

Copyright by
not for publication
Quintessenz



Rita G. Cauwels
D.D.S., M.Sc., Ph.D.

Forschungsgruppe PaeCoMeDis,
Abteilung Kinderzahnheilkunde

Hermien T. Monteyne

Geert M. Hommez
D.D.S., M.M.S., Ph.D.

Forschungscluster Parodontologie,
Orale Implantologie, Herausnehmbare und
Implantatprothetik
Universitätszahnklinik
Fakultät für Medizin und Gesundheits-
wissenschaften der Universität Gent
Korrespondenzanschrift:
Prof. Dr. Rita G. Cauwels,
Universitair Ziekenhuis Gent,
Kliniek voor Tand-, Mond- en Kaakziekten,
Afdeling Kindertandheelkunde en
Bijzondere Tandheelkunde,
De Pintelaan 185, 9000 Gent, Belgien;
E-Mail: rita.cauwels@ugent.be

Die intraossäre Anästhesie in der Kinderzahnheilkunde

Indizes

Lokalanästhesie, intraossäre Anästhesie, computergesteuerte Anästhesie, Schmerzkontrolle, QuickSleeper

Zusammenfassung

Klassische Anästhesieverfahren sind mit einigen typischen Nachteilen behaftet, zu denen eine geringe Wirksamkeit bei Pulpitiden und die Weichgewebsanästhesie als Nebenwirkung zählen. Der Beitrag gibt einen Überblick über die Vor- und Nachteile der intraossären Anästhesie (IOA). Hauptvorteil der IOA ist der bessere Anästhesieerfolg bei Vorliegen einer Pulpitis oder in anderen Situationen, in denen eine herkömmliche Anästhesie nur bedingt zum Erfolg führt. Die IOA kann als alleiniges Verfahren zur Anwendung kommen oder begleitend eingesetzt werden, wenn die klassische Technik versagt. Ein zweiter Vorteil besteht in dem fast vollständigen Ausbleiben einer Weichgewebsanästhesie. Dies spielt besonders bei Kindern eine wichtige Rolle, da selbst verursachte Weichgewebstraumata vermieden werden können. Wichtigster Nachteil der IOA ist die etwas begrenzte Dauer der Anästhesie, die jedoch für fast alle Behandlungen ausreicht, welche weniger als 30 bis 60 Minuten in Anspruch nehmen. Als benigne Nebenwirkung der IOA bei Gesunden kann eine Tachykardie auftreten, die sich aber durch eine sorgfältige Kontrolle der Injektionsgeschwindigkeit begrenzen lässt. Mit der Einführung computergesteuerter IOA-Geräte ist die Umsetzung der IOA einfacher geworden, und inzwischen können einige Komplikationen älterer IOA-Techniken wie die Überhitzung des Alveolarknochens und eine mögliche Schädigung von Zahnknospen vermieden werden.

Einleitung

In der Kinderzahnheilkunde erweist sich die Lokalanästhesie oft als Herausforderung. Bestehende Ängste und Schmerzen gehen nicht selten mit der Unfähigkeit einher, die Ursachen zu verstehen, denn Kinder sind nicht einfach eine kleine Variante des erwachsenen Patienten. Eine adäquate Schmerzkontrolle stellt deshalb den wohl wichtigsten Aspekt bei der Behandlung von Kindern dar. Für die schmerzfreie Therapie ist eine korrekte Anästhesie wichtig, aber eine falsche Durchführung der Injektion kann im Erwachsenenalter eine



Trypanophobie (Spritzenangst) auslösen. Vor allem die klassische Infiltrationsanästhesie im Ober- und die Leitungsanästhesie im Unterkiefer können Ängste beim Kind hervorrufen, wenn es die Injektion fürchtet. Diese kann bei zu schneller Verabreichung der Anästhesielösung oder als Folge der Temperatur bzw. des pH-Wertes der Lösung schmerzhaft sein. Um eine schmerzfreie, aber ausreichende Anästhesie zu ermöglichen, wurde die computergesteuerte Durchführung der Lokalanästhesie entwickelt.

Hauptnachteil der Leitungsanästhesie im Unterkiefer ist die Anästhesie der Weichgewebe, die zu selbst verursachten Weichgewebsschäden führen kann. Für diese Komplikation wird bei Kindern in Abhängigkeit vom Alter eine Häufigkeit von 7 bis 18 % angegeben⁹. Eine Anästhesietechnik, die eine Betäubung der Lippen und der Zunge vermeidet, kann deshalb bei der Behandlung von Kindern ein entscheidender Vorteil sein.

In den letzten Jahren wurden neue Geräte entwickelt, die dem Zahnarzt dabei helfen, die Lokalanästhesie zu verbessern und bekannte Probleme der Leitungsanästhesie im Unterkiefer zu überwinden. Es kamen diverse Systeme auf den Markt, beispielsweise The Wand (Fa. Milestone Scientific, Piscataway, USA), Comfort Control Syringe (Fa. Dentsply International, York, USA), Anaject (Fa. Nippon Shika Yakuhin, Shimonoseki, Japan), Ora Star (Fa. Showa Uyakuin Kako, Tokio, Japan), Stabident (Fa. Fairfax Dental, Miami, Florida), X-tip (Fa. X-tip Technologies, Lakewood, USA), IntraFlow (Fa. ProDex, Santa Ana, USA) und schließlich als eines der neuesten Geräte der QuickSleeper (Fa. Dental Hi Tec, Cholet, Frankreich)⁸. Beim letztgenannten Produkt erfolgen eine Knochenpenetration mit einer unter elektronischer Steuerung rotierenden Kanüle sowie das computergesteuerte Injizieren der Anästhesielösung in einem einzigen Arbeitsschritt. Die Lösung wird in den spongiösen Knochen nahe der Wurzelspitze des bzw. der Zielzähne eingebracht, wobei eine geringere Menge der Lösung für eine adäquate Anästhesie ausreicht, weil die Weichgewebe nicht beteiligt sind.

