

Intramuskuläre Adrenalingabe durch Zahnärzte bei Anaphylaxie

Allergische Reaktionen zählen zu den typischen systemischen Komplikationen bei der Anwendung von Arzneimitteln und Dentalmaterialien. Als Auslöser sind im zahnärztlichen Bereich insbesondere Antibiotika, Analgetika und Latexprodukte zu nennen [30]. Zieht man in Betracht, dass die meisten Zahnärzte in Deutschland bestenfalls über Grundkenntnisse in der Notfallmedizin verfügen, stellt sich die Frage nach einfach durchführbaren wirksamen Notfallmaßnahmen.

Untersuchungen zu medizinischen Notfällen in der zahnärztlichen Praxis beschränken sich fast ausschließlich auf die Reanimation [15, 16]. Auch wenn die anaphylaktische Reaktion in der zahnärztlichen Praxis als seltenes Ereignis gilt [7, 13], so wird schätzungsweise jeder dreißigste Zahnarzt während seines Berufslebens mit diesem Notfallbild konfrontiert. Die Wahrscheinlichkeit eines Herz-Kreislauf-Stillstandes in der Zahnarztpraxis ist 7-fach geringer [13]. Hinzu kommen der oftmals rasche Verlauf und die potenzielle Lebensbedrohung der Anaphylaxie. Eine nähere Betrachtung scheint daher lohnenswert.

Die Unvorhersagbarkeit einer anaphylaktischen Reaktion und die Möglichkeit ihres tödlichen Verlaufs erfordern eine sofortige Therapie. Diese Umstände verhinderten bisher kontrollierte klinische Untersuchungen [20]. Somit überrascht es nicht, dass es nur wenige Daten zur Wirksamkeit und Sicherheit der Pharmakotherapie einer anaphylaktischen Reaktion beim Menschen gibt. Der lebensrettende Effekt des Adrenalins ist zwar unbestritten, Applikationsform und Dosierung werden jedoch kon-

trovers diskutiert [5, 9, 25, 26]. Dies hat zu einer Vielzahl von Empfehlungen geführt. Als mögliche Applikationswege werden die subkutane (s.c.), intramuskuläre (i.m.), intravenöse (i.v.) und inhalative Gabe empfohlen [2, 5, 10, 17, 21, 26]. Für die i.m.-Injektion werden unterschiedliche Körperregionen empfohlen. Diese reichen von der Injektion in den M. deltoideus oder M. vastus lateralis bis zur intra- oder sublingualen Gabe [11, 17, 26]. Viele dieser Empfehlungen beruhen auf Expertenmeinungen, Theorien und Anekdoten. Hieraus folgert eine große Unsicherheit bei Ärzten und Zahnärzten, die in vielen Fällen zu einer fehlerhaften Therapie der anaphylaktischen Reaktion führt [8, 12]. So erhalten schätzungsweise nur 30–40% der Patienten mit einer eindeutigen Indikation das potenziell lebensrettende Adrenalin [9]. Und obwohl die frühzeitige Gabe von Adrenalin eindeutig mit einer günstigen Prognose assoziiert ist, erfolgt die Applikation häufig mit einer zeitlichen Verzögerung und in ungeeigneter Art und Weise [2, 25, 26].

Die i.v.-Gabe von Adrenalin ist gemäß den Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) für den Notfallmedizinisch Erfahrenen bereits in niedrigeren Stadien der Anaphylaxie die Applikationsform der ersten Wahl. Für den Notfallmedizinisch Unerfahrenen gehört die i.v.-Adrenalinapplikation in die Stadien III und IV [18]. Im Tiermodell konnte eine Verbesserung der hämodynamischen Parameter im Schock einzig durch die i.v.-Gabe von Adrenalin erzielt werden [4]. Allerdings birgt die i.v.-Gabe von Adrenalin auch die größte Gefahr unerwünschter Wirkungen [1, 2,

