

Marc Prothmann¹, Lothar Taubenheim², Christoph Benz³

Die intraligamentäre Anästhesie in der zahnärztlichen Praxis – Metaanalyse der klinischen Erfahrungen von 1976 bis 2014



Dr. Marc Prothmann

Intraligamentary anesthesia in dental practice – meta-analysis of the clinical experience from 1976 to 2014

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten / Why should you read this article?

Die „intraligamentäre Anästhesie“ ist minimalinvasiv und sollte als primäre Methode der Schmerzausschaltung die konventionellen Lokalanästhesie-Methoden in der täglichen Praxis komplettieren.

The intraligamentary anesthesia is minimal invasive and should – as a primary method of pain control – complete the conventional local anesthesia methods in daily dental practice.

Einführung: In dieser Metaanalyse wurden die täglich angewandten Lokalanästhesie-Methoden Leitungsanästhesie des N. alveolaris inferior (LA), Infiltrationsanästhesie (IA) und intraligamentäre Anästhesie (IL-A) verglichen, mit Fokus auf die dadurch generierten Komplikationen und die methodenimmanenten unerwünschten Effekte bei erwachsenen Personen.

Material und Methode: Nur prospektive Studien mit klinischen Vergleichsdaten der Injektionstechniken zur lokalen Schmerzausschaltung von 1976 bis 2014 wurden inkludiert. Die Resultate des medizintechnischen Fortschritts, die gewonnenen histologischen Erkenntnisse und die Ergebnisse der klinischen Studien während dieser Zeit wurden ausgewertet. Ein spezifisches Tool (Programm) für die klinische Relevanz jeder inkludierten Studie wurde adaptiert.

Ergebnisse: 16 Studien wurden einbezogen (Evidenzgrad IIb [n = 8], III [n = 8]). Die Ergebnisse aller evaluierten Parameter zeigen signifikante Unterschiede zwischen den 3 verglichenen Lokalanästhesie-Methoden, d.h. Anästhesie-Erfolg, Anästhesie-Effekt und -Dauer sowie Latenz. Kardiovaskuläre Störungen (cardiovascular disturbances (CVD)), uner-

Introduction: In this meta-analysis the daily applied local anesthesia methods inferior alveolar nerve block (IANB), infiltration analgesia (IA) and intraligamentary anesthesia (IL-A) were compared, with focus on the thus generated complications and the method-inherent unwanted effects in adult patients.

Material and Method: Only prospective studies with clinical comparison data of the injection techniques of local pain control from 1976 to 2014 were included. The results of the medico-technical progress, the gained histological perceptions and the outcome of the clinical studies during this time were evaluated. A specific tool for the clinical relevance of each included study was adapted.

Results: 16 studies were included (evidence grade IIb [n = 8], III [n = 8]). The pooled summary of all evaluated parameters show significant differences between the 3 compared local anesthesia methods, e.g. anesthesia success, anesthesia effect and duration, latency. Cardiovascular disturbances (CVD), unwanted effects, injection pain, were significantly less often found after IL-A. The quantity of anesthetic agent applied was significantly less for the IL-A.

¹ Anklamer Str. 54, 10115 Berlin

² Am Thieleshof 24, 40699 Erkrath

³ Universität München, Goethestr. 70, 80336 München

Peer-reviewed article: eingereicht: 09.03.2015, revidierte Fassung akzeptiert: 17.06.2015

DOI 10.3238/dzz.2016.0136-0145

wünschte Effekte, Injektionsschmerz wurden signifikant weniger oft nach einer IL-A festgestellt. Die Menge des applizierten Anästhetikums war signifikant geringer bei der IL-A.

Schlussfolgerung: Die seit Ende des letzten Jahrhunderts verfügbaren sensiblen Injektionssysteme für intraligamentale Injektionen ermöglichen es dem zahnmedizinischen Anwender, wenn er mit der Anwendung dieser Instrumentarien vertraut ist, die intraligamentale Injektion präzise abgestimmt auf die individuelle anatomische Situation des Patienten zu applizieren und so eine punktgenaue minimalinvasive Lokalanästhesie zu erreichen. Die LA und die IA als „Goldstandard“ sollten komplettiert werden durch die IL-A als eine primäre Methode der Schmerzausschaltung in der Zahnheilkunde. (Dtsch Zahnärztl Z 2016; 71: 136–145)

Schlüsselwörter: Leitungsanästhesie des N. alveolaris inferior (LA); Infiltrationsanästhesie (IA); intraligamentäre Anästhesie (IL-A); intraligamentale Injektion; Metaanalyse; Schmerzausschaltung; transligamentäre Anästhesie

Conclusion: The sensible injection systems for intraligamentary injections being available since the end of the last century, enable the operator, when being familiarised with the application of these armamentaria, to practice the periodontal ligament injection precisely adapted to the individual anatomic situation of the patient and thus reach a minimal invasive pinpoint local anesthesia. IANB and IA as „gold standard“ should be completed by the IL-A as a primary method of pain control in dentistry.

Keywords: inferior alveolar nerve block (IANB); infiltration analgesia (IA); intraligamentary anesthesia (IL-A); periodontal ligament injection; meta-analysis; pain control; transligamentary anesthesia

Englische Suchausdrücke	Deutsche Suchtermini
Periodontal ligament injection	Intraligamentale Injektion
Intraligamentary anesthesia	Intraligamentäre Anästhesie
Intraligamentary anaesthesia	Intraligamentale Anästhesie
Infiltration analgesia	Infiltrationsanästhesie
Local anesthesia	Lokalanästhesie
IANB Inferior Alveolar Nerve Block	Leitungsanästhesie
Mandibular block	Mandibularanästhesie
Pain control	Schmerzausschaltung
Obligation of explanation	Aufklärungspflicht
Transligamentary anesthesia	Intradesmodontale Anästhesie

Tabelle 1 Englische und deutsche Suchtermini in Literaturverzeichnissen

Table 1 English and German search terms of the literature review

Die Leitungsanästhesie des N. alveolaris inferior (LA) und die Infiltrationsanästhesie (IA) sind die strukturierten und üblicherweise angewandten Basismethoden der örtlichen Betäubung vor restaurativen und chirurgischen zahnärztlichen Behandlungen [38, 44, 54]. Die unerwünschten Effekte dieser 2 Anästhesie-Techniken sind allen zahnärztlichen Behandlern bekannt: Latenz, Anästhesieverlängerungs-Rate, Risiko eines Nerv- und Gefäßkontakts, Anästhesiedauer mit artikulatorischen und mastikatorischen Einschränkungen, kardiovaskuläre Belastungen.

