesser mit einer Implantatplattform mit größerem Durchmesser verbunden. In mehreren Studien wurde gezeigt, dass diese Modifizierung für den Erhalt des krestalen Knochniveaus von Vorteil ist<sup>16-19</sup>. Allerdings handelt es sich bei vielen der Artikel, die das Konzept des Platform-Switching unterstützen, um vergleichende Human-Kurzzeitstudien<sup>17, 18</sup>, Fallserien<sup>19</sup>, Tierstudien<sup>20</sup> oder begrenzte humanhistologische Analysen<sup>21</sup>. Kürzlich wurde eine prospektive klinische 5-Jahres-Studie veröffentlicht<sup>22</sup>. In einer neueren prospektiven Studie zu Wide-Diameter-Implantaten (5,0 mm) wurde von einer kumulativen 3-Jahres-Überlebensrate der 106 Implantate (52 im Oberkiefer und 54 im Unterkiefer) von 93,4 % berichtet<sup>23</sup>. Bei allen Implantaten der Studie wurde das Platform-Switching angewandt, da zu dem Zeitpunkt für die Versorgung von Implantaten mit 5 mm Durchmesser nur Abutments mit 4,0 mm Durchmesser zur Verfügung standen. Es wurde festgestellt, inwiefern ein progressiver Knochenabbau eintrat. Dazu wurde auf periapikalen Röntgenbildern der Knochenabbau gemessen. Bei der Untersuchung, die ein Jahr nach Belastung erfolgte, zeigten 33 der 48 überlebenden Implantate im Oberkiefer keinen Knochenverlust. Bei der Untersuchung dieser 33 Implantate nach drei Jahren zeigte sich kein zusätzlicher Knochenabbau. Im Unterkiefer zeigten ein Jahr nach Belastung 33 der 51 überlebenden Implantate auf den Röntgenbildern keinen Knochenverlust. Auch diese Implantate zeigten bei der Untersu-

chung nach drei Jahren keinen zusätzlichen Knochenabbau<sup>23</sup>.

In der vorliegenden prospektiven Studie wurde das Überleben der Implantate und der Erhalt des krestalen Knochniveaus an den Implantaten mit Platform-Switching untersucht. Der Beobachtungszeitraum betrug mindestens 11 Jahre.

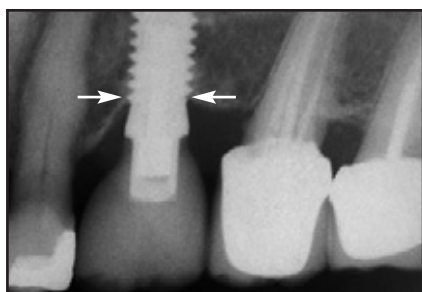
### Material und Methode

Dies ist ein Bericht über das Langzeit-Follow-up von Patienten, die an einer früheren Studie teilgenommen hatten<sup>23</sup>. Von den ursprünglichen 106 Implantaten bei 78 Patienten gingen 11 Implantate wegen Misserfolgs bei neun verschiedenen Patienten vor der Follow-up-Untersuchung nach 11 bis 14 Jahren verloren. Ein weiterer Patient mit einem Implantat nahm an dem Follow-up nicht teil. Insgesamt wurden 94 konsekutiv inserierte Implantate mit maschinierter Oberfläche und 5,0 mm Durchmesser (Nobel Biocare) bei 68 Patienten (33 Frauen, 35 Männer) im Zeitraum von 11 bis 14 Jahren nach der Eingliederung der definitiven Versorgung erneut untersucht. Alle Implantate wurden entsprechend den Herstellerangaben in den Knochen inseriert. Der koronale Punkt der Implantatplattform befand sich auf der Höhe des interproximalen krestalen Knochens. (Diese Implantate hatten alle eine externe Verbindung und keinen Hals. Sie waren durchgehend bis oben mit einem Gewinde versehen.) Alle Implantate erhielten bei der Wiedereröffnung Abutments mit 4 mm Durchmesser.