20, 24]. Ist es nicht möglich, einen i.v.-Zugang zu etablieren oder erfolgt die Therapie niedriger Stadien durch den notfallmedizinisch unerfahrenen Arzt/Zahnarzt, ist die i.m.-Injektion die Verabreichungsform der Wahl. Im Tiermodell resultierte die i.m.-Injektion von Adrenalin im Schock in einer Erhöhung der Plasma-Adrenalin-Konzentration; eine Verbesserung der hämodynamischen Parameter wurde jedoch nicht erreicht [4]. Estelle et al. [10, 11] wiesen in ihren Untersuchungen bei Kindern und Erwachsenen für die i.m.-Injektion im Vergleich zur subkutanen insgesamt höhere Plasma-Adrenalinhöchstkonzentrationen nach. Zusätzlich wurden diese nach i.m.-Injektion schneller erreicht. Diese Ergebnisse legen nahe, dass Patienten besonders in frühen Stadien einer anaphylaktischen Reaktion von einer i.m.-Adrenalininjektion profitieren. Der Injektionsort mit den günstigsten pharmakologischen Eigenschaften ist der M. vastus lateralis [4, 10, 11]. Die Angaben in der Literatur für die i.m.-Injektion von Adrenalin liegen bei einer Konzentration von 1:1000 (1 mg/ml) mit einer Dosierung von 0,3–0,5 ml (300–500 µg), die in einem Abstand von 5–15 min wiederholt werden kann [1, 18, 21]. Für die Eigenanwendung durch den Patienten selbst stehen in Deutschland zwei Autoinjektoren zur Verfügung, die jeweils 0,3 mg Adrenalin abgeben:

- Anapen® (Dr. Beckmann Pharma GmbH, Hamburg), Nadellänge 10 mm und
- Fastjekt® (Allergopharma Joachim Ganzer KG, Reinbek), Nadellänge 14 mm.



Abb. 1 ◀ Ultraschallbild, vermessen und beschriftet

Weitere Alternativen der Adrenalinapplikation sind nicht empfehlenswert. Die subkutane Applikation war im Tiermodell nicht in der Lage, eine Veränderung der Plasma-Adrenalinkonzentration zu erzielen [4] und spielt daher in der Therapie der Anaphylaxie keine Rolle mehr [18, 21, 22]. Ebenso sind die von einigen Autoren empfohlenen intraoralen Injektionsformen (intra-lingual, sublingual) nicht zu empfehlen [8], zum einen aufgrund der mangelnden Datenlage bezüglich des Resorptionsverhaltens und somit der systemischen Bioverfügbarkeit, zum anderen aufgrund der Gefahr, eine Blutung in den Atemwegen auszulösen. Für die inhalative Applikation von Adrenalin wurde insgesamt die ungünstigste systemische Bioverfügbarkeit nachgewiesen (niedrigste Plasma-Adrenalinkonzentrationen). Die inhalative Verwendung kann somit nur unterstützend empfohlen werden, wenn respiratorische Symptome einer anaphylaktischen Reaktion im Vordergrund stehen [14, 27].

Unsere Annahme lautet: Personal ohne notfallmedizinische Expertise ist nach kurzer Einweisung in der Lage, mit einfachen Mitteln eine korrekte Punktion des M. vastus lateralis zur intramuskulären Injektion von Adrenalin durchzuführen.

Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Wir näherten uns der Fragestellung von zwei Seiten:

1. Messung der Gewebedicken am äußeren Oberschenkel zur Verifizierung der notwendigen Punktionstiefe – auch im Vergleich zur Nadellänge handelsüblicher Autoinjektoren (Anapen®, Fastjekt®) und
2. Prüfen am Trainingsphantom, ob Zahnärzte nach kurzer Einweisung den M. vastus lateralis korrekt punktieren können, um eine i.m.-Injektion durchzuführen.

Messung der Gewebedicke

Wir verwendeten Hochfrequenzultraschall, um die Tiefe der Muskelschicht im Bereich des mittleren äußeren Oberschenkels (M. vastus lateralis) zu bestimmen. Präzision, Zuverlässigkeit, Validität und Reproduzierbarkeit dieser nichtinvasiven Methode sind in zahlreichen Studien belegt [6, 23].

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Gewebedicke durch B-Mode-Ultraschall mit einer Frequenz von 10 MHz bestimmt, womit in der Linear-Scantechnik ein guter Überblick über glatte Oberflächen, die einzelnen Schichten der Haut und das subkutane Gewebe gewährleistet ist [6].

Wir untersuchten 100 freiwillige Probanden. Alle Untersuchungen wurden mit dem Ultraschallgerät Esaote AU 5 mit integrierter Vermessungssoftware durchgeführt (Esaote Biomedica, Genua, Italien).