Anliegen dieses Beitrags ist es, eine Beschreibung der intraossären Anästhesie (IOA) bei Kindern zu geben.

Der Fokus liegt hierbei speziell auf dem QuickSleeper-System, dessen Verwendung in der Kinderzahnheilkunde empfohlen werden soll.

Intraossäre Anästhesie – nichts Neues

Die IOA ist nichts anderes als die Platzierung des Lokalanästhetikums im Alveolarknochen nahe den Wurzelspitzen. Im Jahr 1968 verwendete *Magnes*¹⁸ eine Standardkanüle, um die Kortikalis des Unterkieferknochens bei Kindern und Erwachsenen zu durchstoßen, wobei seine Absicht darin bestand, den mäßigen Erfolg von Leitungsanästhesien im Unterkiefer zu verbessern. Bei Erwachsenen beschränkte er den Einsatz der Technik auf den Prämolaren- sowie den Frontzahnbereich und injizierte 1 bis 1,5 ml Anästhesielösung. Er beobachtete eine Erfolgsrate von über 95 %. Um die Anwendbarkeit dieser Technik zu verbessern, benutzten *Bourke*⁷ und *Lilienthal*¹⁶ später zur Perforation der Kortikalis einen Bohrer und einen endodontischen Reamer. Dennoch blieb die IOA bis zum Aufkommen computergesteuerter Anästhesieeinheiten in jüngster Zeit weitgehend ungenutzt.

Systeme für die intraossäre Anästhesie

Da die limitierte Wirksamkeit der Leitungsanästhesie im Unterkiefer in der Praxis problematisch blieb (wenn auch weniger bei Kindern), werden seit den 1990er Jahren Produkte zur Erleichterung der IOA auf den Markt gebracht. Von den Endodontologen wurden häufig die Systeme Stabident und X-tip eingesetzt (bis zu 95 %)⁴. Andere Geräte wie IntraFlow und Anesto (Fa. W&H Deutschland, Laufen) waren zwar erfolgreich, aber kurzlebig²⁷.

Die genannten Systeme beruhen auf einer manuellen Injektion des Anästhetikums durch eine eigens geschaffene Perforation in den Alveolarknochen. Eine andere Möglichkeit ist die manuelle Injektion des Anästhetikums durch das parodontale Ligament (z. B. Citojet, Fa. Heraeus Kulzer, Hanau). Diese älteren Systeme erweisen sich bei Kindern wie Erwachsenen



Abb. 1 Das QuickSleeper-System für die intraossäre Anästhesie (Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Firma Dental Hi Tec)

durchaus als hilfreich, haben aber den großen Nachteil einer unkontrollierten Fließrate und infolgedessen eines hohen Injektionsdrucks. Die Injektion größerer Mengen eines Anästhetikums ist mit ihnen nicht möglich, weshalb die Behandlungszeiten recht kurz sind. Allerdings reicht eine kürzere Anästhesiedauer in vielen Fällen aus.

Die Einführung der computergesteuerten Anästhesie brachte als weiteren Vorteil eine kontrollierte, langsame Injektionsrate. Zwei computergesteuerte Injektionssysteme, The Wand und STA Single Tooth Anaesthesia System (beide Fa. Milestone Scientific), wurden in den USA schnell sehr populär, fanden in geringerem Maße aber auch in Europa und anderen Teilen der Welt Verbreitung. Es handelt sich um ein Verfahren, bei dem die Lösung des Anästhetikums durch das parodontale Ligament injiziert wird. *Smith* und *Walton*³³ kamen in ihrer Studie an Hunden zu dem Schluss, dass intraligamentäre Injektionen de facto intraossär sind: Das Anästhetikum fließt aus dem Parodontalligament durch Öffnungen der Lamina cribrosa in den periradikulären Knochen. Ein Vorteil der genannten computergesteuerten Geräte ist die kontrollierte Injektion mit geringem Druck, wodurch größere Mengen des Anästhetikums in das Desmodont platziert werden können. Der Einsatz bei Kin-

dern stellt dabei keine Gefahr für die sich entwickelnden bleibenden Zähne dar². Die Erfolgsrate mit dem STA-System ist ebenso hoch wie mit einer regulären unteren Leitungsanästhesie¹, aber das Verfahren wird als weniger schmerzhaft bewertet³. Nachteilig hingegen sind die hohen Anwendungskosten von The Wand und STA²⁰.