In Deutschland muss der zahnärztliche Behandler den Patienten über immanente Risiken der anstehenden – vorgeschlagenen – Behandlung aufklären und über alternative Methoden (BGB § 630 e) [3]. Der behandelnde Zahnarzt kann haftbar gemacht werden, wenn er nicht beweisen kann, dass der Patient eine Leitungsanästhesie (oder eine Infiltrationsanästhesie) gewünscht hat, obwohl eine andere Methode auch möglich gewesen wäre [4, 47, 50].

Der medizintechnische Fortschritt der Applikationssysteme für intraligamentale Injektionen hat zahlreiche

klinische Studien stimuliert, in denen die Unterschiede der 3 o.g. Lokalanästhesie-Methoden betrachtet und ausgewertet wurden [15, 41, 57]. Noch offene Fragen, z.B. die Anästhesie-Erfolgsrate, Injektionsschmerzen, Latenzzeit, Anästhetika-Injektionsmengen, Anästhesiedauer, unerwünschte Effekte, Wundheilungsstörungen, Bakteriämien, gesundheitliche Beeinträchtigungen, Nerv- und/oder Gefäßkontakt wurden beantwortet. Für lokalisierte zahnärztliche Maßnahmen von kurzer Dauer kann die intraligamentäre Anästhesie eine alternative Methode der Schmerzausschaltung zur Leitungs- oder Infiltrationsanästhesie sein [37].

Material und Methoden

Die für eine Metaanalyse von Shabazfas et al. definierten und applizierten Kriterien wurden analog angewendet [1, 12, 39, 45].

Literatursuche

Die Suche von Studien mit potenzieller Relevanz erfolgte auf Basis definierter Suchausdrücke (Tab. 1). Publikationen mit einer festgelegten Zeitspanne von 38 Jahren (1976–2014) wurden ausgewertet. Die Untersuchung konzentrierte sich auf prospektive klinische Studien und peer-reviewte Publikationen.

Studie	Publikation	Titel	Sprache	Evidenzgrad
1	Malamed SF (1982)	The periodontal ligament (PDL) injection: An alternative to inferior alveolar nerve block	Englisch	Ib
2 a	Stoll P, Bührmann K (1983)	Die intraligamentäre Anästhesie bei der Zahnextraktion von Patienten mit hämorrhagischer Diathese	Deutsch	Ib
2 b	Stoll P, Krekeler G, Bührmann K (1986)	Lokale Schmerzausschaltung bei hämorrhagischer Diathese	Deutsch	Ib
3	Garfunkel AA, Kaufman E, Galili D (1985)	Intraligamentary anesthesia (transligamentary anesthesia) for health compromised patients	Englisch	Ib
4	Weißmann C, Schramm-Scherer B, Erlmeier E, Tetsch P (1986)	Veränderungen von Kreislaufparametern unter Leitungs- und intraligamentärer Anästhesie	Deutsch	Ib
5	Tsirlis AT, Iakovidis DP, Parissis NA (1992)	Dry socket: frequency of occurrence after intraligamentary anesthesia	Englisch	III
6	Heizmann R, Gabka J (1994)	Nutzen und Grenzen der intraligamentären Anästhesie	Deutsch	III
7	Staatsberger L, Tobien V (2001)	Intraligamentäre Anästhesie erfüllt alle Anforderungen an eine schonende und patientenfreundliche Lokalanästhesie	Deutsch	III
8	Zugal W (2001)	Die intraligamentäre Anästhesie in der zahnärztlichen Praxis	Deutsch	Ib
9a	Dirnbacher T, Glockmann E, Taubenheim L (2003)	Methodenvergleich in der Lokalanästhesie: Welche Anästhesie ist die richtige?	Deutsch	III
9b	Glockmann E, Dirnbacher T, Taubenheim L (2005)	Die intraligamentäre Anästhesie – Alternative zur konventionellen Lokalanästhesie?	Deutsch	III
10a	Zugal W, Taubenheim L, Schulz D (2005)	Triade des Anästhesie-Erfolgs: Instrumente – Anästhetika – Methoden-Beherrschung	Deutsch	Ib
10b	Taubenheim L, Zugal W (2013)	Diagnose unklarer pulpitischer Beschwerden mithilfe der intraligamentären Anästhesie	Deutsch	Ib
11a	Weber M, Taubenheim L, Glockmann E (2006)	Schmerzausschaltung vor indizierten endodontischen Behandlungen	Deutsch	III
11b	Glockmann E, Weber M, Taubenheim L (2007)	Schmerzausschaltung vor Vitalexstirpationen	Deutsch	III
12	Csides M, Taubenheim L, Glockmann E (2009)	Intraligamentäre Anästhesie: Systembedingte Nebenwirkungen	Deutsch	Ib
13	Prothmann M, Clauß-netzer N, Taubenheim L, Rossaint R (2009)	Systematische Behandlung von Parodontopathien unter intraligamentärer Anästhesie	Deutsch	Ib
14	Prothmann M, Taubenheim L, Rossaint R (2010)	Alternativen zu Leitungs- und Infiltrationsanästhesie	Deutsch	III
15	Langbein A, Taubenheim L, Benz C (2013)	Die intraligamentäre Anästhesie – primäre Methode der Schmerzausschaltung?	Deutsch	Ib
16	Kämmerer PW, Schiegnitz E, von Haussen T, Shabazfar N, Kämmerer P, Willershausen vB, Al-Nawas B, Daubländer M (2014)	Clinical efficacy of a computerised device (STA) and a pressure syringe (Varioject INTRA) for intraligamentary anaesthesia	Englisch	III

Tabelle 2 Studien und involvierte wissenschaftliche Publikationen und Evidenzgrad (gemäß Altman et al., 2001 – [1])**Table 2** Studies and scientific publications involved and grade of evidence (according to Altman et al., 2001 – [1])

Studienselektion und Datenherkunft

Im Rahmen einer interventionalen Suche wurden prospektive klinische Studien identifiziert. Studien sowohl in Eng-

lisch als auch in Deutsch wurden ausgewählt.