Es wurden jeweils 3 Ultraschalluntersuchungen am Oberschenkel durchgeführt:

- im Bereich des M. vastus lateralis,
- auf der Verbindungslinie zwischen Trochanter major und Patella sowie
- mindestens je eine Handbreit kaudal des Trochanter major und kranial der Patella.

Auf den Bildern wurden jeweils

- die Dicke der Haut,
- der Subkutis und
- der Summe beider Schichten bestimmt und gespeichert (◻ **Abb. 1**).

Im Anschluss wurden die ermittelten Gewebedicken mit den Injektionstiefen kommerziell erhältlicher Autoinjektoren verglichen.

Trainingsphantom

Die Durchführbarkeit einer Injektion in den M. vastus lateralis wurde mittels Simulator (Injektionsgefäß, Modell-Nr. W44004, 3B Scientific GmbH, Hamburg) geprüft (◻ **Abb. 2**). Hierbei handelt es sich um ein anatomisches Modell der Gefäßregion und der Oberschenkel zum Erlernen von i.m.-Injektionen in den M. gluteus medius und den M. vastus lateralis.

Die Punktion am Simulator wurde mit einem handelsüblichen Einmalspritzen-System durchgeführt: 2-ml-Spritze (Injekt 2 ml, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) mit einer Injektions-Kanüle 21G×11/2“ (Sterican 0,8×40 mm, B. Braun Melsungen AG, Melsungen). Zur Bestimmung der Punktionstiefe wurden ringförmige Gummistopper, wie sie zur Markierung der Aufbereitungstiefe bei Wurzelkanalinstrumenten in der Endodontie verwendet werden, über die Kanülen geschoben. Während der Punktion glitten diese Gummiringe entlang der Kanüle und verblieben nach dem Herausziehen am Ort der größten Punktionstiefe auf der Kanüle (◻ **Abb. 3 und 4**). So war es möglich, die maximale Punktionstiefe mit einem Lineal (Messlineal Endodontie, Aesculap, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) zu bestimmen.

Zu Beginn erhielten die Teilnehmer eine kurze theoretische Einweisung in die korrekte Punktionstechnik. Als korrekter Punktionsort wurde die Region im Bereich der Verbindungslinie zwischen Trochanter major und Patella, jeweils mindestens eine Handbreit kaudal des Trochanter major und kranial der Patella empfohlen. Anschließend erhielten die Probanden die Information, dass ein erwachsener Patient im Verlauf einer zahnärztlichen Behandlung eine anaphylaktische Reaktion ent-

Notfall Rettungsmed 2010 DOI 10.1007/s10049-010-1363-2
© Springer-Verlag 2010

T. H. Schneider · M. Emmel · M. Daubländer

Intramuskuläre Adrenalingabe durch Zahnärzte bei Anaphylaxie

Zusammenfassung

Hintergrund. Anaphylaktische Reaktionen zählen zu den typischen systemischen Komplikationen bei der Anwendung von Medikamenten und zahnärztlichen Materialien. Zahnärzte sollten sie daher frühzeitig erkennen und behandeln können. Ohne Zweifel spielt die frühzeitige Gabe von Adrenalin eine entscheidende Rolle bei der Behandlung der Anaphylaxie. Für den notfallmedizinisch Ungeübten stellt sich jedoch häufig die Frage nach Applikationsart und Dosis, über die unterschiedliche Empfehlungen kursieren. Ziel unserer Untersuchung war es festzustellen, ob die intramuskuläre (i.m.) Adrenalinapplikation für Zahnärzte ein sicheres Verfahren darstellt.

Material und Methoden. Mittels Hochfrequenzultraschall wurde die Dicke der Gewebsschichten bis zur Muskulatur (M. vas-

tus lateralis) bei 100 Probanden gemessen, um die notwendige Punktionstiefe für eine sichere i.m.-Injektion festzustellen. Die Durchführbarkeit einer konventionellen i.m.-Injektion in den M. vastus lateralis evaluierten wir mit 106 Zahnärzten an einem Simulator für diese Injektionsform.

Ergebnisse. Die durchschnittliche Dicke der Kutis war bei beiden Geschlechtern annähernd gleich (Frauen: $1,50 \pm 0,16$ mm, Männer: $1,54 \pm 0,14$ mm), die der Subkutis war mit $9,47 \pm 0,73$ mm bei den Frauen deutlich dicker als bei den Männern ($3,93 \pm 0,42$ mm). Bei den Frauen beginnt die Muskelschicht damit $10,95 \pm 0,68$ mm, bei den Männern $5,48 \pm 0,39$ mm unter der Hautoberfläche. Von 106 Zahnärzten waren nach einmaliger kurzer Einweisung 95% in der Lage, eine korrekte i.m.-Injektion mit Einmalspritze und

kanüle in den M. vastus lateralis durchzuführen.