Später entwickelte das französische Unternehmen Dental Hi Tec mit QuickSleeper und SleeperOne zwei computergesteuerte Systeme. Beide erlauben eine kontrollierte Injektion des Lokalanästhetikums, der QuickSleeper verfügt jedoch zusätzlich über die Möglichkeit, mit einer speziell angeschliffenen rotierenden Nadel den kortikalen Knochen zu durchdringen (Abb. 1.). Der SleeperOne lässt sich mit dem STA-System vergleichen, ist aber dahingehend überlegen, dass kein kostenintensives Einmal-Handstück, sondern normale zahnärztliche Injektionskanülen oder spezielle DHT-Nadeln (Dental Hi Tec) verwendet werden können, die auch beim QuickSleeper zum Einsatz kommen. Somit schlagen beim QuickSleeper zwar hohe einmalige Anschaffungskosten zu Buche, die Kosten der einzelnen Anwendung sind jedoch dieselben wie bei einer klassischen Anästhesie. Die DHT-Nadeln ermöglichen eine sanftere Perforation der Mukosa, was vor allem in der sehr empfindlichen

■ KINDERZAHNHEILKUNDE

Die intraossäre Anästhesie in der Kinderzahnheilkunde



Abb. 2
DHT-Nadel mit
skalpellartig
angeschrägter
Spitze zur
sanften
Perforation der
Mukosa
(Abdruck mit
freundlicher
Genehmigung
der Firma
Dental Hi Tec)

Gaumen- und Oberkieferfrontzahnregion einen wichtigen Vorteil darstellt; hierzu sind die Nadeln mit einer skalpellartig angeschliffenen Spitze versehen (Abb. 2).

Der QuickSleeper ist nach Kenntnis der Autoren das einzige computergesteuerte Gerät am Markt, das mit einer rotierenden Nadel den kortikalen Knochen perforieren kann, so dass sich selbst bei dickem vestibulärem Knochen eine IOA durchführen lässt. Um kleinere Fehler früherer Ausführungen des Systems abzustellen, hat Dental Hi Tec den QuickSleeper bis zur gegenwärtig fünften Gerätegeneration weiterentwickelt. Diese bietet einen verbesserten Schutz vor Überhitzung des Knochens und Verstopfung der Nadel bei der Perforation der Kortikalis.

Vorteile der intraossären Anästhesie

Die unzureichende Wirkung einer normalen Anästhesie ist ein häufiges Problem, das jeder Zahnarzt kennt. Nach *Kaufman* et al.¹⁵ treten in einer allgemein Zahnärztlichen Praxis jede Woche fünf Fälle von Anästhesiever sagen auf. Die Raten unterscheiden sich je nach Injektionstyp, aber die Leitungsanästhesie des Nervus alveolaris inferior weist die höchste Misserfolgsrate auf. Schmerzen während der Behandlung wirken auf die Angst des Patienten zurück, was langfristig zum

Vermeiden von Zahnarztbesuchen führt und auch für den Behandler anstrengend sein kann¹⁹.

Dieser Problematik lässt sich in gewissem Maße mit der IOA begegnen. Bezüglich des Einsatzes bei Erwachsenen wird berichtet, dass das Verfahren sowohl als primäre Technik wie auch als unterstützende Maßnahme nach Misserfolgen mit herkömmlichen Anästhesieverfahren wirksam ist. An Zähnen mit irreversibler Pulpitis liegt die Erfolgsrate der IOA als Ergänzung zur unteren Leitungsanästhesie bei bis zu 98 %⁶. Die ergänzende intraossäre Technik ist sogar wirksamer als eine zusätzliche intraligamentäre Injektion oder eine Wiederholung der Leitungsanästhesie¹⁶. Mehrere Studien haben die Wirksamkeit der intraossären Injektion als primäre Anästhesietechnik unter Verwendung verschiedener Geräte erforscht. Die am häufigsten untersuchten Geräte sind X-tip, Stabident, IntraFlow und QuickSleeper. Unabhängig vom eingesetzten System gleichen sich die Resultate der Studien: Die Erfolgsraten mit einer primären IOA liegen über denen klassischer Verfahren einschließlich der Leitungsanästhesie im Unterkiefer, und dies selbst in Fällen mit irreversibler Pulpitis^{14,22,24,27}. QuickSleeper zeigte neben einer ausreichenden Wirkdauer und anästhetischen Wirkung eine verglichen mit der herkömmlichen Technik geringere Latenz.

Ein wichtiger Vorteil der IOA ist die in nahezu allen Fällen ausbleibende Taubheit des Weichgewebes. Vielmehr beschränkt sich die Anästhesie auf den Zahn und erreicht das diesen umgebende Weichgewebe nicht. Eine Untersuchung zur Anwendung von QuickSleeper in einer Studienpopulation von Kindern und Jugendlichen gibt lediglich für 6,5 % der Fälle eine milde Taubheit der Weichgewebe an²⁹. Im Unterkiefer kommt es beim Einsatz distal des Foramen mentale nicht zur Diffusion in den Canalis mandibulae, der von dichten Wänden umgeben ist. Im Oberkiefer verhindert das Platzieren des Anästhetikums im Knochen sicher eine Anästhesie der Lippe. Vorteil der ausbleibenden Weichgewebsanästhesie ist die verringerte Gefahr eines selbst verursachten Weichgewebstraumas. Erwachsene schätzen zudem, dass sie ihren täglichen Verpflichtungen ohne die Unannehmlichkeiten einer lang andauernden Weichgewebsanästhesie nachkommen können¹⁶.

Durch die IOA wird auch die linguale bzw. palatinale Mukosa anästhesiert. Die Notwendigkeit einer zusätzlichen, unter Umständen mit Schmerzen verbundenen lingualen oder palatinalen intrapapillären Infiltrationsanästhesie entfällt somit. Ein weiterer Vorzug liegt darin, dass keine schmerzhaft palatinale Anästhesie erforderlich ist: Die linguale bzw. palatinale Anästhesie wird mit einer einzigen Injektion bewirkt²¹.

