

**AUFBEREITUNG** // Die Endodontie stellt die Prävention, Ätiologie, Diagnose und Therapie von pulpaem und periapikalem Gewebe dar.<sup>1</sup> Immer dann, wenn eine endodontische Therapie nötig wird, muss auf eine chemo-mechanische Aufbereitung eine dichte Wurzelfüllung folgen, um eine erneute bakterielle Besiedelung zu vermeiden. Es gibt zahlreiche Faktoren, die das langfristige Ergebnis einer endodontischen Therapie negativ beeinflussen können; die Vertikalfraktur ist eine davon.

## ERHÖHT DIE MECHANISCHE WURZELKANALAUFBEREITUNG DIE INZIDENZ FÜR VERTIKALFRAKTUREN UND MICROCRACKS?

Dr. Veronika Walter MSc/Regensburg

### Vertikalfraktur

Der Definition nach ist eine Vertikalfraktur eine längsgerichtete Fraktur der Wurzel, die meist in bukkolingualer Richtung verläuft und in fast allen Fällen zur Extraktion des betreffenden Zahnes führt.<sup>2,3</sup> Die Prävalenz ist schwer zu ermitteln und liegt zwischen zwei und fünf Prozent.<sup>4</sup> Die Diagnose ist nicht immer einfach, da Zeichen und Symptome (sowohl klinisch als auch radiologisch) parodontalen oder periapikalen Läsionen gleichen.

Es gibt verschiedene Ätiologien im Zusammenhang mit Vertikalfrakturen: Neben der allgemeinen Schwächung endodontisch behandelter Zähne durch Substanzverlust sind die beiden Hauptursachen die Methoden, wie Wurzelkanäle aufbereitet und gefüllt werden. Problematisch ist auch, dass Vertikalfrakturen oftmals erst viele Jahre nach einer Wurzelkanalbehandlung auftreten (4,5 bis 8,5 Jahre). Daher ist es oft schwierig, die endodontische Therapie mit der Vertikalfraktur in Verbindung zu bringen. Eine wahrscheinliche Ursache ist das Entstehen von sogenannten Microcracks oder „blind cracks“ bei der Wurzelkanalpräparation und die

daraus resultierende Entwicklung einer Vertikalfraktur Jahre später.<sup>5</sup>

Hinsichtlich der Erhaltung der Zahnschubstanz gibt es einen Unterschied zwischen manueller und rotierender Instrumentierung. In einer In-vitro-Studie von Rao et al.<sup>6</sup> zeigten die Autoren, dass die verbleibende Dentindicke nach manueller Präparation mit K-Feilen dicker war als bei vier rotierenden Systemen. Der Grund dafür war der größere Taper der rotierenden Instrumente, der zwischen zwei und zwölf Prozent lag.

Eine weitere In-vitro-Studie von Zandbiglari et al.<sup>7</sup> dokumentierte ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen Wurzeln, die mit einem Taper von zwölf Prozent und einem von sechs Prozent aufbereitet wurden. Es zeigte sich ein höheres Frakturrisiko, wenn mehr Dentin aufgrund eines größeren Tapers entfernt worden war. Auch Wilcox et al.<sup>8</sup> fanden in ihrer Studie eine größere Wahrscheinlichkeit von Vertikalfrakturen, wenn sie mehr Zahnschubstanz während der Wurzelkanalpräparation entfernten.

Es ist wichtig, dass nicht nur Vertikalfrakturen berücksichtigt werden, sondern auch der Zusammenhang zwischen Micro-

cracks und Vertikalfrakturen. Defekte wie „craze lines“ (eine Linie auf der Wurzeloberfläche, die sich nicht zum Wurzelkanal hin erstreckt) oder unvollständige Risse (beginnend im Kanallumen und nicht bis zur Außenfläche) können im Laufe der Zeit zu Frakturen werden. Mögliche Risikofaktoren nach der Wurzelkanalpräparation sind: Wurzelkanalfüllung, das Setzen eines Wurzelstiftes und auch Kaukräfte.<sup>9</sup>

Wilcox et al.<sup>8</sup> stellten fest, dass „je mehr Dentin entfernt wurde, desto größer die Chance auf eine Fraktur ist“. Alle Zähne innerhalb ihrer Studie, die Vertikalfrakturen entwickelten, hatten einen früheren Nachweis von Microcracks. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Frakturen erst nach Entfernung der ersten Wurzelkanalfüllung und weiterer Vergrößerung der Kanäle auf 40 und 50 Prozent der Wurzelbreite auftraten.