Schlussfolgerung. Die konventionelle Punktion des M. vastus lateralis ist eine leicht zu erlernende Technik mit hoher Erfolgsquote, die bei einer Punktionstiefe von mindestens 20 mm eine sichere i.m.-Injektion bei den meisten Erwachsenen erlaubt. Diese Technik sollte daher als Applikationsform für Adrenalin bei Anaphylaxie für notfallmedizinisch Un-erfahrene bevorzugt werden. Die Länge der Injektionsnadel eines handelsüblichen Autoinjektors (Anapen®, Fastjekt®) erscheint nicht ausreichend lang für einen Großteil der Erwachsenen.

Schlüsselwörter

Anaphylaxie · Zahnärzte · Intramuskuläre Injektionen · Adrenalin · Erste Hilfe

Intramuscular adrenaline administration by dentists for anaphylactic reactions

Abstract

Background. In dentistry anaphylactic reactions are typical systemic reactions accompanying the administration of drugs and dental materials. Therefore every dentist should be able to recognize the signs and symptoms at an early stage and provide medical first aid. Early administration of adrenaline is without doubt life-saving in anaphylactic reactions, however, less experienced personnel are challenged by the different administration modes and dosages quoted in different recommendations. The aim of this study was to find out whether the intramuscular (i.m.) administration of adrenaline is a safe procedure which can be performed by dentists.

Material and methods. In order to determine the correct depth for a safe i.m. injection the thickness of tissue covering the vas-

tus lateralis muscle was measured in 100 subjects using high frequency ultrasound. The feasibility of a conventional i.m. injection into the lateral thigh was evaluated for 106 dentists using a manikin.

Results. The average thickness of the cutis was almost equal in both sexes (females 1.5 ± 0.16 mm), males 1.54 ± 0.14 mm). The subcutis was thicker in females (9.47 ± 0.73 mm) than in males (3.93 ± 0.42 mm). Muscle tissue therefore lies 10.95 ± 0.68 mm below the skin surface in females, as opposed to 5.48 ± 0.39 mm in males. After a brief instruction 95% of the 106 dentists were able to perform a correct i.m. injection into the vastus lateralis muscle using a standard single-use needle and syringe.

Conclusion. Conventional injection into the lateral thigh is an easy to learn technique with a high success rate. In most adult subjects an injection depth of 20 mm allows for a safe i.m. injection. Therefore this technique seems to be favourable for adrenaline injections by less experienced emergency medical providers for anaphylactic reactions. The needle length of commercially available automatic injection devices (Anapen®, Fastjekt®) seems unsuitable for a substantial proportion of adult subjects.

Keywords

Anaphylaxis · Dentists · Injections, intramuscular · Epinephrine · First aid



Abb. 2 ▲ Injektionssimulator: Injektionsgesäß Modell-Nr. W44004, 3B Scientific GmbH, Hamburg



Abb. 4 ▲ Position der Spritze am Simulator im Bereich des M. vastus lateralis. Der Gummistopper glitt während des Punktionsvorganges entlang der Kanüle und markiert nun den Punkt der maximalen Punktionstiefe



Abb. 3 ▲ Spritzen vor (oben) und nach Injektion (unten) mit Gummistopper (gelb). Der Gummistopper verbleibt nach der Simulation der Injektion am Punkt der maximalen Punktionstiefe und ermöglicht somit deren Messung

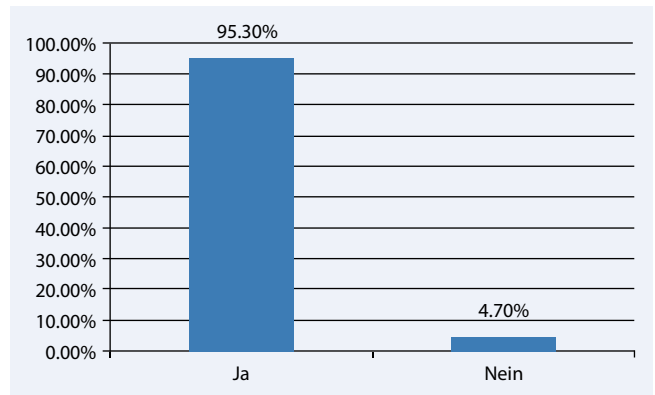


Abb. 5 ▲ Darstellung des Kriteriums *Erfolg*, definiert als Kombination aus korrektem Punktionsort und korrekter Punktionstiefe