In-vitro-Studien und Tierexperimente (Evidenzgrad I) sowie Fallberichte (Evidenzgrad IIa) wurden ausgeschlossen, wie auch Studien an Kin-

dern und behinderten Patienten. 16 Studien (Evidenzgrad Ib – ohne Methodenvergleich und Evidenzgrad III – Methodenvergleich mit statistisch relevanten Vergleichszahlen) wurden gefunden, deren Ergebnisse in 20 wissen-



Abbildung 1 Pistolen-Spritzen

Figure 1 Pistol-type syringes

(Abb. 1–3, Tab. 1, 3–5: L. Taubenheim)



Abbildung 2 Dosierhebel-Spritzen

Figure 2 Dosing lever syringes



Abbildung 3 Dosierrad-Spritze

Figure 3 Dosing wheel syringe

Klinische Studie	Dokumentierte Fälle				Indikationen, Prozedere
	total	IL-A	Leitung	Infiltrat.	
Malamed (1982)	100	100	–	–	Parodontal-, Endo- und restaurative Behandlungen, Extraktionen
Stoll und Bührmann (1983)	236	236	–	–	Blutgerinnungsstörungen, hämorrhagische Diathese
Garfunkel, Kaufman, Galili (1985)	69	69	–	–	Gesundheitlich eingeschränkte Patienten
Weißmann, Schramm-Scherer, Erlemeier, Tetsch (1986)	60	25	35	–	Vergleich kardiovaskulärer Parameter
Tsirlis, Iakovidis, Parissis (1992)	305	139	166	–	Zahnextraktionen (Dry socket – Dolor post extractionem)
Heizmann und Gabka (1994)	330	110	110	110	Zahnextraktionen (Dry socket – Dolor post extractionem)
Staatsberger und Tobien (2001)	334	113	112	109	Restaurative und endodontische Behandlungen, Kronenpräparationen, Extraktionen
Zugal (2001)	205	205	–	–	Restaurative und endodontische Behandlungen, Kronenpräparationen, Extraktionen, Gingivectom.
Dirnbacher, Glockmann, Taubenheim (2003)	629	202	202	225	Restaurative und endodontische Behandlungen, Extraktionen, Kronenpräparationen, PA-Behandl.
Zugal, Taubenheim, Schulz (2005)	6	6	–	–	Diagnose der Ursache irradierender Schmerzen
Weber, Taubenheim, Glockmann (2006)	397	137	130	130	Endodontische Behandl., Behandlung entzünd. Zähne, Vitalexstirpat.
Csides, Taubenheim Glockmann (2009)	321	321	–	–	Zahnerhaltende Behandlungen
Prothmann, Claußnetzer, Taubenheim, Rossaint (2009)	806	806	–	–	Systematische Behandl. von Parodontopathien unter IL-A
Prothmann, Taubenheim, Rossaint (2010)	450	150	150	150	Zahnerhaltende Behandlungen
Langbein, Taubenheim, Benz (2013)	232	194	5	33	Zahnerhaltende und PA-Behandlungen Zahnextraktionen
Kämmerer PW, Schiegnitz, von Haussen, Shabazfar, Kämmerer P, Willershausen B, Al-Nawas B, Daubländler M (2014)	64	42	22	–	Zahnerhaltende Behandlungen
Total	4.544	2.855	932	757	

Tabelle 3 Analyzierte Studien und Zahl der bewerteten Fälle

Table 3 Studies analysed and number of cases evaluated

Klinische Studie	Dokumentierte Fälle				Indikationen
	total	IL-A	Leitungsanästhesie	Infiltrat.	
Heizmann und Gabka (1994)	330	110	110	110	Zahnextraktionen
Staatsberger und Tobien (2001)	334	113	112	109	Restaurative und endodont. Behandlungen, Extraktionen, Kronenpräparationen
Dirnbacher, Glockmann, Taubenheim (2003)	629	202	202	225	Restaurative und endodont. Behandlungen, Extraktionen, Kronenpräparationen, PA
Weber, Taubenheim, Glockmann (2006)	397	137	130	130	Endodont. Behandlungen, Behandlungen entzündeter Zähne, Exstirpationen
Prothmann, Taubenheim, Rossaint (2010)	450	150	150	150	Zahn erhaltende Behandlungen
Gesamt	2.140	712	704	724	

Tabelle 4 Klinische Studien zum Vergleich der Lokalanästhesie-Methoden intraligamentäre Anästhesie (IL-A) vs. Leitungs- und Infiltrationsanästhesie
Table 4 Clinical studies comparing the local anesthesia methods IL-A vs. IANB and IA

schaftlichen Fachzeitschriften publiziert sind (Tab. 2).

Die publizierten Daten wurden analysiert und in einer zeitlich ausgerichteten Tabelle zusammengefasst, beginnend mit den ersten Veröffentlichungen von Studien, die Spezialspritzen für intraligamentale Injektionen – Pistolen-spritzen Peripress and Ligmaject – (Abb. 1) anwendeten [7, 8, 9, 10, 33].

Die Studien-Tabelle mit den potenziellen Angaben für die durchzuführende Metaanalyse ermöglichte es auch, den medizin-technischen Fortschritt mit Blick auf die angewandten Instrumentarien (Spritzensysteme) zu identifizieren. Bis 1992 wurden die intraligamentalen Injektionen mit Pistolen-Spritzen, z.B. Peripress oder Ligmaject (Abb. 1), appliziert [21, 36, 48, 49, 53, 59]. Bis zum Ende des 20. Jahrhunderts wurden Dosierhebel-Spritzen, z.B. Citoject (Abb. 2), für Injektionen ins periodontale Ligament angewandt [27]. Seit dem Jahr 2000 wurden für die ausgewählten klinischen Studien Dosierrad-Spritzen (SoftJect – Abb. 3) ohne ein integriertes mehrstufiges Hebelsystem angewandt [13, 14, 16, 23, 24, 34, 42, 43, 46, 51, 58, 60, 61, 62]. Kämmerer et al. (2014) [30] vergleichen ein mechanisches Instrumentarium mit einem elektronisch gesteuerten Injektionssystem (STA-System – Abb. 4). Relevante Basis-Konstanten wurden definiert: verwendetes Injektionssystem, applizierte Anästhetikumlösung. Ausschließlich Studien mit einer Fallzahl von statistischer Relevanz wurden involviert und bewertet.

Technische Entwicklung

Die Methode der intraligamentären Anästhesie – Injektion von Anästhetikumlösungen in das Ligamentum circulare via Sulcus gingivalis – ist seit mehr als 100 Jahren bekannt [5, 11], aber erst in den 1970er Jahren wurde die Anwendung praktikabel, als Spezialinstrumente für intraligamentale Injektionen verfügbar wurden [7, 10].