Ziel des vorliegenden systematischen Reviews war es, herauszuarbeiten, ob eine mechanische Aufbereitung des Wurzelkanalsystems die Inzidenz von Vertikalfrakturen oder Microcracks beeinflusst. Daher wurde nach Antworten auf die folgenden Fragen gesucht:

#whdentalwerk



video.wh.com

W&H Deutschland GmbH

t 08682 8967-0

office.de@wh.com, wh.com



# Hygienestandard auf höchstem Niveau



## **Sterilisation, Hygiene und Pflege auf dem Vormarsch in der zahnärztlichen Praxis.**

Wir wissen genau worauf es im täglichen Umgang mit aufzubereitenden Turbinen, Hand- und Winkelstücken ankommt. Unsere Produkte und High-End-Lösungen begleiten Sie durch den gesamten Aufbereitungsworkflow.



- Haben verschiedene Arten von Feilensystemen einen unterschiedlichen Einfluss auf das Auftreten von Vertikalfrakturen/Microcracks?
- Beeinflussen bestehende Microcracks das Auftreten von Vertikalfrakturen?
- Gibt es prädisponierende Faktoren für die Prävalenz von Vertikalfrakturen/Microcracks, insbesondere in Bezug auf Art und Weise der endodontischen Therapie?

## Material und Methoden

Es wurden alle verfügbaren Primärstudien systematisch identifiziert, ausgewählt und kritisch bewertet sowie alle Ergebnisse extrahiert, deskriptiv aufgelistet und zusammengefasst (PICO-Schema). Für die Suche nach Studien wurden die elektronischen Datenbanken von PubMed, Ovid MEDLINE, ScienceDirect und Cochrane Database of Systematic Reviews benutzt. Darüber hinaus wurden Zeitschriften auf Referenzlisten manuell nach relevanten Artikeln durchsucht.