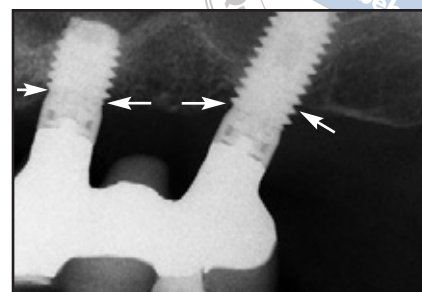
Vor der Implantinsertion wurden Geschlecht, Alter und Rauchgewohnheiten jedes Patienten sowie die Länge und Position der Implantate dokumentiert. Außerdem wurde festgehalten, ob das Implantat

nach einer Zahnextraktion (sofort) oder nach einer Einheilungszeit (verzögert) inseriert wurde und ob es freistehend oder verblockt war. Zum Zeitpunkt der Implantatinsertion, dem Einsetzen des Abutments und der Eingliederung der definitiven Versorgung sowie im Anschluss daran für fünf Jahre einmal jährlich wurden Fotos gemacht. 11 bis 14 Jahre nach der Belastung wurden alle Patienten wieder einbestellt und es wurden periapikale Röntgenaufnahmen der Implantate gemacht.

Die neuesten Röntgenaufnahmen aller 94 Implantate wurden zwei unabhängigen Untersuchern an der Harvard School of Dental Medicine geschickt. Alle Röntgenaufnahmen wurden digitalisiert und vergrößert, damit das Knochniveau innerhalb der Gewindgänge untersucht werden konnte. Die Höhe des krestalen Knochniveaus innerhalb der Implantatgewinde wurde auf die nächste halbe Windung genau dokumentiert. Die Anzahl der Windungen, in denen kein Knochen mehr vorlag, wurde für die mesiale und distale Oberfläche jedes Implantats separat erhoben. Nur wenn die gesamte Oberfläche zwischen den Gewindgängen mit Knochen gefüllt war, wurde ein Knochenabbau von 0 dokumentiert (Abb. 1). Wenn in einer Windung nur noch weniger als 50 % des Knochenvolumens vorhanden waren, wurde die gesamte Windung als knochenfrei gewertet. Wenn in einer Windung mindestens 50 %, aber weniger als 100 % des Knochenvolumens vorhanden waren, wurde der Wert für das Knochniveau mit 0,5 angegeben (Abb. 2). Anhand der Gewindesteigung von 0,8 mm wurde festgestellt, wie viel Knochen in den 11 bis 14 Jahren nach der Belastung der Implantate verloren gegangen war. Die Standardgewin-



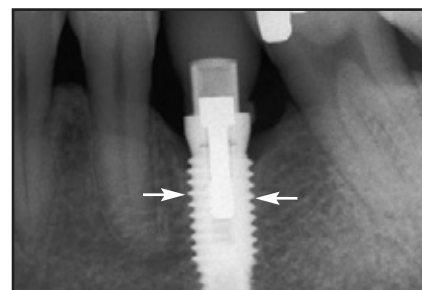
**Abb. 1** (links) Röntgenbild, das 14 Jahre nach der Restauration des oberen rechten ersten Prämolars gemacht wurde. Es zeigt keinen mesialen und keinen distalen Knochenabbau gegenüber dem ursprünglichen Niveau des (krestalen) Knochens zum Zeitpunkt der Implantatinserktion.



**Abb. 2** (rechts) Röntgenbild, das 12 Jahre nach der Restauration des oberen linken Prämolars und des ersten Molars gemacht wurde. Das Implantat im Bereich des ersten Prämolars zeigt an der mesialen und distalen Oberfläche keinen Knochenabbau. Das Implantat im Bereich des ersten Molars zeigt an der mesialen Oberfläche keinen Knochenverlust und in der ersten Windung der distalen Oberfläche einen Knochenabbau.



**Abb. 3** (links) Röntgenbild, das 13 Jahre nach der Restauration gemacht wurde und an der mesialen und distalen Oberfläche des Implantats in der Position des unteren rechten ersten Molars keinen Knochenabbau zeigt.



**Abb. 4** (rechts) Röntgenbild, das 14 Jahre nach der Restauration gemacht wurde und an der mesialen und distalen Oberfläche des Implantats in der Position des unteren linken ersten Molars keinen Knochenabbau zeigt.

desteigung ermöglichte eine genaue Beurteilung auf jedem einzelnen Röntgenbild, ungeachtet der unterschiedlichen Angulation oder Vergrößerung der Röntgenbilder.