Bei Kindern und Jugendlichen bietet die computergesteuerte IOA eine Vielzahl weiterer Vorteile. Die Kontrolle der Injektionsrate durch den Computer stellt sicher, dass die Zahnknospen der permanenten Zähne bei der Injektion nicht geschädigt werden – natürlich unter der Voraussetzung, dass die Nadel nicht in Kontakt mit der Zahnknospe kommt². Der Einsatz bei Kindern ist allgemein anerkannt. Die jungen Patienten berichten von Schmerzfreiheit oder einem nur sehr moderaten Schmerz während der Durchführung der Anästhesie. Die meisten Patienten empfinden eine IOA gegenüber der klassischen Infiltrationsanästhesie sogar als angenehmer. In einer Split-Mouth-Studie bei Erwachsenen bevorzugten fast 70 % der Probanden die IOA^{5,30,32}.

Wegen der niedrigeren Knochendichte bei Kindern und Jugendlichen erfordert das Einführen der Nadel weniger Zeit, so dass Missempfindungen und Ängste geringer sind²⁹. Ein psychisches Trauma aufgrund der Injektion lässt sich damit vermeiden¹⁸. Besondere Bedeutung für Kinder hat das Aussehen des Injektors. Beim QuickSleeper-System ähnelt die Form des Instruments eher einem Stift als einer Spritze. Um Ängste abzubauen, kann das Gerät so beispielsweise als „Zauberstift“ bezeichnet werden³⁰.

Die vielen Vorteile der computergesteuerten IOA führen zu einer positiven Einstellung der Patienten gegenüber diesem Verfahren. *Magnes*¹⁸ berichtete schon 1968, dass die IOA von jungen wie älteren Patienten gut akzeptiert wird. Im Jahr 2008 konnten *Sixou* und *Barbosa-Rogier*²⁹ dem hinzufügen, dass selbst Kinder und Jugendliche mit gesteigerter Angst vor Zahnbehandlungen, die unter Analgosedierung behandelt werden mussten, das QuickSleeper-System akzeptierten. Wegen der schmerzfreien Injektion und der Kürze des Verfahrens wird die intraossäre Metho-

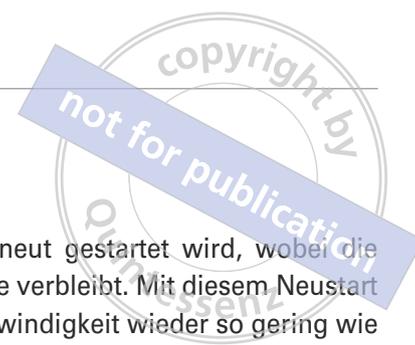
de von den Patienten geschätzt. Wenn sie gefragt werden, ob sie die herkömmliche oder die intraossäre Technik bevorzugen, wählen sie Letztere^{5,23}.

Für das QuickSleeper-System lassen sich einige spezifische Vorteile benennen. Eine typische Anwendung von QuickSleeper stellt das Platzieren des Lokalanästhetikums im Knochen dar. Die Rotation der Nadel beim Durchdringen der Kortikalis ist elektronisch gesteuert, wobei die Anzahl der ausgeführten Umdrehungen begrenzt wird, um eine Überhitzung des Knochens zu vermeiden. Während die Nadel rotiert, werden geringe Mengen des Anästhetikums abgegeben, um eine Verlegung der Kanüle durch Knochenpartikel zu verhindern.

Elektronisch kontrollierte Geräte erweisen sich also für die zahnärztliche Praxis als nützlich, und insbesondere für die Kinderzahnheilkunde ist die vorgestellte Technik vielversprechend³⁰. QuickSleeper kann darüber hinaus auch zur konventionellen Infiltrationsanästhesie verwendet werden, wobei die langsame, kontrollierte Injektionsrate eine schmerzfreie Injektion der Anästhesielösung sicherstellt. Eine wichtige Rolle spielt dies im Oberkieferfrontzahnbereich, wo die Zahl peripherer Nervenendigungen besonders hoch und eine Injektion mit großer Wahrscheinlichkeit unangenehm oder schmerzhaft ist. Schließlich besteht zur Vermeidung intravaskulärer Injektionen mit dem Gerät auch die Möglichkeit der Aspiration.

Nachteile der intraossären Anästhesie

Bereits 1968 berichtete *Magnes*¹⁸, dass die Anästhesie post operationem weniger lange anhält als bei herkömmlichen Techniken. Spätere Publikationen stützten diesen Befund. Die Anästhesiedauer hängt von der Menge der Anästhesielösung und der Verwendung eines Vasokonstriktorzusatzes ab. Allgemein schwankt die Dauer einer Pulpaanästhesie zwischen 30 und 60 Minuten²¹, aber obwohl sie kürzer ist, reicht sie nach *Beneito-Brotos* et al.⁵ für die Durchführung der Mehrzahl zahnärztlicher Maßnahmen immer noch aus. Bei größeren chirurgischen Eingriffen mit mehr als 1-stündiger Dauer genügt sie jedoch nicht²⁰.



Eine zweite intraossäre Injektion 30 Minuten nach der ersten verlängert die Anästhesiewirkung lediglich um 15 Minuten¹³.

Mehrere Studien geben an, dass in Abhängigkeit vom verwendeten System nach einer IOA geringe oder gar keine Schmerzen auftreten^{6,18,19,26,28}. Die meisten dieser Studien wurden mit älteren, nicht computergesteuerten Injektionsgeräten und damit einem höheren Risiko für eine Überhitzung des Knochens durchgeführt. In Bezug auf junge Patienten zeigte die Studie von *Sixou* und *Marie-Cousin*³⁰, dass die Mehrzahl der Kinder einen nur sehr moderaten oder gar keinen Schmerz angibt, wenn das Anästhetikum mittels computergesteuerter IOA verabreicht wird.