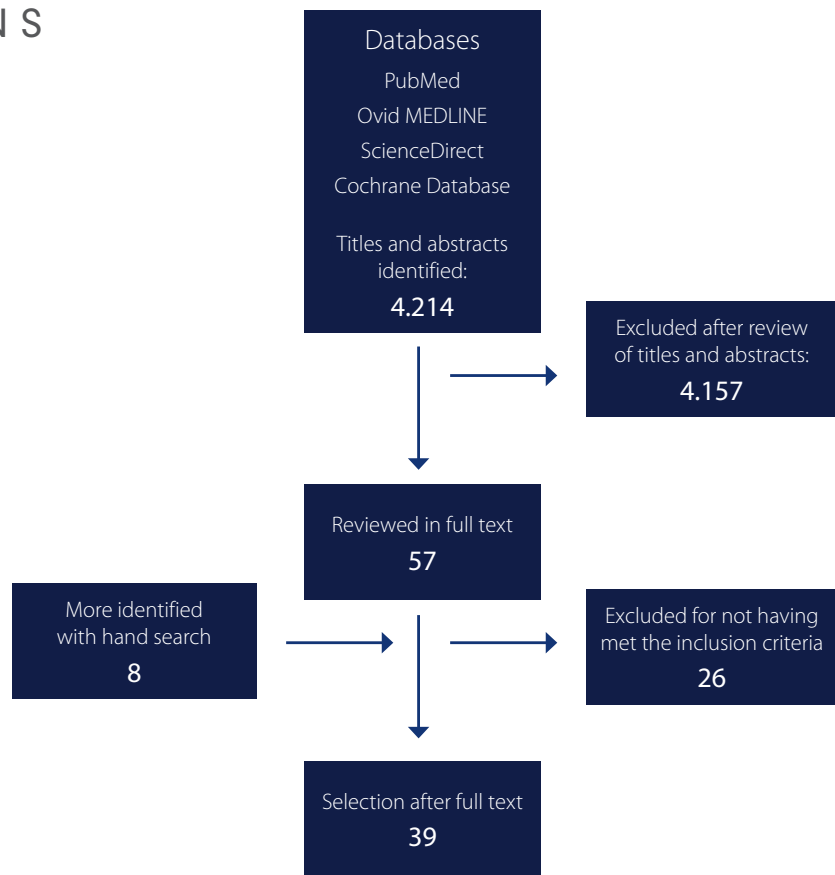


Abb. 1: Literaturrecherche.

## Ergebnisse Studienauswahl

Insgesamt gab es 4.214 Referenzen. Nach dem Ausschluss von doppelten Studien und Referenzen, deren Titel nichts mit der Forschungsfrage zu tun hatte, blieben 57 Studien übrig. Die Volltextüberprüfung ergab, dass 26 von ihnen die Aufnahme-kriterien nicht erfüllten, während die manuelle Suche acht weitere relevantere Studien ergab, somit insgesamt 39 Studien. Von diesen waren 38 In-vitro-Studien<sup>9–45</sup>, und es gab eine Metaanalyse<sup>46</sup>.

## Datenanalyse

Die Analyse aller Daten ergab, dass in den Studien unterschiedliche Arten von Zähnen verwendet wurden, genauso wie die Vorgehensweise bei der Durchführung der Wurzelkanalbehandlung bzw. der Auswertung unterschiedlich war. Es gab daher eine erhebliche Heterogenität bezogen auf die Anzahl und die Typen der Zähne, das Aufbereitungsprotokoll und die Methoden, mit denen die Zähne untersucht wurden.

## Ergebnisdetails

25 (65,8 Prozent) der 38 In-vitro-Studien gaben an, dass es keine vollständigen Vertikalfrakturen in allen Schichten/Abschnitten gab. Alle Studien zeigten Microcracks, wenn auch in unterschiedlichem Maße. Die am häufigsten verwendeten Feilensysteme waren: ProTaper Next, ProTaper Universal, RECIPROC, Self-Adjusting-File (SAF) und WaveOne. Alle Feilensysteme verursachten Microcracks mit Ausnahme der SAF.<sup>33,35</sup> Es ist wichtig zu wissen, dass die Bayram-Studie<sup>47</sup>, zwei De-Deus-Studien<sup>22,23</sup>, zwei Oliviera-Studien<sup>21,38</sup> und die Zoulo-Studie<sup>45</sup> angaben, dass sie nach der endodontischen Therapie keine neuen Microcracks gefunden haben. Alle „cracks“ waren bereits in den präoperativen microCT-Abschnitten zu sehen.<sup>8</sup>

## Diskussion

Der Vergleich der 38 In-vitro-Studien hat eine erhebliche Heterogenität in Bezug auf Anzahl und Art der Zähne, Präparationsprotokolle und Methoden zur Untersuchung der Zähne nach der Präparation

ergeben. Dennoch berichteten alle 38 In-vitro-Studien über Microcracks nach der Wurzelkanalpräparation, jedoch nur zwölf Studien auch über Vertikalfrakturen. Microcracks sind nach der endodontischen Behandlung ein häufigerer Befund als Vertikalfrakturen.

## Beziehung zwischen Feilensystem und Microcracks

Von den 35 verschiedenen Feilensystemen, die innerhalb der 38 In-vitro-Studien verwendet wurden, waren ProTaper Next (PTN), ProTaper Universal (PTU), RECIPROC (REC), Self-Adjusting-File (SAF) und WaveOne (WO) am häufigsten. Es ist auffällig, dass PTU mit mehr Microcracks verbunden war als die anderen vier Feilensysteme.<sup>12,15,18–20,22,27,28,30,31,33,35–37</sup> Die Gründe liegen nach Ansicht der Autoren vor allem im Taper der Instrumente, der Bewegung bzw. dem Drehmoment und dem Design der Feilen.