Für die – histologischen und klinischen – Basisstudien wurden ILA-Spritzen vom Pistolen-Typ (z.B. Peripress oder Ligmaject – Abb. 1), angewandt [6, 8, 19, 20, 40, 55, 56].

Mehr als 15 Jahre waren diese Instrumentarien der Stand der Technik für intraligamentale Injektionssysteme. Ein integriertes mehrstufiges Hebelsystem verstärkte die Injektionskraft, um den interstitiellen Gegendruck zu überwinden. Mit diesen Spritzensystemen wurden Injektionsdrücke bis 344 N(ewton) gemessen – mit einem durchschnittlichen Druck von 91,6 N [35]. Jeweils 0,2 ml Anästhetikum wurden bei einem Durchzug des Injektionshebels appliziert.

Die nächste Generation der ILA-Injektionssysteme – Dosierhebel-Spritzen (z.B. Citoject, Paroject – Abb. 2) – ermöglichte die Applikation geringerer Mengen: 0,06 ml pro Hebeldruck, was die punktgenaue Applikation der Anästhetikumlösungen ermöglichte. Neben Extraktionen wurden zahnerhaltende Behandlungen unter IL-A möglich.

Seit Ende des letzten Jahrhunderts sind Spritzensysteme für intraligamen-

tale Injektionen ohne ein integriertes mehrstufiges Hebelsystem verfügbar: Dosierrad-Spritzen (z.B. SoftJect – Abb. 3). Mit diesen Instrumentarien kann der Injektionsdruck präzise an die anatomischen Strukturen des Patienten angepasst werden. Ein Injektionsdruck von ~5 N ist Standard (< 0,1 MPa), wenn 0,2 ml in ungefähr 20 Sekunden injiziert werden [17, 52].

Die klinischen Anwender der ausgewerteten Vergleichsstudien, die nach dem Jahr 2000 dokumentiert wurden (Tab. 3), verwendeten für die intraligamentalen Injektionen ausschließlich Dosierrad-Spritzen. Ein direkter Vergleich der Spritzen vom Pistolentyp, Dosierhebel-Spritzen und Dosierrad-Spritzen zeigte, dass unerwünschte Effekte wie Elongationsgefühl und Drucknekrosen bei der Verwendung von Dosierrad-Spritzen signifikant reduziert werden konnten [13, 14].

Zusätzlich zu den mechanischen Systemen für intraligamentale Injektionen stehen heute auch elektronisch gesteuerte Applikationssysteme zur Verfügung, z.B. das STA-System (Single-ToothAnesthesia) [28, 29].

Mit Blick auf die Anästhetikumlösungen für intraligamentale Injektionen sollten nur Anästhetika mit Vasokonstringenzen appliziert werden, da der Zusatz von Epinephrin (Adrenalin) zum Lokalanästhetikum die Wirkung einer erfolgreichen Lokalanästhesie mehr als verdoppelt, ohne zusätzliches postoperatives Unbehagen oder Komplikationen [26].

Klinische Parameter

Voraussetzung für die Kooperationsbereitschaft des Patienten ist eine schmerzfreie zahnärztliche Behandlung. Basis der Schmerzausschaltung sind die – weltweit – gelehrt und praktizierten Lokalanästhesie-Methoden Infiltrations- und Leitungsanästhesie des N. alveolaris inferior im Unterkiefer-Seitenzahnbereich. Die damit verbundenen unerwünschten Effekte und Risiken müssen sowohl vom Patienten als auch vom behandelnden Zahnarzt/der behandelnden Zahnärztin akzeptiert werden. Diese – konventionellen – Lokalanästhesie-Methoden desensibilisieren in aller Regel einen Quadranten für einige Stunden. Bei der Insertion der Injektionsnadel ist das Risiko erheblich, ein Blutgefäß zu verletzen, weshalb diese Lokalanästhesie-Methoden bei Patienten mit hämorrhagischer Diathese und unter Antikoagulantien-Therapie kontraindiziert sind. Weiterhin ist es auch möglich, einen Nerv zu touchieren und – in seltenen Fällen – eine Läsion zu generieren [4, 44, 50].

In Übereinstimmung mit Gesetz und Rechtsprechung muss der zahnärztliche „Behandelnde“ den Patienten über die Risiken und die Alternativen der geplanten therapeutischen Maßnahmen aufklären; dies trifft auch auf die Lokalanästhesie – Basis der zahnärztlichen Behandlung – zu [3, 47].

Mit dem medizintechnischen Fortschritt – Instrumentarien und Kanülen – beansprucht eine 3. Lokalanästhesie-Methode, eine Alternative zu sein: die intraligamentäre Anästhesie (IL-A) [33, 36, 37]. Durch punktgenau applizierte geringe Mengen bewährter Anästhetika in unmittelbarer Nähe des zu behandelnden Zahns kann dieser Zahn und das zahnumgebende Gewebe für eine kurze Zeit desensibilisiert werden. Ein erfahrender Zahnarzt kann unter diesen Voraussetzungen die mit dem Patienten abgestimmte zahnärztliche Behandlung uneingeschränkt durchführen.

Die Indikationen, Grenzen und Komplikationen dieser minimalinvasiven Lokalanästhesie-Methode wurden betrachtet. Die Metaanalyse der Ergebnisse der mannigfaltigen durchgeführten klinischen Studien liefert Antworten auf die Fragestellungen nach evidenzbasierten Gegebenheiten [14, 16, 21, 23,

24, 27, 34, 36, 42, 43, 46, 48, 49, 51, 53, 58, 59–62].

Die zahlreichen methodenimmanenten Effekte der dentalen Lokalanästhesie-Methoden sind zu vergleichen und zu bewerten:

- Injektionsschmerz
- Latenzzeit
- Gefäß- und/oder Nervkontakt
- Anästhesieversager
- erforderliche Zusatzinjektionen
- kardiovaskuläre Beeinträchtigungen (CVD)
- methodenimmanente Effekte – unerwünschte Nebenwirkungen
- Anästhesiedauer.

Fünf klinische Studien vergleichen die 3 dentalen Lokalanästhesie-Methoden (IL-A, LA, IA) mit Blick auf die genannten Aspekte (Tab. 4).