Die Unterschiede im Knochenabbau an der mesialen und distalen Oberfläche nach Geschlecht, Alter, Rauchgewohnheiten, Implantatlänge und -position und Zeitpunkt der Insertion (sofort oder verzögert) wurden mit dem Chi-Quadrat-Test und

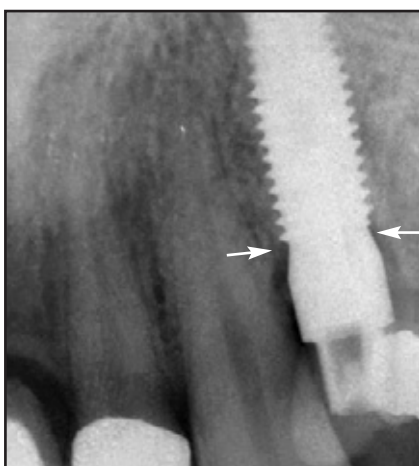
dem exakten Fisher-Test statistisch analysiert. Wenn ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt wurde, wurde mit dem relativen Risiko (RR) gemessen, wie stark der Zusammenhang war, da die Studienkohorte weiter beobachtet wurde. Ein P-Wert < 0,05 wurde als Schwellenwert für die statistische Signifikanz festgelegt.

## Ergebnisse

An der mesialen Oberfläche zeigten 71 der 94 untersuchten Implantate nach 11 bis 14 Jahren keinen Knochenverlust (Abb. 3 und 4) (75,5 %). Bei acht Implantaten (8,5 %) lag eine Windung frei, bei fünf Implantaten (5,3 %) lagen 1,5 Windungen frei, bei sieben Implantaten (7,4 %) lagen zwei Windungen frei und bei drei Implantaten lagen

<b>Tabelle 1 Knochenabbau an der mesialen Oberfläche der Implantate</b>			
Knochenniveau (Anz. der Windungen)	Knochenabbau (mm)	n	%
0	0	71	75,532
1,0	0,8	8	8,511
1,5	1,2	5	5,319
2,0	1,6	7	7,447
2,5	2,0	1	1,064
3,5	2,8	1	1,064
4,0	3,2	1	1,064
Gesamt		94	100

<b>Tabelle 2 Knochenabbau an der distalen Oberfläche der Implantate</b>			
Knochenniveau (Anz. der Windungen)	Knochenabbau (mm)	n	%
0	0	67	71,277
0,5	0,4	2	2,128
1	0,8	14	14,894
1,5	1,2	2	2,128
2	1,6	6	6,383
2,5	2	2	2,128
4,5	3,6	1	1,064
Gesamt		94	100



**Abb. 5a** Röntgenbild, das 12 Jahre nach der Restauration gemacht wurde und an der mesialen und distalen Oberfläche des Implantats in der Position des oberen linken ersten Prämolars keinen Knochenabbau zeigt.



**Abb. 5b** Klinische Ansicht des Implantats aus Abb. 5a zum Zeitpunkt der sofortigen Insertion.



**Fig 5c** Definitive Versorgung desselben Implantats 12 Jahre nach der Insertion.

mehr als zwei Windungen frei (2,5, 3,5 und vier Windungen) (Tabelle 1). Basierend auf der 0,8-mm-Referenzmessung wiesen 84 % der untersuchten Oberflächen nach 11 bis 14 Jahren  $\leq 0,8$  mm Knochenabbau auf. 98 Prozent der untersuchten mesialen Oberflächen wiesen während desselben Zeitraums weniger als 2,0 mm Knochenverlust auf.

An der distalen Oberfläche zeigten 67 der 94 untersuchten Implan-

tate (71,3 %) keinen Knochenverlust (Abb. 5). An zwei Oberflächen (2,1 %) lagen 0,5 Windungen frei. Bei 14 Oberflächen (14,9 %) lag eine Windung frei, bei zwei Oberflächen (2,1 %) lagen 1,5 Windungen frei, bei sechs Oberflächen (6,4 %) lagen zwei Windungen frei, bei zwei Oberflächen (2,1 %) lagen 2,5 Windungen frei und bei einer Oberfläche lagen 4,5 Windungen frei. Somit wiesen 88 % der untersuchten

distalen Oberflächen 11 bis 14 Jahre nach der Belastung  $\leq 0,8$  mm Knochenabbau auf. Außerdem wiesen 99 % aller untersuchten Oberflächen in diesem Zeitraum  $\leq 2,0$  mm Knochenabbau auf (Tabelle 2).