Miguéns-Vila et al.<sup>36</sup>, die 40 Prozent Microcracks mit dem PTU-System und 16,7 Prozent mit dem PTN-System aufwiesen, erklärten, dass der größere Taper der

PTU-Instrumente zu einer stärkeren Entfernung des Dentins und damit zu mehr Microcracks führt. In der Studie von Hin et al.<sup>27</sup> wird das gleiche Problem deutlich: PTU verursachte 35 Prozent Microcracks im Vergleich zu Mtwo mit 25 Prozent und SAF mit zehn Prozent. Die Autoren stellten ebenfalls fest, dass der Grund dafür der größere Taper der PTU war.

PTU ist ein Feilensystem, das bis zu sieben Feilen zur Aufbereitung des Kanals (S1, S2, F1–F5) verwendet, was bedeutet, dass im Kanal mehr „Manipulationen“ stattfinden als bei den „Single File“-Systemen REC, SAF und WO. Zudem kann festgestellt werden, dass REC und WO im Vergleich zu den vollrotierenden Systemen wie PTU oder PTN<sup>10,12,20,28,29,31–33,35,37,40,42</sup> weniger Schäden am Dentin verursachen. Die Bewegung ist stärker im Kanal zentriert, und mit der reziproken Bewegung wird die Feile kontinuierlich freigegeben, wenn sie in die Innenfläche des Wurzelkanals eingreift. Dies wiederum führt zu einer Reduzierung der Torsionsspannung auf das Dentin.<sup>29,48</sup>

Das SAF-System hat ein völlig anderes Konzept: Es ist ein Instrument ohne inneren Kern, aber mit einer maschenartigen Struktur, quasi eine „Hohlfeile“.<sup>48</sup> Durch ihre Eigenschaften können die ursprüngliche Kanalform und die Integrität des Wurzelentins erhalten werden. In allen

Studien<sup>27,33,35,43,47</sup>, in denen SAF eingesetzt wurde, wurde eine deutlich geringere Bildung von Microcracks im Vergleich zu den anderen Feilensystemen festgestellt.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Je mehr Zahnschubstanz aufgrund der mechanischen Eigenschaften eines Feilensystems entfernt wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Microcracks jeglicher Art innerhalb der Wurzel entstehen.

### Zusammenhang zwischen Untersuchungsmethode und Microcracks

Alle 38 In-vitro-Studien untersuchten die Wurzeln nach der Wurzelkanalpräparation mit einer der folgenden Methoden: Mikroskop, MicroCT/Synchrotron-CT oder Rasterelektronenmikroskop (REM). Der Unterschied bestand darin, dass nur mit dem Mikroskop und zweimal mit dem REM<sup>12,20</sup> eine Schnittdarstellung der Wurzeln erfolgte. Postoperative Mikrorisse wurden in allen Studien mit Schnittdarstellung<sup>9–13,15–18,20,26–37,39,41–43</sup> gefunden, aber nur in drei<sup>19,40,47,49</sup> der zwölf<sup>14,19–23,25,38,40,44,45,47</sup> ohne Schnittdarstellung. Daher könnten viele der postoperativen Mikrorisse Artefakte sein, die durch die destruktive Methode der Schnittdarstellung und nicht durch die Wurzelkanalbehandlung per se

verursacht werden. Die Untersuchungsmethode hat somit einen Einfluss auf die Rissbildung und auch auf deren Erkennung.