wickelt und nun mit den Symptomen des Schweregrades II die Adrenalinapplikation indiziert sei. Es wurde zusätzlich die Vorgabe gemacht, Adrenalin intramuskulär in den seitlichen Oberschenkel zu injizieren. Die Eindringtiefe wurde nicht vorgegeben. Nach erfolgter Punktion wurde die jeweilige Punktionstiefe gemessen und dokumentiert. Im Lichte der Messergebnisse für die Gewebedicke wurde eine Punktionstiefe von mindestens 20 mm als korrekt gewertet. Außerdem wurde beurteilt, ob nach den vorgegebenen Kriterien der korrekte Punktionsort gewählt wurde. Alle Punktionen außerhalb dieses Bereiches wurden als falsch gewertet.

Die Daten wurden mittels SPSS®, Version 12 (SPSS Inc., Chicago, IL/USA) erfasst und ausgewertet. Die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Ergebnisse

Messung der Gewebedicke

Die durchschnittliche Dicke der Kutis war bei beiden Geschlechtern annähernd gleich (Frauen: $1,50 \pm 0,16$ mm, Männer: $1,54 \pm 0,14$ mm), die der Subkutis war mit $9,47 \pm 0,73$ mm bei den Frauen deutlich dicker als bei den Männern ($3,93 \pm 0,42$ mm). Bei den Frauen beginnt die Muskelschicht damit im Durchschnitt $10,95 \pm 0,68$ mm, bei den Männern $5,48 \pm 0,39$ mm unter der Hautoberfläche. Im Lichte dieser Ergebnisse definieren wir eine Punktionstiefe von mindestens 20 mm als sicher intramuskulär.

Wir zogen eine Grenze bei 10 und 14 mm für die Gesamtwebedicke, da die effektiven Nadellängen der handelsüblichen Autoinjektoren modellabhängig bei 10 mm (Anapen®) und 14 mm (Fastjekt®) liegen. Insgesamt 65% aller Probanden lagen unter 10 mm, mit einer sehr deutlichen Häufung bei den Männern

(95%) gegenüber den Frauen (42%). Bei über der Hälfte der weiblichen Probanden (58%) lag die Muskelschicht tiefer als 10 mm unterhalb der Hautoberfläche. Keiner der männlichen Probanden wies eine Gesamtwebedicke von über 14 mm auf. Im weiblichen Kollektiv waren es 19% der Probandinnen, entsprechend 11% des Gesamtkollektivs.

Trainingsphantom

Insgesamt 106 Punktionen wurden ausgewertet. Der Punktionsort wurde von 97,2% der Teilnehmer (n=103) in der korrekten Region gewählt. Drei Punktionen lagen proximal davon.

Die Auswertung der Punktionstiefe ergab, dass 97,2% aller Probanden (n=103) mit der von ihnen gewählten Punktionstiefe über dem definierten Grenzwert von 20 mm lagen und daher als korrekt gewertet wurden. Drei Punktionen wurden mit einer Tiefe von 20 mm oder weniger

durchgeführt. Insgesamt 26,4% der Punktionen wurden mit der maximalen Punktionstiefe von 37 mm ausgeführt. Als Erfolg konnten 95,3% (n=101) der Punktionen gewertet werden, die beide Kriterien *richtiger Punktionsort* und *richtige Punktionstiefe* erfüllten. Wurde ein Kriterium nicht erfüllt (4,7%, n=5), wurde dies mit *kein Erfolg* gewertet. In nur einem Fall wurden Ort und Tiefe falsch gewählt (■ **Abb. 5**).

Diskussion

Die anaphylaktische Reaktion ist in der zahnärztlichen Praxis zwar selten, jedoch ein potenziell lebensbedrohliches Ereignis [7, 13]. Hieraus ergibt sich eine Verpflichtung des Zahnarztes, das Risiko seiner Behandlung für den Patienten durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren. Die Basis bilden hierfür eine sorgfältige Erhebung der Anamnese und die Auswahl geeigneter Behandlungsverfahren. Weitere Maßnahmen beinhalten das Bereithalten einer adäquaten Notfallausrüstung und eine Grundkompetenz in deren Anwendung.

