



Litten schon vor rund 83 Millionen Jahren an Erkrankungen des Periosts und tragen zugleich das verbreitetste Implantatmaterial im Namen: **Titanosaurier**.

Ein Grund zu feiern: 280 Jahre Periost

Zugegeben: Dass eine anatomische Struktur wie das Periost ein Jubiläum feiert, wie man es von einem Unternehmen, einer Stadt oder einem Verein kennt, klingt zunächst überaus seltsam. Denn auf welches Datum sollte man sich hier beziehen: ein fixes „Gründungsjahr“ gibt es nicht. Darüber hinaus erscheinen 280 Jahre viel zu wenig, denn immerhin können Wissenschaftler heute sogar bei Dinosauriern wie dem Titanosaurus Krankheiten an einer rund 83 Millionen Jahre alten Knochenhaut untersuchen [1]. Und doch gibt es in diesem Kontext ein 280-jähriges „Jubiläum“, das für die Implantologie noch heute von besonderer Relevanz ist.

1742, vor 280 Jahren, war es Henri-Louis Duhamel, der erstmals in einem Report [2] die osteogene Funktion des Periosts beschrieb – so Emans et al. [3] 2011 im Journal of Tissue Science & Engineering. Diese Erkenntnis sorgte seinerzeit offenbar für einiges Aufsehen, widersprach sie doch der damals verbreiteten Ansicht, das Periost habe „keinen Teil an der Knochenbildung“. Duhamel hingegen betrachtete das Periost als Gewebe „mit der Bestimmung, sich in Knochen zu verwandeln“ [5]. Da er sich mit dieser Meinung allerdings klar gegen seinerzeit besonders einflussreiche Wissenschaftler positionierte, wurde seine „Theorie im Laufe der Jahre niedergeschlagen, ja sie geriet gegen Ende des Jahrhunderts ziemlich in Vergessenheit“ [6].



Henri-Louis Duhamel du Monceau kam der osteogenen Funktion des Periosts als erster auf die Spur und sah sich daher dem Widerstand seiner Zeitgenossen gegenüber.

Bild: The National Library of Medicine believes this item to be in the public domain.

Implantologie-Pioniere mit Blick für das Periost

Über 200 Jahre später war den Pionieren der dentalen Implantologie die Bedeutung des Periosts für die Knochenregeneration allerdings durchaus bewusst. So untersuchte etwa Per-Ingvar Brånemark höchstpersönlich die Neubildung von Knochen und Knochenmark in einer 1964 veröffentlichten Tierstudie [7]. Insbesondere interessierte er sich dabei für die Rolle der Osteoplasten. Um sie besser verstehen zu können, wurde eine Rippenperiost-Röhre von Kaninchen und Hunden isoliert, der die Ernährung erhalten blieb. Das neu gebildete Gewebe in dieser geschlossenen Röhre wurde anschließend genauer untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich nach 90 respektive 150 Tagen bei Kaninchen und Hund ein „im wesentlichen normales Rippensegment mit aktivem Mark, spongiösen Trabeculae, Kortikalis und Periost“ [8] entwickelt hatte. Diese Beobachtung legte den Schluss nahe: Sofern eine ausreichende Gefäßversorgung vorhanden ist, ist das isolierte Periost dazu in der Lage, Knochen und Knochenmark zu bilden.

Das Periost – eine erhaltungswürdige Struktur

Vor diesem Hintergrund verwundert es kaum, dass eine Arbeitsgruppe unter Beteiligung von Brånemark Anfang der 1980er-Jahre explizit auf die Erhaltungswürdigkeit des Periosts im Rahmen implantologischer Eingriffe verweist. In ihrer Studie osseointegrierter Implantate bei der Behandlung zahnloser Kiefer hatten Adell et al. [9] insgesamt 2.768 Implantate in 410 zahnlosen Kiefern von 371 Patienten untersucht – und das über einen Zeitraum von 15 Jahren, von 1965 bis 1980. Nach einer Pilotphase von 5 Jahren hatten die Autoren ein standardisiertes chi-

rurgisches und prothetisches Prozedere entwickelt, das bei den folgenden Fällen zum Einsatz kam und das Potenzial der Methode angemessen reflektieren sollte.