Als weitere häufige Nebenwirkung der IOA geben mehrere Autoren eine vorübergehende Tachykardie an, die sowohl subjektiv wahrgenommen wird als auch objektiv messbar ist^{17,18,23,34}. Die Beschleunigung fällt bei langsamer Injektion am geringsten und bei schneller Injektion am höchsten aus³⁴. Jedoch geht die Herzfrequenz nach einigen Minuten auf Normalwerte zurück. Gesunde Patienten bemerken die Beschleunigung der Herzfrequenz normalerweise, ohne dass dies aber praktische Bedeutung hat. Obwohl es zu einer Steigerung der Herzfrequenz kommt, ist die Zunahme bei einer konventionellen Anästhesie immer größer als bei einer IOA²³. Andererseits haben einige Autoren keine Veränderung der Herzfrequenz beobachtet^{24,26}, während auch für konventionelle Anästhesieverfahren von Tachykardie berichtet wird¹¹. Um Ängste abzubauen, ist es wichtig, den Patienten vor der Durchführung der IOA über diese mögliche Nebenwirkung zu informieren. Die Konzentration des Vasokonstriktors in der Anästhesielösung hat keinen Einfluss auf die Wirksamkeit der intraossären Gabe, weshalb empfohlen wird, auf die geringste verfügbare Konzentration (1:200.000 Adrenalin) zurückzugreifen, die allerdings im Fall einer akuten Entzündung eventuell nicht ausreicht²⁴. Die praktische Erfahrung lehrt, dass bei Verwendung des Quick Sleeper-Systems die Tachykardie dann einsetzt, wenn etwa das halbe Volumen injiziert ist und die Injektionsrate automatisch angehoben wird. Dies lässt sich vermeiden, indem die Injektion des Anästhetikums für 1 Sekunde unter-

brochen und dann erneut gestartet wird, wobei die Nadel an Ort und Stelle verbleibt. Mit diesem Neustart ist die Injektionsgeschwindigkeit wieder so gering wie zu Beginn.

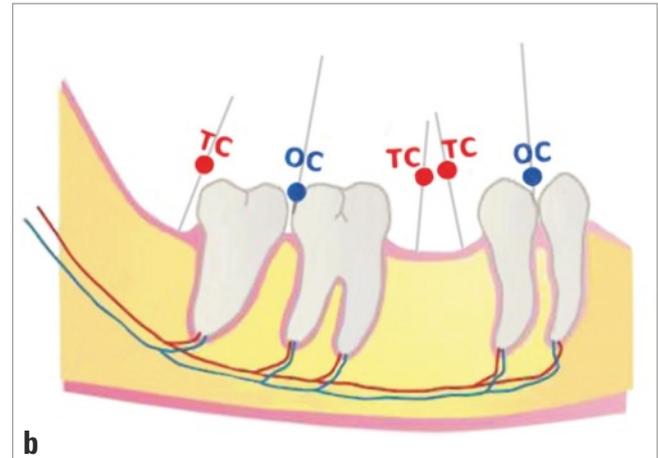
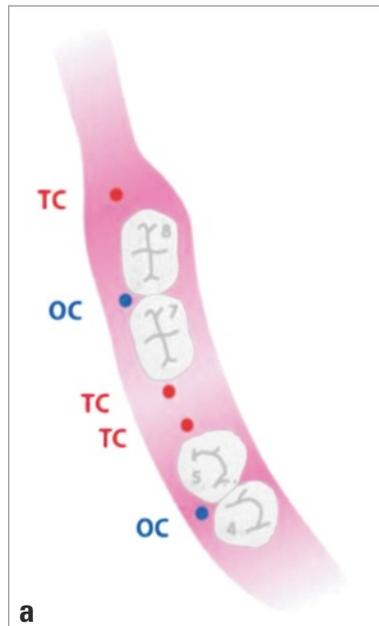
Besondere Beachtung sollte Patienten mit allgemeinmedizinischen Erkrankungen wie z. B. Hyperthyreose, Phäochromozytom, Hypertonie, Herzrhythmusstörungen oder schwerer Herz-Kreislauf-Erkrankung geschenkt werden. Speziell bei vorliegender Herz-Kreislauf-Erkrankung, medikamentöser Behandlung und/oder Adrenalinempfindlichkeit ist Vorsicht geboten. In solchen Fällen kommt 3%iges Mepivacain als Alternative in Frage, allerdings mit der Folge einer kürzeren Anästhesiedauer²⁸.

Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass irreversible Schäden an den Zahnwurzeln vermieden werden. Ein feiner taktiler Unterschied zwischen Knochen und Zahn lässt sich leicht feststellen. Wenn das Desmodont von der Nadel perforiert wird, fühlt der Patient einen Schmerz. In diesem Fall muss die Injektion abgebrochen und die Nadel korrekt positioniert werden. Vor der IOA ist eine gründliche klinische Untersuchung erforderlich, um Erhebungen der kortikalen Platte zu bestimmen, welche darunterliegende Wurzeln anzeigen. Außerdem wird anhand einer Zahnfilmaufnahme beurteilt, ob der interradikuläre Raum eine ausreichende Breite aufweist. Eine In-vitro-Studie zur Untersuchung möglicher Wurzelschäden zeigte, dass der mittlere Druck, der für die Perforation der Kortikalis durch die Nadel aufgewendet werden muss, entscheidend ist. Dieser Druck war beim Quick Sleeper-System signifikant geringer als bei anderen Geräten. Zudem hatte die vordringende Nadel des Quick Sleeper-Systems das kleinste Drehmoment, so dass die Gefahr, eine Wurzelschädigung durch Einkerbung zu erzeugen, bei diesem Gerät am geringsten ist. Infolge der Nadelrotation erzeugt jedes derartige System Hitze, die irreversible Schäden verursachen kann, wenn die Nadel versehentlich in Kontakt mit der Wurzel kommt. Von allen untersuchten Geräten zeigte Quick Sleeper den geringsten Prozentsatz an Wurzelschäden¹².