Adrenalin kommt in der Therapie der anaphylaktischen Reaktion die entscheidende Rolle zu [5, 25, 26]. Eine günstige Prognose, besonders bei schwerwiegenden Verläufen, kann nur durch frühzeitige Adrenalingabe erreicht werden [2, 4, 5, 24, 26]. Trotzdem wird dieses lebensrettende Medikament häufig entweder zu spät oder gar nicht angewendet [8, 9, 12]. Besonders im zahnärztlichen Bereich scheint das Legen eines i.v.-Zugangs eine Hürde darzustellen, die dieses Phänomen erklären könnte [3, 20]. Aus diesem Missstand leitet sich die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung nach der Zuverlässigkeit der i.m.-Injektion als alternativer Applikationsform für Adrenalin ab.

In unserer Untersuchung lag die Muskulatur, in die das Adrenalin im Notfall injiziert werden soll, bei 89% der Probanden nicht tiefer als 14 mm unter der Hautoberfläche. Hierbei zeigten sich deutliche Geschlechterunterschiede. So lag die Muskulatur bei den Männern im Durchschnitt knapp 5,5 mm, bei den Frauen knapp 11 mm unter der Hautoberfläche. Bezieht man die Standardabweichung mit ein, so darf man bei einer Injektionstiefe von 20 mm von einer sicheren intramuskulären Position der Nadelspitze ausgehen.

Nach kurzer theoretischer Einweisung führten 95% der Zahnärzte in einer Simulation am Trainingsphantom die Punktion mittels Einmalspritze und -kanüle korrekt, d. h. am richtigen Ort mit der richtigen Injektionstiefe durch. Im Lichte der in der Einleitung beschriebenen Probleme des notfallmedizinisch wenig erfahrenen Zahnarztes mit dem Legen eines i.v.-Zugangs sollte die den Empfehlungen des ERC entsprechende i.m.-Gabe von 0,5 mg Adrenalin im Stadium II der Anaphylaxie in den notfallmedizinischen Schulungen für Zahnärzte und deren Teams als Standard verankert werden.

Im Hinblick auf eine weitere Vereinfachung der i.m.-Injektion stellen die Autoinjektoren (Pen) mit vordosierter Adrenalinmenge und automatisiertem Injektionsvorgang für den seltenen Einsatz theoretisch eine Alternative für die Notfalleinrichtung dar. Die Frage nach der Injektionstiefe und damit der Zuverlässigkeit einer i.m.-Injektion wurde an je einem US-amerikanischen Kinder- und Erwachsenenkollektiv untersucht.

Stecher et al. [29] untersuchten in einem Kinderkollektiv mittels Ultraschall die Zuverlässigkeit der auf dem US-Markt erhältlichen Modelle EpiPen® und EpiPenJr® (Meridian Medical Technologies Inc., Columbia, MD/USA). Insgesamt 12% der Kinder mit einem Körpergewicht <30 kg würden mit dem für ihre Gewichtsklasse empfohlenen EpiPenJr® keine i.m.-Injektion erhalten. In der Gruppe der über 30 kg schweren Kinder (EpiPen®) waren es sogar 30%.

Song et al. [28] bestimmten in einem Erwachsenenkollektiv die Gesamtdicke von Kutis und Subkutis im Bereich des M. vastus lateralis mittels Computertomographie, um die Zuverlässigkeit des Autoinjektionsgerätes EpiPen® zu überprüfen. Hier wurde ein Grenzwert von 14,3 mm für das Erreichen einer i.m.-Injektion angesetzt. Auch hier wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern festgestellt. Während im männlichen Kollektiv lediglich 2% eine Gesamtdicke beider Gewebeschichten von mehr als 14,3 mm aufwiesen, waren dies im weiblichen Kollektiv 42%.

In Übereinstimmung mit der Literatur bestätigen unsere Ergebnisse die Vermutung, dass mit auf dem Markt erhält-

lichen Autoinjektionssystemen zwar bei den meisten Männern eine intramuskuläre Injektion erreicht werden kann, nicht jedoch bei einem Großteil der Frauen. Der Anteil der Frauen, bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit keine i.m.-Injektion erreicht werden kann, liegt, abhängig vom jeweils verwendeten System, zwischen 42 und 58%.