### Zusammenhang zwischen Microcracks und der Bildung von Vertikalfrakturen

Zwölf<sup>9,10,16,17,26,27,33,34,37,41–43</sup> der 38 In-vitro-Studien fanden nicht nur Microcracks nach der Wurzelkanalaufbereitung, sondern auch Vertikalfrakturen. Es gab jedoch keine Korrelation zwischen einem bestimmten Feilensystem oder einer bestimmten Aufbereitungsmethode und der Prävalenz von Vertikalfrakturen. Es ist bekannt, dass jede Art von Microcrack sich im Laufe der Zeit zu einer Vertikalfraktur ausdehnen kann<sup>17</sup>, mit im Wesentlichen zwei verantwortlichen Faktoren: prädisponierende und iatrogene. Wilcox et al.<sup>8</sup> gaben an, dass „je mehr Dentin entfernt wurde, desto größer ist die Chance auf eine Fraktur“ und stellten fest, dass alle Zähne in ihrer Studie, die eine Vertikalfraktur entwickelten, einen früheren Nachweis von Microcracks hatten. Im Gegensatz dazu stellten Bürklein et al.<sup>17</sup> fest, dass es nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung noch unklar ist, ob sich Microcracks in vollständige Risse und Frak-

Abb. 2: Entwicklung eines Microcracks zur Vertikalfraktur. Abb. 3: Degradierete Wurzelkanalfüllung: Ursache oder Folge der Vertikalfraktur?





turen ausbreiten können. Die Autoren führten dieses Ergebnis darauf zurück, dass es einen offensichtlichen Mangel an Korrelation zwischen den Ergebnissen aus In-vitro-Studien und der klinischen Situation gibt.

In einer Studie von Lertchirakarn et al.<sup>50</sup> fanden die Autoren heraus, dass nach lateraler Kondensation jede Art von unvollständiger Fraktur durch Krafteinwirkung, insbesondere während des Restaurationsverfahrens oder durch okklusale Spannungen beim Kauen zu einem „Hochspannungskonzentrationsbereich“ wird. Dies könnte zu einer weiteren Ausbreitung des Risses von der Wurzelkanalwand zur Außenfläche führen, die in einer Vertikalfraktur endet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Vertikalfrakturen fast immer aus Microcracks entstehen, die sich im Laufe der Zeit ausbreiten.

## Art der endgültigen Versorgung

Ein weiterer entscheidender Faktor neben der Wurzelkanalbehandlung ist die Art der endgültigen Versorgung endodontisch behandelter Zähne, insbesondere der Molaren, die bei Kaukräften die größte Belastung tragen. In einer Studie von Assif et al.<sup>51</sup> testeten die Autoren (unter simulierter okklusaler Belastung) die Bruchfestigkeit endodontisch behandelter Molaren, bei denen verschiedene Grade der Zahnstruktur verloren gingen und anschließend mit Amalgam wieder auf die ursprünglichen Konturen gebracht wurden. Sie gaben an, dass zwei Gruppen den höchsten Widerstand gegen Frakturen aufwiesen: Erstens Zähne mit einem kon-

servativen, endodontischen Zugang und damit einer minimalen Amalgamversorgung; zweitens Zähne, bei denen die Größe der Amalgamversorgung maximal war, was bedeutet, dass alle Höcker entfernt wurden. Diese Ergebnisse stimmen mit Hansen et al.<sup>52</sup> überein, die eine 20-jährige retrospektive Studie über Frakturen endodontisch behandelter und mit Amalgam restaurierter Zähne durchführten. Sie erklärten, dass Amalgamrestorationen ohne Höckerabdeckung für koronale Restaurationen nicht ausreichend seien und betrachteten die Überkuppelung als entscheidend für ihre Langzeitprognose.

Weitere Studien belegen überzeugend, dass im Allgemeinen eine Höckerabdeckung der Seitenzähne erfolgen sollte, jedoch ohne Bezug auf Amalgam. Cheung & Chan<sup>53</sup> untersuchten retrospektiv das Langzeitüberleben der vor mehr als zehn Jahren durchgeführten Primärwurzelkanalbehandlung. Sie untersuchten 608 Zähne und fanden heraus, dass unter anderem die Höckerabdeckung einer der wesentlichen Faktoren war, die den langfristigen Erfolg vorhersagten. Sie argumentierten, dass eine Krone/Teilkrone eine koronale Abdichtung bietet, um eine bakterielle Rekontamination des Wurzelkanalsystems zu verhindern, und das weiterhin dazu dient, den Zahn vor dem Risiko einer Fraktur zu schützen.