Daneben werden für die IOA weitere mögliche Komplikationen angeführt. Allgemein wird für ältere Gerätetypen eine Inzidenz von Schwellungen und Eiter-

**Abb. 3a und b**

Die unterschiedlichen Einstichstellen für die osteozentrale (OC) und die transkortikale (TC) Anästhesie in der Okklusal- und Sagittalansicht (Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Firma Dental Hi Tec)



bildung nach intraossären Injektionen angegeben^{25,28}. Lokalisierte Infektionen im Bereich der Perforation treten öfter auf als bei klassischen Injektionstechniken, die Häufigkeit liegt aber trotzdem nur bei 3 % der Patienten. Solche Infektionen können die Anwendung von Antibiotika erforderlich machen^{10,25}. *Woodmansey et al.*³⁵ beschrieben einen Fall von Osteonekrose nach IOA, wobei dies jedoch selten vorzukommen scheint. Trotzdem muss auf eine vorsichtige Durchführung der IOA geachtet werden, um zu vermeiden, dass während der Knochenperforation Reibungshitze entsteht. Vorteil der jüngsten Generation des QuickSleeper-Gerätes ist die systemimmanente Unterbrechung der Rotation, die nach einer begrenzten Zahl von Zyklen stoppt.

Ein letzter Negativpunkt sind die erforderliche Einarbeitung in die IOA-Technik und die zusätzlichen Kosten für die spezielle Ausrüstung. Nach Meinung der Autoren werden die Zusatzkosten durch die Wirksamkeit der Anästhesie in schwierigen Fällen und die sowohl für den Patienten als auch für den Zahnarzt angenehme und bequeme Anwendung aufgewogen. Die Durchführung erfordert mehr Zeit als bei herkömmlichen Verfahren, und die kürzere Wirkdauer lässt die IOA für langwierigere Behandlungen weniger günstig erscheinen²¹.

Das QuickSleeper-System in der Praxis

QuickSleeper kann zur Infiltrations-, intraligamentären und intraossären Anästhesie verwendet werden. Der folgende Abschnitt beschränkt sich auf die IOA mittels QuickSleeper.

Die Durchführung einer IOA mit dem QuickSleeper-Gerät erfordert eine gewisse Einarbeitung, aber sobald der Zahnarzt die Technik beherrscht, nimmt das Prozedere nur wenig Zeit in Anspruch. Das System benutzt einen eigenen Nadeltyp, die DHT-Nadel, die mit einer speziellen angeschrägten Spitze versehen ist, so dass die Mukosa und der Knochen leichter mit ein und derselben rotierenden Nadel passiert werden können (vgl. Abb. 2). Hierin liegt ein Hauptvorteil für die einfache Ausführung. Zwei Formen der IOA sind mit QuickSleeper möglich: Bei der sogenannten osteozentralen Anästhesie wird das Anästhetikum zwischen zwei Wurzeln injiziert, während bei der sogenannten transkortikalen Anästhesie eine Injektion in den Knochen im Bereich einer Freirand- oder Schaltlücke erfolgt (Abb. 3a und b). Vor der Ausführung muss auf einer Zahnfilmaufnahme geprüft werden, ob an der Stelle der geplanten Injektion zwischen den Wurzeln genug



Abb. 4 Um die Mukosa vor der eigentlichen Anästhesie oberflächlich zu anästhesieren, wird die Nadel parallel zur Mukosa gehalten. Die leichte Weißfärbung der Mukosa bildet sich nach Injektion einer kleinen Menge der Anästhesielösung



Abb. 5 Korrekte Position und Neigung der Nadel zwischen den Zähnen 75 und 36

Platz vorhanden ist. Die Injektion erfolgt bevorzugt distal des betroffenen Zahnes, nötigenfalls kann sie aber auch mesial vorgenommen werden. Reicht der Platz zwischen den Wurzeln eines Zahnes hierfür aus, kann in den Furkationsbereich injiziert werden. Für die osteozentrale Anästhesie wird die Nadel an der Papillenbasis aufgesetzt, während sie bei der transkortikalen Anästhesie den Alveolarknochen auf der Kammmitte perforiert. Wenn die Injektionsstelle gewählt ist, läuft das Verfahren in den nachfolgend beschriebenen drei Schritten ab.

Schritt 1: Anästhesie der Mukosa an der Injektionsstelle

Die Nadel wird nahezu parallel zur Mukosa angesetzt und perforiert diese nur oberflächlich (Abb. 4). Es schließt sich die Injektion einer sehr geringen Menge der Anästhesielösung an, wobei die Mukosa ein leicht weißliches Aussehen annimmt. Die Anästhesie der Mukosa setzt sofort ein, und die Maßnahme ist schmerzfrei.