Ergebnisse

Die systematische Suche ermöglichte den Einschluss von 20 Publikationen mit potenzieller Bedeutung für die designierte Metaanalyse. In Tabelle 3 wird die Relevanz von 16 inkludierten Studien mit den dokumentierten 4.544 Fällen gezeigt. Ausschließlich „peer-reviewte“ Publikationen wurden in die Metaanalyse einbezogen. Alle dokumentierten, methodenimmanenten Effekte wurden zusammengefasst und ausgewertet (Tab. 5).

Injektionsschmerz

Fünf einbezogene Studien (Evidenzgrad III) liefern Informationen über Schmerzen, die durch die Injektion (Injektionsschmerz) verursacht werden. Der durch die Leitungs- und die Infiltrationsanästhesie generierte Injektionsschmerz ist signifikant zahlreicher als der bei der intraligamentären Anästhesie (IL-A).

Latenzzeit

In 4 der 5 integrierten Vergleichsstudien (Evidenzgrad III) wurde die Latenzzeit bei den 3 verglichenen Anästhesie-Methoden überprüft. In allen Fällen zeigte es sich, dass bei der Leitungs-(LA) und der Infiltrationsanästhesie (IA) eine klinisch relevante Latenzzeit zu überbrücken ist (LA Ø 4,45 min, IA Ø 4 min). Bei der IL-A wurde keine Latenzzeit zwischen Anästhetikum-Injektion und Anästhesie-Eintritt festgestellt, ausgenom-



Abbildung 4 STA-System. (SingleTooth-Anesthesia)

Figure 4 Single tooth anesthesia (STA) System
(Abb. 4: Milestone, Rödermark)

men Fälle akuter Entzündung, wo sich der Anästhesie-Eintritt aufgrund der langsameren Anflutung des Anästhetikums um 60–90 Sekunden verzögern kann [58].

Anästhetikum-Menge

Die applizierte Anästhetikum-Menge belastet den Patienten. Alle involvierten Studien (Evidenzgrad III) zeigen die gleiche Relation: Die intraligamentäre Anästhesie ist auf den zu behandelnden Zahn konzentriert und erfordert entsprechend weniger Anästhetikum (712 Fälle Ø 0,43 ml). Für die konventionellen Anästhesie-Methoden ist die applizierte Anästhetikum-Menge signifikant höher (LA 704 Fälle Ø 2,13 ml, IA 724 Fälle Ø 1,92 ml).

Anästhesie-Versager

Als Versager wurde eine „nicht ausreichende Anästhesietiefe“ nach der ersten Injektion definiert. Die 5 involvierten Studien (Evidenzgrad III) zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen der IL-A (61 von 712 Fällen), der Leitungsanästhesie (158 von 704 Fällen) und der Infiltrationsanästhesie (91 von 724 Fällen). In den meisten Fällen war eine zusätzliche nachfolgende Injektion erforderlich. Die Komplettierung der nicht ausreichenden Anästhesie erfolgte durch intraligamentale Injektionen – mit einem sehr hohen Anästhesieerfolg.

Methodenimmanente Effekte	Studien Evidenzgrad	Dokumentierte Fälle		
		IL-A	Leitungsanästhesie	Infiltrationsanästhesie
Injektionsschmerz	5 – III	146 Fälle	288 Fälle	242 Fälle
Latenzzeit	5 – III	keine	Ø 4,45 min	Ø 4 min
Anesthetikum-Menge	5 – III	Ø 0,43 ml	Ø 2,13 ml	Ø 1,92 ml
Anästhesieversager	5 – III	61 Fälle	158 Fälle	112 Fälle
Erforderliche Zusatzinjektionen	5 – III	73 Fälle	145 Fälle	91 Fälle
Kardiovaskuläre Beeinträchtigungen (CVD)	5 – III	keine	14 Fälle	5 Fälle
Methodenimmanente Effekte – Nebenwirkungen	5 – III	10 Fälle	591 Fälle	596 Fälle
Anästhesiedauer	5 – III	Ø 32 min	Ø 3,2 h	Ø 2,1 h

2.140 dokumentierte Fälle wurden analysiert (712 IL-A, 704 LA, 724 IA)

Tabelle 5 Methodenimmanente Effekte der 3 verglichenen Lokalanästhesie-Methoden intraligamentäre Anästhesie (IL-A), Leitungsanästhesie, Infiltrationsanästhesie

Table 5 Method-inherent effects of the 3 compared local anesthesia methods (IL-A, IANB, IA)

Erforderliche Zusatzinjektionen

Bei einer unzureichenden Anästhesie (Versager) entscheidet der Patient, ob er eine zusätzliche Injektion wünscht. Alle 5 involvierten Studien (Evidenzgrad III) gaben Informationen über zusätzliche Injektionen (IL-A 73 Fälle, LA 145 Fälle, IA 91 Fälle). Die Komplettierungen erfolgten durch nachfolgende intraligamentale Injektionen. Die Erfolgsrate variierte von 79,2 % bei entzündetem Gewebe [58] bis nahe 100 % [43].

Kardiovaskuläre Beeinträchtigungen (CVD)

Eine adäquate Erfassung von kardiovaskulären Beeinträchtigungen (CVD) erfolgte nur in einer Studie [59]. 60 Patienten wurden unter Leitungs- oder intraligamentärer Anästhesie behandelt. Es wurden die Differenzen beim Blutdruck zu verschiedenen Zeiten nach der Injektion gemessen; es wurden keine Unterschiede festgestellt.

In 5 eingebundenen Studien wurden Informationen über die Feststellung von kardiovaskulären Beeinträchtigungen (CVD) bei Applikation von Lokalanästhetika dokumentiert (Evidenzgrad

IIb [n = 1], III [n = 4]) [15, 41, 46, 57, 59].

In 4 involvierten Studien werden kardiovaskuläre Beeinträchtigungen nach Leitungs- und/oder Infiltrationsanästhesien beschrieben [16, 43, 46, 59]; nach intraligamentärer Anästhesie wurden keine solchen kardiovaskulären Beeinträchtigungen festgestellt. Da für eine intraligamentäre Anästhesie signifikant weniger Anesthetikum appliziert wird als für eine Leitungs- beziehungsweise eine Infiltrationsanästhesie, ist das Risiko systemischer Effekte bei der IL-A sehr viel geringer. Es kann gefolgert werden, dass die IL-A zu signifikant weniger kardiovaskulären Beeinträchtigungen führt.