Eine noch umfangreichere retrospektive Analyse des Ergebnisses der ersten endodontischen Behandlung und der Zahnerhaltung über einen Zeitraum von acht Jahren in einer großen Patientengruppe aus 50 Staaten in den USA wurde von Salehrabi & Rotstein<sup>54</sup> durchgeführt. Von insgesamt 1.462.936 Zähnen

wurden 1.420.963 Zähne (97,1 Prozent) in der Mundhöhle gehalten; von den 41.973 extrahierten Zähnen hatten jedoch 35.697 (85 Prozent) keine vollständige koronale Abdeckung. So fanden die Autoren einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Zähnen mit und ohne Krone. Die Anzahl der extrahierten Zähne ohne Krone war bei den Molaren 6,2-fach höher als bei den Zähnen mit Krone.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der kumulierte Verlust der Zahnschicht durch Karies, restaurative und endodontische Verfahren die Wahrscheinlichkeit einer Zahnfraktur am ehesten erhöht, wenn die Zähne keine vollständige koronale Abdeckung aufweisen.

## Zusammenfassung

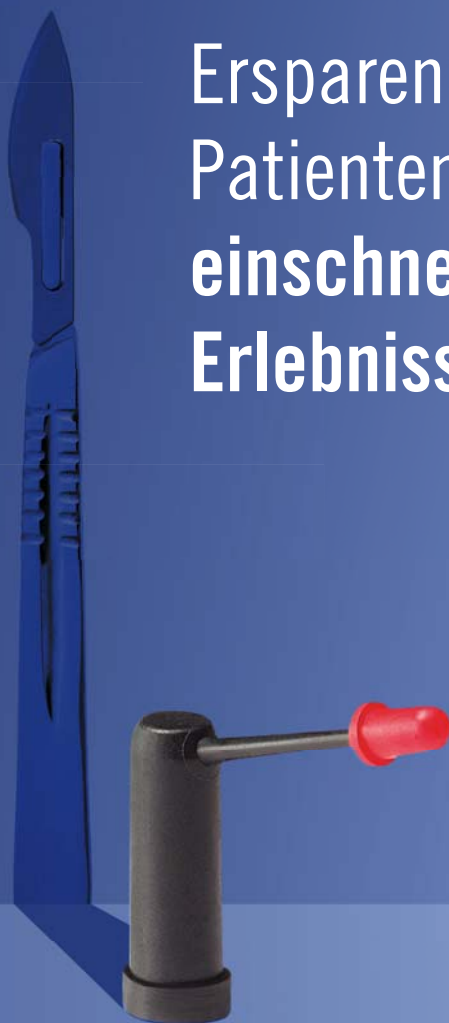
- Es gab eine erhebliche Heterogenität in Bezug auf Anzahl und Art der Zähne, Präparationsprotokolle oder Methoden zur Untersuchung der Zähne nach der Präparation.
- Microcracks sind nach der endodontischen Behandlung ein häufigerer Befund als Vertikalfrakturen.
- Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Entfernung der Zahnschicht und der Entstehung von Rissen jeglicher Art in der Wurzel.
- Die Untersuchungsmethode hat Einfluss auf die Bildung von Rissen und deren Erkennung.
- Die Möglichkeit einer VF steigt, wenn die Zähne keine vollständige koronale Abdeckung aufweisen.

Für weitere Details zum systematischen Review, v.a. auch zum Abschnitt Material und Methoden, nehmen Sie bitte direkten Kontakt mit der Autorin auf.