Schritt 2: Penetration des Knochens

Für die osteozentrale Anästhesie ist die Spezialnadel 30G 16 mm zu wählen, während sich für die transkortikale Anästhesie die Nadel 27G 16 mm empfiehlt und bei Kindern bevorzugt die Nadel 30G 9 mm zur Anwendung kommt. Letztere kann auch zur intraligamentären Injektion benutzt werden. Die Nadel wird am Injektionspunkt in einem Winkel von 15 bis 30° zur Zahnachse angesetzt und zeigt in Richtung Wurzelspitze. Nach Passage der Mukosa stellt man den Kontakt zwischen Nadelspitze und Knochen her (Abb. 5). Erst jetzt wird die Nadel in Rotation versetzt. Um eine Überhitzung des Knochens zu vermeiden, werden maximal 1 Sekunde lang zehn kontinuierliche Umdrehungen ausgeführt, wobei nur sehr geringer Druck auf die Nadel ausgeübt wird. Das Gerät sorgt automatisch für die Unterbrechungen der Rotation. Gelingt es nicht, mit der Nadel in den Knochen vorzudringen, ist eine neue Injektionsstelle zu wählen.

Sobald die Nadel den kortikalen Knochen passiert hat, kann sie mit einigen wenigen Umdrehungen auf die korrekte Tiefe gebracht werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die Nadel ausreichend tief platziert wird. Bei einer Injektion in den Knochen des Alveolarseptums ist der Widerstand zu hoch, und QuickSleeper stoppt die Injektion automatisch. Die durchschnittliche Insertionstiefe der Nadel beträgt bei Erwachsenen 12 mm. Abbildung 6 zeigt die korrekte Nadeltiefe. Im Milchgebiss ist meist keine Rotation der Nadel erforderlich, um den Knochen zu penetrieren. Die Eindringtiefe der Nadel bei Kindern beträgt durchschnittlich 6 mm. Vor der Injektion der Anästhesie-

lösung wird die Nadel 1 mm vom Knochenkontakt zurückgezogen, um das Ausfließen der Lösung in den Knochen zu erleichtern.

Schritt 3: Injektion der Anästhesielösung

Sobald die Nadel die gewünschte Position erreicht hat, wird die Anästhesielösung mit einer vom Computer kontrollierten Fließrate injiziert, die zunächst sehr gering ist, allmählich aber erhöht wird. Das für eine adäquate Anästhesie nötige Volumen ist bei der IOA geringer als bei herkömmlichen Techniken²¹. Bleibende Zähne erfordern ein größeres Volumen als Milchzähne: In den meisten Fällen sind 0,9 ml für die Anästhesie eines Milchzahnes ausreichend³⁵. Je nach Menge der injizierten Anästhesielösung können bis zu drei Molaren anästhesiert werden. Wenn möglich wird eine Anästhesielösung mit Adrenalinzusatz verwendet, wobei eine Konzentration von 1:200.000 zu bevorzugen ist. Die Wirkung setzt sofort ein, und die Behandlung sollte nicht wie bei herkömmlichen Verfahren erst mit einigen Minuten Verzögerung beginnen.

Schlussfolgerungen

Bei der IOA handelt es sich um ein etabliertes Verfahren, das mit dem Aufkommen computergesteuerter Geräte für den Zahnarzt noch interessanter geworden ist. Sie bietet einige wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Techniken und weist dabei nur wenige Nachteile auf, die nicht zur Meidung des Verfahrens führen sollten. Nach Meinung der Autoren ist die IOA eine Anästhesietechnik, die in jeder Praxis verfügbar sein sollte, da sie nicht nur als alleinige Maßnahme, sondern auch komplementär in solchen Fällen ver-

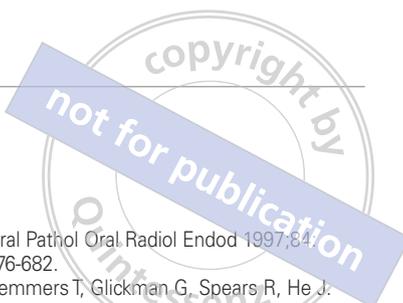


Abb. 6 Darstellung der korrekten Nadeltiefe für die osteozentrale Anästhesie (Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Firma Dental Hi Tec)

wendet werden kann, in denen die klassische Anästhesie versagt. Quick Sleeper ist ein Gerät auf dem neuesten Stand der Technik, mit dessen Hilfe sich die IOA sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern problemlos durchführen lässt und das sich für beide Patientengruppen als sicher erwiesen hat.

Literatur

1. Alamoudi NM, Baghlaif KK, Elashiry EA, Farsi NM, El Derwi DA, Bayoumi AM. The effectiveness of computerized anesthesia in primary mandibular molar pulpotomy: A randomized controlled trial. *Quintessence Int* 2016;47:217-224.
2. Ashkenazi M, Blumer S, Eli I. Effect of computerized delivery intraligamental injection in primary molars on their corresponding permanent tooth buds. *Int J Paediatr Dent* 2010;20:270-275.
3. Baghlaif K, Alamoudi N, Elashiry E, Farsi N, El Derwi DA, Abdullah AM. The pain-related behavior and pain perception associated with computerized anesthesia in pulpotomies of mandibular primary molars: A randomized controlled trial. *Quintessence Int* 2015;46:799-806.
4. Bangerter C, Mines P, Sweet M. The use of intraosseous anesthesia among endodontists: results of a questionnaire. *J Endod* 2009;35:15-18.
5. Beneito-Brotos R, Penarrocha-Oltra D, Ata-Ali J, Penarrocha M. Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia: a preliminary