Methodenimmanente Effekte – unerwünschte Nebenwirkungen

Unerwünschte und methodenimmanente Risiken der Leitungsanästhesie sind Gefäß- und/oder Nervkontakte, was zum Teil auch auf die Infiltrationsanästhesie zutrifft. Diese Risiken sind für die IL-A nicht effizient, da im Desmodont, in das bei der IL-A das Anesthetikum intraligamentär injiziert wird, keine Gefäße und Nervenstränge sind.

Artikulatorische und mastikatorische Einschränkungen nach dem Ende

der zahnärztlichen Behandlung unter Leitungs- oder Infiltrationsanästhesie beeinträchtigen den Patienten für einige Stunden. Vier involvierte Studien betrachteten die Reduzierung von Artikulation und Mastikation [16, 43, 46, 58]. Im Rahmen dieser Studien wurden 1.187 Fälle von methodenimmanenten Effekten dokumentiert: 591 nach Leitungsanästhesie, 596 nach Infiltrationsanästhesie. Bei der intraligamentären Anästhesie wurden 10 Fälle von Elongationsgefühl berichtet.

Anästhesiedauer

In 5 involvierten Studien (Evidenzgrad III) wurde die Anästhesiedauer der verschiedenen Anästhesie-Methoden überprüft [16, 27, 43, 46, 58]. Die Anästhesiedauer betrug bei der IL-A Ø 32,04 Minuten, bei der Leitungsanästhesie wurde ein Wert von Ø 3,24 Stunden und bei der Infiltrationsanästhesie von Ø 2,13 Stunden dokumentiert.

Diskussion

Fortschritte bei den zahnmedizinischen Anästhesie-Techniken und die medizintechnischen Entwicklungen haben einen wichtigen Beitrag geleistet, um das

Schmerzempfinden während der zahnärztlichen Behandlung zu minimieren und mögliche Komplikationen zu kontrollieren [45].

Die Komplikationen der allgemein praktizierten, konventionellen Lokalanästhesie-Methoden – Leitungs- und Infiltrationsanästhesie – sind bekannt. Nach einer in Betracht zu ziehenden Latenzzeit ist die Anästhesiedauer länger als für die meisten zahnmedizinischen Behandlungen erforderlich [25, 31]. Die Injektion von Anästhetikum ins Periodontium des zu behandelnden Zahns ist eine klinisch erprobte Möglichkeit der Einzelzahnanästhesie [45]. Gefäß- und/oder Nervläsionen sind nicht möglich. Die Anästhesiedauer der IL-A ist signifikant kürzer als die der Leitungs- oder der Infiltrationsanästhesie; sie ist ausreichend für die meisten dentalen Therapien [32].

Dieser systematische Rückblick stützt sich auf 16 klinische Studien mit insgesamt 4.544 dokumentierten Fällen (2.855 IL-A, 932 LA, 757 IA) (Tab. 3).

In Ergänzung zum Vergleich der 3 in Betracht gezogenen Anästhesie-Methoden wurden weitere spezielle Aspekte betrachtet. Für Patienten mit abnormer Blutungsneigung (Hämorrhagische Diathese oder Antikoagulantien-Therapie) ist die IL-A die prioritäre Lokalanästhesie-Methode [44, 48, 49]. Gleiches gilt für gesundheitliche Risikopatienten [21].

Mit keiner anderen Methode als mit der IL-A ist eine Differenzial-Diagnose der Ursache irradierender Schmerzen möglich. Wenn der den Schmerz auslösende Zahn lokalisiert ist, kann sich die Behandlung unverzüglich anschließen [51, 62].

Wenn der Patient für sich über die Lokalanästhesie-Methode entscheidet, nachdem er eine komplette Information über die Möglichkeiten der Schmerzausschaltung, die immanenten Risiken und die Alternativen erhalten hat, dann prä-

feriert er in den meisten Fällen die intraligamentäre Anästhesie (IL-A) [34].

Die IL-A ist anwendbar für alle Zähne in Maxilla und Mandibula und für fast alle Indikationen, ausgenommen für extensive chirurgische Maßnahmen, wegen der begrenzten Dispersion des injizierten Anästhetikums und der relativ kurzen Anästhesiedauer. Die IL-A sollte nicht für länger dauernde und ausgedehnte dentoalveoläre chirurgische Eingriffe gewählt werden [18, 23].

Der Tatbestand einer Bakteriämie, zuweilen in relevanten Publikationen erwähnt, wurde in den 16 evaluierten Studien nicht gefunden. Nichtsdestoweniger muss diesem Aspekt bei Risikopatienten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, vor allem bei Endokarditis-Patienten. Die Absiedlung von Bakterien aus dem Blut kann bei diesen Patienten zu ernsthaften Komplikationen führen. Invasive Eingriffe und Manipulationen am Zahnfleisssulkus sind bei Risikopatienten unter Antibiotikumschutz vorzunehmen [14]. Für Patienten mit einem erhöhten Endokarditis-Risiko ist die IL-A kontraindiziert [18, 22, 45, 58].

Prothmann et al. zeigen in ihrer Studie, dass es möglich ist, einen ganzen Quadranten intraligamental zu desensibilisieren und eine systematische Behandlung von Parodontopathien unter intraligamentärer Anästhesie vorzunehmen [42].

Im Rahmen dieser systematischen Datenzusammenfassung und -analyse zur Thematik der intraligamentären Anästhesie wird offensichtlich, dass der praktizierende Zahnarzt/die praktizierende Zahnärztin die anzuwendende Lokalanästhesie-Methode den individuellen Gegebenheiten ihrer Patienten anpassen sollte. Entsprechend sollte sich die Entscheidung für die anzuwendende Lokalanästhesie-Methode auf die bekannte Krankengeschichte des Patienten

(Anamnese), seine individuelle Situation und die geplanten therapeutischen Maßnahmen stützen [45].

Schlussfolgerung

Die vorliegende Literaturübersicht zeigt, dass die IL-A eine primäre Methode der zahnärztlichen Lokalanästhesie ist. Der Erfolg der intraligamentären Anästhesie ist eine Triade: Beherrschung der Methode durch den behandelnden Zahnarzt/die behandelnde Zahnärztin, die Anwendung sensibler Instrumentarien – ohne integrierte mehrstufige Hebelsysteme zur Kraftverstärkung oder elektronisch gesteuert – und die Applikation von bewährten Anästhetika mit Epinephrin (Adrenalin) [26, 62].