Beim Knochenabbau an der mesialen Oberfläche der 94 Implantate gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied nach Geschlecht, Alter, Rauchgewohnheiten, Implantatlänge oder -position

( $P = 0,05$ ). Beim Knochenabbau an der distalen Oberfläche der 94 Implantate gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied nach Alter, Rauchgewohnheiten, Implantatlänge oder -position ( $P = 0,05$ ), es gab jedoch einen statistisch signifikanten Unterschied nach dem Geschlecht. An den Implantaten, die Frauen erhalten hatten, war die Wahrscheinlichkeit des distalen Knochenabbaus 2,09-mal wahrscheinlicher als bei den Männern ( $RR = 2,09$ ). Bei den Implantaten, die sofort in Extraktionsalveolen inseriert worden waren, und denen, die in den verheilten Alveolarkamm inseriert worden waren, gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem mesialen und dem distalen Knochenabbau ( $P = 0,05$ ).

## Diskussion

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass das Konzept des Platform-Switching, wie es hier angewandt wurde, das interproximale krestale Knochniveau effektiv erhalten konnte. Bei 71 (76 %) und 67 (71 %) der 94 untersuchten Röntgenaufnahmen trat vom Zeitpunkt der Insertion bis zu den Follow-up-Untersuchungen nach 11 bis 14 Jahren an der mesialen und distalen Oberfläche kein Knochenverlust auf. Tatsächlich zeigten 96,8 % der mesialen und distalen Oberflächen bei der Messung nach diesem Zeitraum einen Gesamtverlust von weniger als 2 mm krestalem Knochen. Das liegt im Bereich des Knochenverlusts, der früher bereits für den Implantaterfolg definiert wurde und für das erste Jahr  $\leq 1,0$  bis 1,5 mm sowie für jedes darauffolgende Jahr weniger als 0,2 mm beträgt<sup>12-14</sup>. Dieses Kriterium wurde ursprünglich für Implantate mit maschinierter Oberfläche festgelegt. Es galt des-

halb für alle Implantate der vorliegenden Studie, da sie alle eine maschinerte Oberfläche hatten. In der vorliegenden Studie gab es beim Knochenabbau an der mesialen und distalen Oberfläche der Implantate keinen statistisch signifikanten Unterschied nach Patientenalter, Rauchgewohnheiten, Implantatlänge oder -position oder danach, ob das Implantat sofort nach der Extraktion oder in den verheilten Knochenkamm inseriert worden war. Dies impliziert, dass die Effektivität des Platform-Switching mit der Veränderung des physikalischen Abstands zwischen dem Implantat-Abutment-Interface (Mikropalt) und dem Alveolarknochen um das Implantat zusammenhängt. Außerdem trägt dieses Verhältnis offensichtlich effektiv zum Erhalt des krestalen Knochens bei, unabhängig von den vorliegenden Variablen. Diese Ergebnisse stimmen mit vier separaten Humanstudien überein. In drei von ihnen wurde das Konzept des Platform-Switching mit der verzögerten Implantatinserion angewandt<sup>17, 18, 22</sup>. In einer Studie wurde die Technik bei der Sofortimplantation in Extraktionsalveolen untersucht<sup>19</sup>. Bei beiden Protokollen fiel der Knochenabbau geringer aus als in Studien, bei denen Implantate und Abutments mit passendem Durchmesser verwendet worden waren. In drei Studien erfolgte zwar ein Vergleich standardisierter Röntgenbilder, die im Lauf der Zeit gemacht worden waren, aber in der vorliegenden Studie wurde ein Standard-Referenzpunkt (der koronalste Punkt des Implantats) verwendet und es wurde zum koronalsten Knochniveau hin gemessen. Diese Vorgehensweise ist ähnlich wie in einer vor Kurzem veröffentlichten 5-Jahres-Studie, in der der apikale Rand der maschnierten Plattform verwendet wurde,

um auf standardisierten Röntgenaufnahmen den Knochenabbau zu messen<sup>22</sup>. In der vorliegenden Studie befand sich der koronalste Punkt der Implantatplattform zum Zeitpunkt der Implantatinserion auf der Höhe des Alveolarkamms. Deshalb wurde dieser Punkt als Standardmarkierung verwendet. Da der Abstand von der Implantatspitze zum koronalsten Punkt des Implantat-Knochen-Kontakts gemessen wurde und weil die Gewindesteigung des Implantats bekannt war (0,8 mm), konnte anhand der neuesten Röntgenaufnahmen der Umfang des Knochenabbaus exakt festgestellt werden.