- study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 17:e426-e429.
6. Bigby J, Reader A, Nusstein J, Beck M, Weaver J. Articaine for supplemental intraosseous anesthesia in patients with irreversible pulpitis. *J Endod* 2006;32: 1044-1047.
 7. Bourke K. Intra-osseous anaesthesia. *Dent Anaesth Sedat* 1974;3:13-14,16-17,19.
 8. Clark TM, Yagiela JA. Advanced techniques and armamentarium for dental local anesthesia. *Dent Clin North Am* 2010;54: 757-768.
 9. College C, Feigal R, Wandera A, Strange M. Bilateral versus unilateral mandibular block anesthesia in a pediatric population. *Pediatr Dent* 2000;22:453-457.
 10. Dunbar D, Reader A, Nist R, Beck M, Meyers WJ. Anesthetic efficacy of the intraosseous injection after an inferior alveolar nerve block. *J Endod* 1996;22: 481-486.
 11. Godzięba A, Smękalta T, Jedrzejewski M, Sporniak-Tutak K. Clinical assessment of the safe use local anaesthesia with vasoconstrictor agents in cardiovascular compromised patients: a systematic review. *Med Sci Monit* 2014;20:393-398.
 12. Graetz C, Fawzy-El-Sayed K, Graetz N, Dörfer C. Root damage induced by intraosseous anesthesia. An in vitro investigation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18:e130-e134.
 13. Jensen J, Nusstein J, Drum M, Reader A, Beck M. Anesthetic efficacy of a repeated intraosseous injection following a primary intraosseous injection. *J Endod* 2008;34: 126-130.
 14. Kanaa MD, Whitworth JM, Meechan JG. A prospective randomized trial of different supplementary local anesthetic techniques after failure of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis in mandibular teeth. *J Endod* 2012;38:421-425.
 15. Kaufman E, Weinstein P, Milgrom P. Difficulties in achieving local anesthesia. *J Am Dent Assoc* 1984;108:205-208.
 16. Lilienthal B. A clinical appraisal of intraosseous dental anesthesia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1975;39:692-697.
 17. Lilienthal B. Cardiovascular responses to intraosseous injections of prilocaine containing vasoconstrictors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;42:552-558.
 18. Magnes GD. Intraosseous anesthesia. *Anesth Prog* 1968;15:264-267.
 19. Nusstein JM, Reader A, Drum M. Local anesthesia strategies for the patient with a „hot“ tooth. *Dent Clin North Am* 2010;54: 237-247.
 20. Ogle OE, Mahjoubi G. Advances in local anesthesia in dentistry. *Dent Clin North Am* 2011;55:481-499.
 21. Özer S, Yaltirik M, Kirli I, Yargic I. A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (QuickSleeper). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;114(5 Suppl): S132-S139.
 22. Parente SA, Anderson RW, Herman WW, Kimbrough WF, Weller RN. Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection for teeth with irreversible pulpitis. *J Endod* 1998;24:826-828.
 23. Penarrocha-Oltra D, Ata-Ali J, Oltra-Moscardo M, Penarrocha-Diago M, Penarrocha M. Side effects and complications of intraosseous anesthesia and conventional oral anesthesia. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17:e430-e434.
 24. Pereira LA, Groppo FC, Bergamaschi Cde C et al. Articaine (4%) with epinephrine (1:100,000 or 1:200,000) in intraosseous injections in symptomatic irreversible pulpitis of mandibular molars: anesthetic efficacy and cardiovascular effects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116:e85-e91.
 25. Reader A, Nist R, Beck M et al. Anesthetic efficacy of the intraosseous injection in maxillary and mandibular teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81:634-641.
 26. Reisman D, Reader A, Nist R et al. Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection of 3 % mepivacaine in irreversible pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84: 676-682.
 27. Remmers T, Glickman G, Spears R, He J. The efficacy of IntraFlow intraosseous injection as a primary anesthesia technique. *J Endod* 2008;34:280-283.
 28. Replogle K, Reader A, Nist R, Beck M, Weaver J, Meyers WJ. Anesthetic efficacy of the intraosseous injection of 2% lidocaine (1:100,000 epinephrine) and 3% mepivacaine in mandibular first molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;83:30-37.
 29. Sixou JL, Barbosa-Rogier ME. Efficacy of intraosseous injections of anesthetic in children and adolescents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:173-178.
 30. Sixou JL, Marie-Cousin A. Intraosseous anaesthesia in children with 4 % articaine and epinephrine 1:400,000 using computer-assisted systems. *Eur Arch Paediatr Dent* 2015;16:477-481.
 31. Sixou JL, Marie-Cousin A, Huet A, Hingant B, Robert JC. Pain assessment by children and adolescents during intraosseous anaesthesia using a computerized system (QuickSleeper). *Int J Paed Dent* 2009;19:360-366.
 32. Smail-Faugeron V, Muller-Bolla M, Sixou JL, Courson F. Split-mouth and parallel-arm trials to compare pain with intraosseous anaesthesia delivered by the computerised QuickSleeper system and conventional infiltration anaesthesia in paediatric oral healthcare: protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2015;5:e007724.
 33. Smith GN, Walton RE. Periodontal ligament injection: distribution of injected solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;55: 232-238.
 34. Susi L, Reader A, Nusstein J. Heart rate effects of intraosseous injections using slow and fast rates of anesthetic solution deposition. *Anesth Prog* 2008;55:9-15.
 35. Woodmansey K, White R, He J. Osteonecrosis related to intraosseous anesthesia: report of a case. *J Endod* 2009;35:288-291.