Die konventionellen Lokalanästhesie-Methoden – Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie des N. alveolaris inferior – sollten als „Goldstandard“ für zahnärztliche Standardbehandlungen in Frage gestellt werden. Die Ergebnisse der Diagnose, der Grund für die vorgeschlagene Behandlung, deren Risiken und Nutzen und die Information über alternative Behandlungskonzepte sind mit dem Patienten zu thematisieren [2, 3, 45, 50].

Interessenkonflikte: Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadressen

Dr. Marc Prothmann
Anklamer Str. 54; 10155 Berlin
marc@zahnarzt-drprothmann.de

Lothar Taubenheim
Medizinjournalist VMWJ
Am Thieleshof 24; 40699 Erkrath
LT.Lothar.Taubenheim@t-online.de

Literatur

- Altman DG, Schulz KF, Moher D et al.: CONSORT GROUP (Consolidated Standards of Reporting Trials). The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2001; 134: 663–694
- Bender W, Taubenheim L: Patienteneinverständnis zur Schmerzausschaltung. *Dent Implantol* 2014; 18: 278–281
- BGB § 630 e (Patientenrechtegesetz) (2013)
- Bluttner A, Taubenheim L: Aufklärungspflicht des Zahnarztes: Risiken der Leitungsanästhesie. *Zahnärztl Mitt* 2009; 5A: 104–106
- Bourdain CL: L'Anesthésie par l'injection intra-ligamentaire pour l'extraction des dents. Thèse de Doctorat, Editions de la Semaine Dentaire, Paris 1925

6. Brännström M, Nordenvall KJ, Hedström KG: Periodontal tissue changes after intraligamentary anesthesia. *ASDC J Dent Child* 1982; 49: 417–423
7. Cassamani C: Une nouvelle technique d'anesthésie intraligamentaire. La seringue „Peri-Press“. Thèse de Doctorat, Bordeaux 1976
8. Castagnola L, Chenaux G, Colombo A: Die intraligamentäre Anästhesie mit der „Peripress“-Spritze. *Quintessenz* 1980; 7: 11–16 (Referat 6096)
9. Castagnola L, Chenaux G, Colombo A: Intraligamentary anesthesia with the peripress syringe. *Quintessence Int* 1982; 13: 927–930
10. Chenaux G, Castagnola L, Colombo A: L'anesthésie intraligamentaire avec la seringue „Peripress“. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 1976; 86: 1165–1173
11. Chompert L: Anesthésie par injections intraligamentaires. *La Semaine Dentaire* 3:550. *Rev Stomatol Chir Maxillofax* 1920; 6: 309–312
12. Clarke M, Oxman A: *Cochrane Collaboration. Cochrane Reviewers' Handbook*, 2001
13. Csides M: Die intraligamentäre Anästhesie als primäre Methode der zahnärztlichen Lokalanästhesie unter besonderer Betrachtung der angewandten Injektionssysteme und der damit generierten Effekte beim Patienten. Diss, Jena 2009
14. Csides M, Taubenheim L, Glockmann E: Intraligamentäre Anästhesie: Grenzen und Komplikationen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2011; 66: 561–569
15. Dirnbacher T: Intraligamentäre Anästhesie vs. Leitungs- und Infiltrationsanästhesie in der Praxis. Diss, Jena 2002
16. Dirnbacher T, Glockmann E, Taubenheim L: Methodenvergleich in der Lokalanästhesie: Welche Anästhesie ist die richtige? *Zahnärztl Mitt* 2003; 93: 44–51
17. Dirnbacher T, Schulz D, Taubenheim L: Die intraligamentäre Injektion – interstitiellen Widerstand adäquat überwinden. *Dtsch Zahnärztl Z* 2013; 68: 737–742
18. Endo T, Gabka J, Taubenheim L: Intraligamentary anesthesia: benefits and limitations. *Quintessence Int* 2008; 39: e15–e25
19. Fuhs QM, Walker WA, Gough RW, Schindler WG, Hartman KS: The periodontal ligament injection: Histological effects on the periodontium in dogs. *J Endodon* 1983; 9: 411–415
20. Galili D, Kaufman E, Garfunkel AA, Michaeli Y: Intraligamentary anesthesia – a histological study. *Int J Oral Surg* 1984; 13: 511–516
21. Garfunkel AA, Kaufman E, Galili D: Intraligamentary anesthesia (transligamentary anesthesia) for health compromised patients. *Gerodontics* 1985; 1: 63–64
22. Glockmann E, Taubenheim L: Die intraligamentäre Anästhesie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart – New York 2002
23. Glockmann E, Dirnbacher T, Taubenheim L: Die intraligamentäre Anästhesie – Alternative zur konventionellen Lokalanästhesie? *Quintessenz* 2005; 56: 207–216
24. Glockmann E, Weber M, Taubenheim L: Schmerzausschaltung vor Vital-exstirpationen. *Endodontie* 2007; 16: 197–204
25. Glockmann E, Taubenheim L: Zahnerhaltende Behandlungen unter intraligamentärer Anästhesie – Vergleich gängiger Methoden der zahnärztlichen Lokalanästhesie. *Dent Implantol* 2011; 15: 252–258
26. Gray RJM, Lomax AM, Rood JP: Periodontal ligament injection: with or without a vasoconstrictor? *Br Dent J* 1987; 162: 263–265
27. Heizmann R, Gabka J: Nutzen und Grenzen der intraligamentären Anästhesie. *Zahnärztl Mitt* 1994; 84: 46–50
28. Hochman MN, Friedman MJ, Williams W, Hochman CB: Interstitial tissue pressure associated with dental injections: A clinical study. *Quintessence Int* 2006; 37: 469–476
29. Hochman MN, Friedman MJ, Williams W, Hochman CB: Interstitieller Gewebedruck bei dentalen Injektionen. *Quintessenz* 2006; 57: 931–938
30. Kämmerer PW, Schiegnitz E, von Haussen T et al.: Clinical efficacy of a computerised device (STA) and a pressure syringe (Varioject INTRA) for intraligamentary anaesthesia. *Europ J Dent Education* (accepted) (2014) 10.1111/eje.12096
31. Kämmerer PW, Shabazfar N, Al-Nawas B: Zahnextraktionen unter intraligamentärer Anästhesie – Limitationen und Nebenwirkungen gängiger Methoden der zahnärztlichen Lokalanästhesie. *Dent Implantol* 2010; 14: 306–313
32. Kämmerer PW, Palarie V, Schiegnitz E, Ziebart T, Al-Nawas B, Daubländer M: Clinical and histological comparison of pulp anaesthesia and local diffusion after periodontal ligament injection and intrapapillary infiltration anaesthesia. *J Pain Relief* 2012; 1:5 <http://dx.doi.org/10.4172/2167-0846.1000108>
33. Khedari AJ: Die intraligamentäre Anästhesie als Alternative zur Leitungsanästhesie im Unterkiefer. *Quintessenz* 1982; 33: 2457–2464 (Referat 6440)
34. Langbein A, Taubenheim L, Benz C: Die intraligamentäre Anästhesie – primäre Methode der Schmerzausschaltung? *ZWR Deutsch Zahnärztebl* 2013; 121: 334–342
35. Leilich G, Arndt R, Frenkel G: In-vivo-Messungen zur Ermittlung der bei der intraligamentären Injektion angewandten Kräfte. *Zahnärztl Welt* 1985; 94: 51–53
36. Malamed SF: The periodontal ligament (PDL) injection: An alternative to inferior alveolar nerve block. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53: 117–121
37. Malamed SF: *Handbook of local anaesthesia*. 3. Ed. Mosby – Year Book, St. Louis 1990, 160–218, 245–257
38. Malamed SF: *Handbook of local anesthesia*. 6th edition, Elsevier, Amsterdam 2013
39. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *BMJ* 2009; 339: b2535
40. Plagmann H-Chr, Jagenow U: Tierexperimentelle Studie zur Reaktion der desmodontalen Gewebe auf intraligamentäre Injektion. *Dtsch Zahnärztl Z* 1984; 39: 677–682
41. Prothmann M: Die intraligamentäre Anästhesie vs. Leitungs- und Infiltrationsanästhesie unter besonderer Betrachtung des Aspekts der Generierung von druckbedingten Schäden am Parodontium durch intraligamentäre Injektionen bei parodontal vorgeschädigten Patienten. Diss, Aachen 2008
42. Prothmann M, Claußnetzer N, Taubenheim L, Rossaint R: Systematische Behandlung von Parodontopathien unter intraligamentärer Anästhesie. *Parodontologie* 2009; 20: 139–148
43. Prothmann M, Taubenheim L, Rossaint R: Alternativen zu Leitungs- und Infiltrationsanästhesie. *ZWR Deutsch Zahnärztebl* 2010; 119: 398–405
44. Schwenzer N, Ehrenfeld M: *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde – Chirurgische Grundlagen*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart – New York 2008
45. Shabazfar N, Daubländer M, Al-Nawas B, Kämmerer PW: Periodontal intraligament injection as alternative to inferior alveolar nerve block – meta-analysis of the literature from 1979 to 2012. *Clin Oral Invest* 2013; 7. DOI 10.1007/s00784-013-1113-1
46. Staatsberger L, Tobien V: Intraligamentäre Anästhesie erfüllt alle Anforderungen an eine schonende und patientenfreundliche Lokalanästhesie. *DZW Spezial* 2001; 38: 12–15
47. Stöhr KH: Aufklärungspflichten in der Zahnheilkunde. *MedR* 2004; 3: 156–160
48. Stoll P, Bührmann K: Die intraligamentäre Anästhesie bei der Zahnextraktion von Patienten mit hämorrhagischer Diathese. *Zahnärztl Welt* 1983; 92: 54–55
49. Stoll P, Krekeler G, Bührmann K: Lokale Schmerzausschaltung bei hämorrhagischer Diathese. *Dtsch Zahnärztl Z* 1986; 41: 405–407
50. Taubenheim L, Glockmann E: Zahnmedizinische Konsequenzen der Rechtsprechung zur Haftung bei Nervschädigung durch Leitungsanästhesie. *MedR* 2006; 6: 323–330