In einer sogenannten „Routine-Gruppe I“ mit einem Beobachtungszeitraum von 5 bis 9 Jahren fassten die Wissenschaftler 895 Implantate in 130 Kiefern zusammen. In dieser Gruppe zeigten sich 91% der Unterkiefer- und 81% der Oberkieferimplantate als stabil. Bei den prothetischen Versorgungen im Oberkiefer belief sich dieser Wert auf 89%, im Unterkiefer auf 100%. Mit einem durchschnittlichen Knochenverlust von 1,5 mm während des 1. Jahres nach prothetischer Versorgung und 0,1 mm in den Folgejahren wurden diese klinischen Resultate als überaus positiv bewertet.

Chirurgisches Trauma reduzieren

Über diese eigentlichen Ergebnisse der Studie hinaus lassen sich aber zudem interessante Aussagen über das Periost identifizieren. So ziehen die Autoren als Ursache für den festgestellten Knochenverlust an erster Stelle Effekte des chirurgischen Traumas in Betracht – darunter auch die Ablösung des Periosts. Welche Empfehlung sich für das implantologische Protokoll daraus ableiten lässt, wird später im Diskussionsteil der Studie deutlich formuliert: Die potenziell knochenbildenden Periost-Zellen sollten durch ein minimales chirurgisches Trauma am Mukoperiost-Lappen erhalten werden und die Knochenoberfläche sollte nach Möglichkeit nicht von den Gefäßen im Periost abgeschnitten werden.

Angesichts dieser Empfehlung liegt die Frage auf der Hand: Wenn ein minimales chirurgisches Trauma am Mukoperiost-Lappen wünschenswert ist, wäre es dann nicht am sinnvollsten, die Bildung eines Mukoperiost-Lappens gänzlich zu unterlassen? Schließlich lässt sich auf diese Weise die Intakterhaltung des Periosts am einfachsten gewährleisten.

Periosterhalt durch Verzicht auf Aufklappung

Aktuelle Untersuchungen wie jene von Scavia et al. [10] weisen in genau diese Richtung. Bei ihrer Evaluation horizontaler Kieferkammaugmentationen in Kombination mit einer lappenlosen Implantationsmethode dokumentierten die Forscher unter anderem den Knochenverlust über einen Zeitraum von 3 Jahren hinweg. Am Ende dieser Beobachtungszeit stellten die Autoren vertikale Knochenverluste zwischen 0 mm und 1,2 mm (durchschnittlich 0,63 mm) im Umfeld der inserierten Implantate fest. Diese Resultate legten den Schluss nahe, dass die Verwendung einer lappenlosen Technik die Knochenresorption um die Implantatschulter herum reduziert. In ihrer Schlussfolgerung führen die Autoren den horizontalen Volumengewinn innerhalb der ersten 6 Monate unter anderem auf den Erhalt der Blutversorgung durch das Periost zurück. Zudem falle die vertikale Resorption des maxillären Kortex in den ersten 3 Jahren geringer aus als beim klassischen Lappenverfahren.

Osteogene Potenz und Alter

Zwar weist die wissenschaftliche Literatur mit Blick auf die osseogene Potenz des Periosts darauf hin, dass diese im Alter nachlässt [11–13], doch konnten Untersuchungen erst kürzlich feststellen, dass ein Erhalt des Periosts auch unabhängig vom Alter zur spontanen Knochenregeneration beitragen kann. So widmeten sich Esen et al. [14] in ihrer Ende 2021 veröffentlichten Arbeit der spontanen Knochenregeneration nach umfangreicher Kieferresektion. Sie musste bei einer 73-jährigen Patientin vorgenommen werden, nachdem in Folge langjähriger Bisphosphonat-Gabe eine medikationsbedingte Osteonekrose des Kiefers (MRONJ) diagnostiziert worden war.

Der Röntgenbefund offenbarte eine 3 cm lange Läsion im rechten Unterkiefer, die sich vom Foramen mentale bis in den posterioren Bereich erstreckte. Bei der folgenden partiellen Mandibulektomie achteten die Forscher explizit darauf, das Periost nicht zu beschädigen. Die Kontrolluntersuchung 1 Jahr nach dem Eingriff zeigte, dass sich der Knochen vollständig regeneriert hatte. Auf der Grundlage dieser Beobachtung kamen die Wissenschaftler zu folgendem Schluss: Wird das Periost erhalten, kann es unabhängig vom Alter zu einer spontanen Knochenregeneration kommen. Zuvor sei das Phänomen den Autoren zufolge fast ausschließlich bei jüngeren Patienten beobachtet worden, weshalb die vorliegende Studie eine neue Perspektive auf das osteogene Potenzial des Periosts eröffnet.