Für den Erfolg des Konzepts des Platform-Switching gibt es unterschiedliche Erklärungen. In einer biomechanischen Analyse wurde die Meinung vertreten, durch das Platform-Switching werde der Bereich der Spannungskonzentration vom Interface zwischen dem koronalen Knochen und dem Implantat weg verlagert und so die Knochenresorption reduziert<sup>24-26</sup>. In einer zweiten Theorie wurde angenommen, dass die Medialisierung des Implantat-Abutment-Interface (Mikropalt) die Resorption des krestalen Knochens verringert, da sie gleichzeitig das entzündliche Zellinfiltrat im Bindegewebe, das durch den Mikropalt eindringt, vom krestalen Knochen weg verlagert<sup>27-30</sup>. Ericsson et al.<sup>31</sup> und Berglund und Lindhe<sup>32</sup> studierten die lokalisierte Entzündung im periimplantären Weichgewebe um das Implantat-Abutment-Interface. Sie stellten eine Zone aus entzündlichem Bindegewebe fest, die sie als infiltriertes Bindegewebe (ICT) bezeichneten, ebenso eine tiefere Pufferzone aus nicht infiltriertem Bindegewebe, das sich 0,8 mm koronal zum Knochen befand. Laut diesen Autoren verursacht die ICT-Zone, wenn sie sich

am oder unter dem Alveolarkamm befindet, eine vertikale Resorption, wie sie um zweizeitige Implantate beschrieben wurde. Eine weitere Theorie besagt, dass mit dem Platform-Switching die biologische Breite um das Implantat wiederhergestellt wird, die an der medialeren Position des Mikropalts beginnt. So nimmt die krestale Resorption ab, die ansonsten beobachtet wird, wenn sich der Mikropalt am Alveolarkamm befindet, wenn Implantat und Abutment denselben Durchmesser haben<sup>11, 33-39</sup>. Mehrere Forscher zeigten am Tiermodell, dass die Knochenresorption, die um ein- und zweiteilige Implantate zu beobachten ist, damit zusammenhängt, in welcher Position sich das Implantat-Abutment-Interface in Relation zum Niveau des Alveolarkamms befindet<sup>40, 41</sup>. Wenn das Implantat-Abutment-Interface am Knochenkamm oder darunter angesetzt wurde, traten infolge der Etablierung der biologischen Breite 2 mm vertikaler Knochenabbau auf<sup>42</sup>.

Eine weitere Methode, das ICT zu verlegen (medialisieren), sieht vor, zwischen der äußeren Position des Abutments und dem äußeren Rand des Implantats am Implantat-Abutment-Interface einen Abstand zu lassen. In der vorliegenden Studie geschah dies, als ein Abutment mit 4,1 mm Durchmesser auf die damals noch neuen Implantate mit 5,0 mm Durchmesser gesetzt wurde, die von Nobel Biocare hergestellt wurden. Als die neuen Implantate mit größerem Durchmesser auf den Markt kamen, standen keine breiteren Abutments zur Verfügung, deshalb konnten die Behandler nur die Abutments mit Standarddurchmesser (4,1 mm) verwenden. Durch dieses „Platform-Switching“ wurde die biologische Breite medialisiert. Wenn das Implantat auf der Höhe des Alveolarkamms inseriert wurde,

wurde die krestale Resorption reduziert, die üblicherweise auftritt, um 1,5 bis 2,0 mm Weichgewebe Platz zu bieten.

In einem Bericht wurde das röntgenologische Langzeit-Follow-up von mehreren Patienten vorgestellt, die Wide-Diameter-Implantate mit 5,0 und 6,0 mm Durchmesser (Biomet 3i) erhalten hatten, die mit Abutments von 4,0 mm Durchmesser versehen worden waren. Der krestale Knochenabbau war gegenüber dem Abbau, der normalerweise an konventionell versorgten Implantaten auftrat, reduziert<sup>15</sup>. Aufgrund dieser Informationen haben mehrere Implantathersteller eine horizontale oder schräge Verlagerung des Implantat-Abutment-Interface entwickelt, um den Abstand zwischen dem Abutment und dem Knochen-Implantat-Kontakt des Alveolarkamms zu erhöhen. Kliniker wenden dieses Konzept in der ästhetischen Zone an, um den krestalen Knochen und das Niveau des periimplantären Weichgewebes zu erhalten<sup>43</sup>.