51. Taubenheim L, Zugal W: Diagnose unklarer pulpitischer Beschwerden mithilfe der intraligamentären Anästhesie. *Endodontie* 2013; 22: 251–254
52. Tobien V, Schulz D: Veränderte intradesmodontale Injektion. *ZMK* 2000; 16: 332–333
53. Tsirlis AT, Iakovidis DP, Parissis NA: Dry socket: frequency of occurrence after intraligamentary anesthesia. *Quintessence Int* 1992; 23: 575–577
54. Van Anken H, Wulf H: Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart – New York 2010
55. Walton RE, Abbott BJ: Periodontal ligament injection: a clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 1981; 103: 571–575
56. Walton RE, Garnick JJ: The periodontal ligament injection: histologic effects on the periodontium in monkeys. *J Endodon* 1982; 8: 22–26
57. Weber M: Reduzierung der unerwünschten Nebeneffekte bei der zahnärztlichen Lokalanästhesie unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse für endodontische Maßnahmen. Diss., Jena 2005
58. Weber M, Taubenheim L, Glockmann E: Schmerzausschaltung vor indizierten endodontischen Behandlungen. *ZWR Deutsch Zahnärztebl* 2006; 115: 421–435
59. Weißmann C, Schramm-Scherer B, Erlemeier E, Tetsch P: Veränderungen von Kreislaufparametern unter Leitungs- und intraligamentärer Anästhesie. *Dtsch Zahnärztl Z* 1986; 41: 369–370
60. Zugal W: Die intraligamentäre Anästhesie in der zahnärztlichen Praxis. *Zahnärztl Mitt* 2001; 91: 46–52
61. Zugal W: The intraligamentary anesthesia in dental practice. *Can J Dent Tec* 2001; 5: 36–44
62. Zugal W, Taubenheim L, Schulz D: Triade des Anästhesie-Erfolgs: Instrumente – Anästhetika – Methoden-Beherrschung. *Z Stomatol* 2005; 1021: 9–14

BEAUTIFIL Flow Plus

Injizierbares Hybrid-Komposit

- Geeignet für alle Kavitätenklassen
- Einfache Anwendung und schnelle Politur
- Natürliche Ästhetik über wirksamen Chamäleon-Effekt
- Hohe Radiopazität
- Nachhaltige Fluoridfreisetzung

F00 – Zero Flow

Standfest mit außergewöhnlicher Modellierbarkeit zum mühelosen Formen der okklusalen Anatomie, Randleisten und komplizierter Oberflächendetails



F03 – Low Flow

Moderate Fließfähigkeit zur Restauration von Fissuren, gingivanahen Defekten und zum Auftragen als Baseline