Eine methodische Schwäche unserer Untersuchung besteht darin, dass die alleinige Messung der Hautdicke, besonders im Grenzbereich von 10 bzw. 14 mm, keine absolute Aussage über das Erreichen oder Nichterreichen einer i.m.-Injektion zulässt. Poland et al. [19] definierten in ihrer Studie eine i.m.-Injektion in den M. deltoideus ab einer Penetration des Muskelgewebes von 5 mm oder mehr. Bei einer Übertragung dieses Wertes auf unsere Fragestellung ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Zahl der Patienten, bei denen eine i.m.-Injektion mit dem von uns verwendeten Autoinjektionsgerät nicht erreicht werden könnte, noch über dem von uns ermittelten Wert liegt. Bisher liegt allerdings noch keine Untersuchung dazu vor, mit welcher Penetrationstiefe des M. vastus lateralis die gewünschten pharmakologischen Eigenschaften für Adrenalin erzielt werden können. Somit ist unklar, ob der für die minimale Penetrationstiefe des Muskelgewebes im Bereich des M. deltoideus von Poland für die Injektion von Impfstoffen geforderte Wert von 5 mm ohne Weiteres auf die Injektion von Adrenalin im Bereich des M. vastus lateralis übertragbar ist. Weitergehende Untersuchungen, die die Injektion eines schallreichen Mediums beinhalten, könnten im jeweiligen Einzelfall eine genaue Aussage über die Lokalisation des injizierten Depots ermöglichen. Darüber hinaus müsste der Frage nachgegangen werden, in welchem Bezug das Adrenalindepot zum Muskelgewebe liegen muss, um die pharmakologischen Eigenschaften zu erreichen, die für eine Adrenalininjektion in den M. vastus lateralis nachgewiesen wurden [10, 11].

Somit kann die Verwendung eines Autoinjektors durch Ärzte oder Zahnärzte zur Adrenalinapplikation aufgrund der hohen Unzuverlässigkeit nicht empfohlen werden.

In unserer Untersuchung zeigen wir, dass es sich bei der konventionellen i.m.-Injektion in den M. vastus lateralis durch Zahnärzte um eine einfache Methode mit hoher Erfolgsquote handelt. Daher sollte dieser Technik im zahnärztlichen Bereich der Vorzug gegeben werden.

Fazit für die Praxis

Die konventionelle Punktion des M. vastus lateralis ist eine leicht zu erlernende Technik mit hoher Erfolgsquote, die bei einer Punktionstiefe von mindestens 20 mm eine sichere i.m.-Injektion bei den meisten Erwachsenen erlaubt. Diese Technik sollte daher als Applikationsform für Adrenalin bei Anaphylaxie für notfallmedizinisch Unerfahrene bevorzugt werden. Die Länge der Injektionsnadel handelsüblicher Autoinjektoren (Anapen®, Fastjekt®) erscheint nicht ausreichend für einen Großteil der Erwachsenen. Adrenalin kann auch vom notfallmedizinisch Unerfahrenen einfach mittels Einmalspritze und -kanüle mit hoher Sicherheit in den seitlichen Oberschenkel injiziert werden. Diesem Aspekt sollte im Rahmen von Notfallkursen Rechnung getragen werden.