## Literatur bei der Redaktion.

**DR. VERONIKA WALTER, MSC**  
 PRODENS32  
 Tätigkeitsschwerpunkt Endodontie  
 Watmarkt 1  
 93047 Regensburg  
 Tel.: 0941 55229  
 praxis@prodens32.de  
 www.prodens32.de

# Ersparen Sie Patienten einschneidende Erlebnisse.



## Ligosan® Slow Release

Behandelt Parodontitis wirksam –  
bis in die Tiefe.

- » klinisch bewiesene antibakterielle und antiinflammatorische Wirkung für bessere Abheilung der Parodontaltaschen
- » hohe Patientenzufriedenheit dank geringer systemischer Belastung
- » einfache und einmalige Applikation des Gels; kontinuierliche lokale Freisetzung des Wirkstoffs Doxycyclin über mindestens 12 Tage

Ein Anwendungsvideo und weitere Informationen können  
Sie sich unter [kulzer.de/taschenminimierer](http://kulzer.de/taschenminimierer) ansehen.



Mundgesundheit in besten Händen.



**KULZER**  
MITSUI CHEMICALS GROUP

© 2020 Kulzer GmbH. All Rights Reserved.

**Pharmazeutischer Unternehmer:** Kulzer GmbH, Leipziger Straße 2, 63450 Hanau • **Ligosan Slow Release, 14% (w/w), Gel zur periodontalen Anwendung in Zahnfleischtaschen (subgingival) Wirkstoff:** Doxycyclin • **Zusammensetzung:** 1 Zylinderkartusche zur einmaligen Anwendung enthält 260 mg Ligosan Slow Release. **Wirkstoff:** 1 g Ligosan Slow Release enthält 140,0 mg Doxycyclin entsprechend 161,5 mg Doxycyclinhydrochlorid. **Sonstige Bestandteile:** Polyglykolsäure, Poly[poly(oxyethylen)-co-DL-milchsäure/glycolsäure] (hochviskos), Poly[poly(oxyethylen)-co-DL-milchsäure/glycolsäure] (niedrigviskos) • **Anwendungsgebiete:** Zur Behandlung der chronischen und aggressiven Parodontitis bei Erwachsenen mit einer Taschentiefe von  $\geq 5$  mm als Unterstützung der konventionellen nicht-chirurgischen Parodontitis-Therapie. • **Gegenanzeigen:** bei bekannter Überempfindlichkeit gegenüber Doxycyclin, anderen Tetracyclin-Antibiotika oder einem der sonstigen Bestandteile von Ligosan Slow Release; bei Patienten, die systemische Antibiotika vor oder während der Parodontaltherapie erhalten; während der Odontogenese (während der Frühkindheit und während der Kindheit bis zum Alter von 12 Jahren); während der Schwangerschaft; bei Patienten mit erhöhtem Risiko einer akuten Porphyrie; bei Patienten mit stark eingeschränkter Leberfunktion. • **Nebenwirkungen:** Nach Behandlung mit Ligosan Slow Release waren Häufigkeit und Ausprägung von Nebenwirkungen vergleichbar den Nebenwirkungen nach konventioneller Parodontitisbehandlung. *Gelegentlich auftretende Nebenwirkungen sind:* Schwellung der Gingiva (Parodontalabszess), „kaugummiartiger“ Geschmack bei Austritt von Gel aus der Zahnfleischtasche. Da die Anwendung von Ligosan Slow Release nachweislich nur zu sehr geringen Doxycyclin-Plasmakonzentrationen führt, ist das Auftreten systemischer Nebenwirkungen sehr unwahrscheinlich. **Allgemeine Erkrankungen und Beschwerden am Verabreichungsort:** Überempfindlichkeitsreaktionen, Urticaria, angioneurotisches Ödem, Anaphylaxie, anaphylaktische Purpura. Innerhalb der Gruppe der Tetracyclin-Antibiotika besteht eine komplette Kreuzallergie. Bei Verabreichung von Doxycyclin an Kinder während der Zahnentwicklung ist in seltenen Fällen eine irreversible Zahnverfärbung und Zahnschmelzschädigung beobachtet worden • **Verschreibungspflichtig** • **Stand der Information:** 07/2017