In drei Humanstudien wurde der periimplantäre Knochenabbau um Implantate mit Platform-Switching mit einer Kontrollgruppe verglichen, die Implantate und Abutments mit demselben Durchmesser erhalten hatte. In der ersten Studie wurden 30 Kontroll- und 30 Studienimplantate vorgestellt. Die Messungen wurden einen, vier und sechs Monate nach dem Einsetzen der Abutments anhand von digitalen Röntgenaufnahmen vorgenommen<sup>17</sup>. An den Implantaten mit Platform-Switching wurde signifikant weniger Knochenabbau verzeichnet als an den Kontrollimplantaten. In einer weiteren Studie wurden 131 Implantate beobachtet, die 45 konsekutive Patienten erhalten hatten<sup>18</sup>. 75 Implantate mit einem Heilungsabutment, das 1 mm schmaler war als die Implantatplatt-

form, und 56 Implantate mit einem Heilungsabutment mit demselben Durchmesser wurden inseriert. Die klinischen und röntgenologischen Daten, die 12 Monate nach der Belastung erhoben wurden, zeigten, dass der vertikale Knochenabbau bei den Implantaten mit Platform-Switching 0,6 bis 1,2 mm (durchschnittlich  $0,95 \pm 0,32$  mm) betrug. Bei den Kontrollimplantaten betrug der Knochenabbau 1,3 bis 2,1 mm (durchschnittlich  $1,67 \pm 0,37$  mm). Der Unterschied zwischen den Behandlungs- und den Kontrollimplantaten war statistisch signifikant. In der neuesten Studie wurden die Veränderungen des krestalen Knochens bei 144 Patienten, die insgesamt 182 Einzelimplantate mit 5 mm Durchmesser und Außensechskant erhalten hatten, über einen Zeitraum von fünf Jahren hinweg beobachtet<sup>22</sup>. 85 Implantate, die mit Abutments mit demselben Durchmesser versorgt worden waren, zeigten eine durchschnittliche Knochenresorption von 0,9 mm, im Vergleich zu 0,6 mm Resorption um die Implantate, die Abutments mit Platform-Switching erhalten hatten. Auch hier war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen beim krestalen Knochenabbau statistisch signifikant. Diese drei kontrollierten Studien bestätigten, dass das Platform-Switching eine effektive Methode für den Erhalt des periimplantären marginalen Knochens sein kann.

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts, dem die passende Kontrollgruppe fehlt, stimmen mit denen der drei genannten Studien überein. Die vorliegende Studie wurde über den derzeit längsten Follow-up-Zeitraum zu einer prospektiven Untersuchung von Implantaten mit Platform-Switching durchgeführt. Sie bestätigt das Behandlungskonzept für den Erhalt des krestalen Knochenlevels.

### Danksagung

Die Autoren danken Dr. David Kim, Assistenzprofessor, Harvard School of Dental Medicine, und Dr. Kevin Guze, Postgraduate Resident, Harvard School of Dental Medicine, für die Durchführung der Messungen an den Röntgenaufnahmen der Patienten in dieser Studie. Außerdem bedanken sie sich bei Dr. Yong-Guen Choi für die statistische Analyse.

### Literatur

1. Brånemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lundkvist S, Rockler B. Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. *Biomaterials* 1983;4:25–28.
2. Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:329–336.
3. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, et al. Long term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161–172.
4. Ohnrell LO, Hirsch JM, Ericsson I, Brånemark PI. Single-tooth rehabilitation using osseointegration. A modified surgical and prosthodontic approach. *Quintessence Int* 1988;19:871–876.
5. Wennström JL, Ekstubb A, Gröndahl K, Carlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restorations: A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2005;32:567–574.
6. Thomason JM. The McGill Consensus Statement on Overdentures. Mandibular 2-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2002;10(3):95–96.
7. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, et al. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Gerodontology* 2002;19:3–4.