Korrespondenzadresse

Dr. T. H. Schneider

St. Josefs-Hospital Wiesbaden GmbH,
Stabsstelle Qualitätsmanagement
Beethovenstr. 20, 65189 Wiesbaden
Deutschland
tschneider@joho.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Anchor J, Settippa RA (2004) Appropriate use of epinephrine in anaphylaxis. *Am J Emerg Med* 22:488–490
- Andrew PC, McLean-Tookey, Bethune CA, Fay AC (2003) Adrenaline in the treatment of anaphylaxis: what is the evidence? *Br Med J* 327:1332–1335
- Atherton GJ, McCaul JA, Williams SA (1999c) Medical emergencies in general dental practice in Great Britain Part 3: perceptions of training and competence of GPs in their management. *Br Dent J* 186:234–237
- Bautista E, Simons FE, Simons KJ et al (2002) Epinephrine fails to hasten hemodynamic recovery in fully developed canine anaphylactic shock. *Int Arch Allergy Immunol* 128:151–164
- Brown SGA, Blackman KE, Stenlake V, Heddle RJ (2004) Insect-sting anaphylaxis; prospective evaluation of treatment with intravenous adrenaline and volume Resuscitation. *Emerg Med J* 21:149–154
- Cammarota T, Pinto F, Magliaro A, Sarno A (1998) Current uses of diagnostic high-frequency US in dermatology. *Eur J Radiol* 27:215–223
- Chapman PJ (1997) Medical emergencies in dental practice and choice of emergency drugs and equipment: A survey of Australian dentists. *Aust Dent J* 42:103–108
- Clark S, Long AA, Gaeta TJ, Camargo CA (2005) Multicenter study of emergency department visits for insect sting allergies. *J Allergy Clin Immunol* 116:643–649
- Douglass JA, O'Hehir RE (2003) Intramuscular adrenaline is safe. *Br Med J* 327:226–227
- Estelle F, Simons R, Roberts JR et al (1998) Epinephrine absorption in children with a history of anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol* 101:33–37
- Estelle F, Simons R, Gu X, Simons KJ (2001b) Epinephrine absorption in adults: Intramuscular versus subcutaneous Injection. *J Allergy Clin Immunol* 108:871–873
- Ferreira MB, Alves RR (2006) Are general practitioners alert to anaphylaxis diagnosis and treatment? *J Allergy Clin Immunol* 38:83–86
- Girdler NM, Smith DG (1999) Prevalence of emergency events in British dental practice and emergency management skills of British dentists. *Resuscitation* 41:159–167
- Gua X, Estelle F, Simons R, Simons KJ (1999) Epinephrine absorption after different routes of administration in an animal model. *Biopharm Drug Dispos* 20:401–405
- Hussain I, Matthews RW, Scully C (1992) Cardiopulmonary resuscitation skills of dental personal. *Br Dent J* 173:173–174
- Macpherson LDM, Binnie VI (1996) A survey of general anaesthesia, sedation and resuscitation in general dental practice. *Br Dent J* 181:199–203
- Malamed SF (2000) Medical emergencies in the dental office, 5. Aufl. Mosby, Inc, St. Louis, Missouri
- Nolan J, Baskett P (2005) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. *Resuscitation* 67:151–155
- Poland GA, Borrud A, Jacobson RM et al (1997) Determination of deltoid fat pad thickness. Implications for needle length in adult immunization. *J Am Med Assoc* 277:1709–1711
- Pumphrey RSH (2000) Lessons for management of anaphylaxis from a study of fatal reactions. *Clin Exp Allergy* 30:1144–1150
- Resuscitation Council (UK) (2006) Medical emergencies and resuscitation standards for clinical practice and training for dental practitioners and dental care professionals in general dental practice. A statement from the Resuscitation Council. URL: <http://www.resus.org.uk/pages/MEdental.pdf>
- Ring J et al (2007) Akuttherapie anaphylaktischer Reaktionen, AWMF-Leitlinien-Register, Nr.061/025; *Allergo J* 16:420–34; URL: <http://leitlinien.net/>
- Rippon MG, Springett K, Walmsley R et al (1998) Ultrasound assessment of skin and wound tissue: comparison with histology. *Skin Res Technol* 4:147–154
- Sampson HA, Mendelson L, Rosen JP (1992) Fatal and near-fatal anaphylactic reactions to food in children and adolescents. *N Engl J Med* 327:380–384
- Sampson HA, Munoz-Furlong A, Bock et al (2005) Symposium on the definition and management of anaphylaxis: summary report. *J Allergy Clin Immunol* 115:584–591
- Sicherer SH, Estelle F, Simons R (2007) Self-injectable epinephrine for first-aid management of anaphylaxis. *Pediatrics* 119:638–646
- Simons FER, Gu X, Johnston LM, Simons KJ (2000) Can epinephrine inhalations be substituted for epinephrine injection in children at risk for systemic anaphylaxis? *Pediatrics* 106:1040–1044
- Song TT, Michael R, Chowdhury T (2005) Adequacy of the epinephrine autoinjector needle length in delivering epinephrine to the intramuscular tissues. *Ann Allergy Asthma Immunol* 94:539–542
- Stecher D, Bulloch B, Sales J et al (2009) Epinephrine auto-injectors: Is needle length adequate for delivery of epinephrine intramuscularly? *Pediatrics* 124:65–70
- Webb LM, Lieberman P (2006) Anaphylaxis: a review of 601 cases. *Ann Allergy Asthma Immunol* 97:39–43