Fazit

Von der Kreidezeit über die Aufklärung und die Pioniertage der Implantologie bis heute – das Periost war, ist und bleibt für die Regeneration von Knochen von höchster Relevanz. Wenngleich schon die Dinosaurier mit diesem „Star“ der Osteogenese ausgestattet waren und dessen Potenzial bereits vor 280 Jahren erstmals erkannt wurde, fördert die Forschung auch ganz aktuell noch neue Erkenntnisse zur Knochenhaut zutage. Als gesichert kann jedoch gelten: Der Erhalt des Periosts sollte im Sinne einer vorteilhaften Knochenneubildung stets im Blick behalten werden, etwa durch lappenlose Implantation – ein Voratz, der sicherlich die nächsten 280 Jahre der zahnärztlichen Implantologie prägen wird. ■

Literatur unter www.zmk-aktuell.de/literaturlisten

Das minimalinvasive Insertionsverfahren (MIMI), welches das Periost schont

Ein lappenloses Implantationsverfahren, das auf die Bildung von Mukoperiost-Lappen in der chirurgischen Phase verzichtet, ist das minimalinvasive Insertionsprotokoll „MIMI“, entwickelt bereits vor über 30 Jahren von Dr. Armin Nedjat, Flonheim.

In Verbindung mit Implantaten von Champions-Implants, Flonheim, z.B. dem 2-teiligen Titan-Implantat „Champions (R)Evolution“ oder den Keramik-Implantaten „Patent“ (Zircon Medical, Zürich) entfällt zusätzlich die Wiedereröffnung der Gingiva in der prothetischen Phase. Möglich macht dies der „Shuttle“, der werkseitig auf den (R)Evolution-Implantaten montiert ist. Der Shuttle ist Insertionstool und Gingivaformer in einem.

Die Wiedereröffnung der Gingiva ist mit einem Risiko von Weich- und Hartgewebeabbau verbunden – beispielsweise durch das von Romanos et al. [15] untersuchte Einwandern von pathogenen Keimen an der Schnittstelle von Implantat zu Abutment. Bei Implantationen nach dem MIMI-Protokoll entfällt dieses Risiko. So kombiniert das MIMI-Verfahren die Vorzüge der lappenlosen Insertion mit einem relevanten Vorteil in der prothetischen Phase.

Das MIMI-Insertionsprotokoll arbeitet mit Bohrungen im Low-Speed-Verfahren mit konischen Dreikantbohrern. In der Kompakta sieht das MIMI-Bohrprotokoll eine Umdrehungszahl von 250 U/min vor, in der Spongiosa 50 bis 70 U/min. Der Bohrer wird von den kortikalen Schichten des Kieferknochens geführt und verbleibt stets in der Spongiosa – ganz ohne mechanische Bohrschablone. Dies ist die CNIP-Navigation (Cortical Navigated Implantation Procedure).

Bei Spätimplantationen (MIMI Ib in der Nomenklatur des MIMI-Insertionsprotokolls) erfolgt als letzte Bohrung stets eine kortikale Entlastung mit einem Bohrer, der einen Durchmesser von 0,5 mm größer als das Implantat hat. Bei der Wahl des letzten Bohrers kommt zudem ein Durchmesser zum Einsatz, der circa 0,5 mm größer ist als der Implantatdurchmesser. So wird eine krestale Entlastung sichergestellt. Lässt es die Anatomie zu, wird optimalerweise 1 bis 2 mm subkrestal implantiert – so bleibt der „Platform-Switching-Effekt“ vollumfänglich erhalten. Bei schmalen Kieferkämmen ist die Implantation im MIMI-II-Verfahren nach Dr. Ernst Fuchs-Schaller möglich, das ebenfalls auf der CNIP-Navigation basiert. Zusätzlich kann bei Bedarf ein interner, direkter Sinuslift – minimalinvasiv ausgeführt – zur Anhebung des Kieferhöhlenbodens erfolgen.



Bei der CNIP-Navigation erfolgt die Pilotbohrung langsamtourig von lingual.



Sobald der Bohrer die spongiöse Schicht erreicht hat ...



... wird die Achse geändert.



Die kortikalen Schichten rechts und links leiten den Bohrer in die Tiefe ...



... und das Implantat kann sicher inseriert werden.



Bilder: © Champions-Implants GmbH



Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent.

Peer Kämmerer, MA, FEBOMFS

Leitender Oberarzt und stellv. Klinikdirektor

Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie – Plastische Operationen

Augustusplatz 2, 55131 Mainz

Peer.Kaemmerer@unimedizin-mainz.de