8. Lindh T, Gunne J, Tillberg A, Molin M. A meta-analysis of implants in partial edentulism. *Clin Oral Implants Res* 1998;9: 80–90.
9. Priest G. Single-tooth implants and their role in preserving remaining teeth: A 10-year survival study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:181–188.
10. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 1989;62:567–572.
11. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of the inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;71:546–549.
12. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria for success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11–25.
13. Albrektsson T, Isidor F. Consensus report of session IV. In: Lang NP, Karring T (eds). *Proceedings of the First European Workshop on Periodontology*. London: Quintessence, 1994:365–369.
14. Roos J, Sennerby L, Lekholm U, Jemt T, Gröndahl K, Albrektsson T. A qualitative and quantitative method for evaluating implant success: A 5-year retrospective analysis of the Brånemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:504–514.
15. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9–17.
16. Baumgarten H, Cocchetto R, Testori T, Meltzer A, Porter S. A new implant design for crestal bone preservation: Initial observations and case report. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005;17:735–740.
17. Vela-Nebot X, Rodríguez-Ciurana X, Radado-Alonso C, Segala-Torres M. Benefits of an implant platform modification technique to reduce crestal bone resorption. *Implant Dent* 2006;15:313–320.
18. Cappiello M, Luongo R, Di Iorio D, Bugea C, Cocchetto R, Celletti R. Evaluation of peri-implant bone loss around platform-switched implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:347–355.
19. Canullo L, Rasperini G. Preservation of peri-implant soft and hard tissues using platform switching of implants placed in immediate extraction sockets: A proof-of-concept study with 12- to 36-month follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22:995–1000.
20. Jung Re, Jones AA, Higginbottom FL, et al. The influence of non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. *J Periodontol* 2008;79:260–270.
21. Degidi M, Iezzi G, Scarano A, Piattelli A. Immediately loaded titanium implant with a tissue-stabilizing/maintaining design ('beyond platform switch') retrieved from man after 4 weeks: A histological and histomorphometrical evaluation. A case report. *Clin Oral Implants Res* 2008;19: 276–282.
22. Vigolo P, Givani A. Platform-switched restorations on wide-diameter implants: A 5-year clinical prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:103–109.
23. Wagenberg BD, Langer B, Zecker-Jess J. Prospective study of the Langer modification of the Brånemark 5.0-mm implant: 3-year results. *Compend Contin Educ Dent* 1999;20:710–712, 714.
24. Maeda Y, Miura J, Taki I, Sugo M. Biomechanical analysis on platform switching: Is there any biomechanical rationale? *Clin Oral Implants Res* 2007;18:581–584.
25. Hansson S. A conical implant-abutment interface at the level of the marginal bone improves the distribution of the stresses in the supporting bone. An axisymmetric finite element analysis. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:286–293.
26. Schrottenboer J, Tsao YP, Kinariwala V, Wang HL. Effect of microthreads and platform switching on crestal bone stress levels: A finite element analysis. *J Periodontol* 2008;79:2166–2172.
27. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1997;24:568–572.

28. Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:527-540.
29. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:81-90.
30. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 1993;4:158-161.
31. Ericsson J, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B. Different types of inflammatory reactions in the peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995;22:255-261.
32. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971-973.
33. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-1130.
34. Luongo R, Traini T, Guidone PC, Bianco G, Cocchetto R, Celletti R. Hard and soft tissue responses to the platform-switching technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:551-557.
35. Sanz M, Alandez J, Lazaro P, Calvo JL, Quirynen M, van Steenberghe D. Histopathologic characteristics of peri-implant soft tissues in Brånemark implants with 2 distinct clinical and radiological patterns. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:128-134.
36. Cox JF, Zarb GA. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: A 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:91-100.
37. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implant-to-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:186-198.
38. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two-piece titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:559-571.
39. Tarnow D, Elian N, Fletcher P, et al. Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol* 2003;74:1785-1788.
40. Hermann JS, Schoolfield JD, Nummikoski PV, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants: A methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:475-485.
41. Todescan FF, Pustiglioni FE, Imbronito AV, Albrektsson T, Gioso M. Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: A histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:467-472.
42. Plattelli A, Vrespa G, Petrone G, Iezzi G, Annibaldi S, Scarano A. Role of the microgap between implant and abutment: A retrospective histologic evaluation in monkeys. *J Periodontol* 2003;74:346-352.
43. Gardner DM. Platform switching as a means to achieving implant esthetics. *N Y State Dent J* 2005;71(3):34-37.