

## 9 Lokalanästhetikum-Intoxikation

Martin Bergold, Daniel Gill-Schuster, Lars Holzer

Der im Oberkiefer zahnlose Herr G. (47 Jahre, 178 cm, 146 kg) benötigt einen festsitzenden Zahnersatz. In der heutigen Sitzung in einer Mund-Kiefer-Gesichts-Tagesklinik sind daher 8 Implantate

mit beidseitigem Sinuslift geplant. Die Anästhesie wird mit Articain (Adrenalin-Zusatz 1:100 000) durchgeführt.

### Articain

Articain ist ein lang wirkendes Lokalanästhetikum vom Aminoamid-Typ ( $pK_a^{25^\circ C}$  7,8, 95 % Plasmaprotein-Bindung, systemische Toxizität in Bezug zu Procain: 1,5) ([99], [370]). Der beim Lidocain vorhandene Anilinrest wurde beim Articain durch einen Thiophenring ersetzt. Außerdem enthält es eine

Karbonestergruppe, die durch Hydrolyse zu freier Karbonsäure inaktiviert wird. Der Abbau findet neben dieser plasmaesteraseabhängigen Inaktivierung in der Leber durch Metabolisierung statt [99]. In der dentalen Lokalanästhesie hat Articain in Europa mit 50–60 % den höchsten Marktanteil ([98], [99]).

Über die lange Behandlungszeit – sie beträgt geplant ca. 3,5 Stunden – injiziert der Operateur in der Summe 700 mg Articain 4% (= 17,5 ml) unter ständiger Aspirationskontrolle.

Nach 2 Stunden Behandlungszeit klagt der Patient plötzlich über Herzrasen, Schwindel, Übelkeit und Angstgefühle, sein Poloshirt ist schweißsdurchnässt. Sein Kiefer sei auch „komisch taub“. Der Operateur stellt sofort die Behandlung ein und überprüft die Vitalparameter des Patienten. Der Patient ist tachykard (140/min regelmäßig) und hypoton (80/50 mmHg). Er übergibt sich kurze Zeit später und wirkt auch zunehmend somnolent. Der Operateur lässt mit dem Verdacht der Lokalanästhetika-Intoxikation unmittelbar den Rettungsdienst alarmieren.

### Tagesdosis Articain

Die maximale Tagesdosis von Articain mit Adrenalinzusatz wird in der Fachliteratur mit 7 mg/kg Körpergewicht angegeben, höchstens jedoch 700–800 mg [291].

### Toxizität von Lokalanästhetika

Die Inzidenz der schwerwiegenden systemischen Toxizität von Lokalanästhetika wird in der Literatur mit 0,05 % beschrieben und betrifft meist zunächst das ZNS, gefolgt von Symptomen des Herz-Kreislauf-Systems ([188], [304]). Dabei sind folgende Symptome am häufigsten beschrieben:

- Unruhe
- Übelkeit
- Müdigkeit
- periorale Taubheit
- Geschmacksirritationen
- Schwindel
- Doppelbilder

Weiterhin kann es auch zu einem generalisierten Krampfanfall mit Bewusstlosigkeit bis hin zum Ko-

ma kommen ([99], [304], [370]). Die Reihenfolge dieser ZNS-Symptome wird in der Literatur in vier Stadien (Prodromalstadium, präkonvulsives und konvulsives Stadium, Stadium der ZNS-Depression) eingeteilt, die jedoch nicht zwangsläufig nacheinander durchlaufen werden müssen [304]. Kardiozirkulatorisch wirken sich die Lokalanästhetika vor allem auf die Erregungsbildung und -weiterleitung sowie auf die Inotropie aus. Sie blockieren die intrazelluläre ATP-Bildung auf mitochondrialer Ebene durch Hemmung der oxidativen Phosphorylierung. Dieser Vorgang ist von der Lipophilie des Lokalanästhetikums abhängig. Je lipophiler das Lokalanästhetikum, desto größer ist die Ausprägung der Hemmung der oxidativen Phosphorylierung ([304], [370]). Die so erreichte ATP-Synthesehemmung

führt zu der negativen Inotropie. Weiterhin können Lokalanästhetika eine ausgeprägte Sympathikolyse durch Blockade von autonomen Gefäß- und kardialen Nervenfasern bewirken. So treten sowohl Herzrhythmusstörungen (Sinusbradykardie, QRS-Verbreiterung, PQ-Intervallverlängerung sowie ventri-

kuläre Tachykardien, Kammerflimmern und Asystolie) als auch krisenhafte Blutdruckabfälle bei bis zu 40% der Patienten auf. In manchen Literaturquellen wird auch eine direkte vasodilatatorische Wirkung von Lokalanästhetika (außer bei Kokain und Ropivacain) beschrieben [68].

Der Rettungsdienst trifft ca. 10 Minuten nach dem Notruf an der Einsatzstelle ein. Der Zahnarzt macht eine kurze Übergabe an Dr. C., der heute einen Notarztdienst übernommen hat und erwähnt dabei, dass Herr G. kurz vor Eintreffen für eine halbe Minute generalisiert gekrampft habe. Dr. C. und das Rettungsdienst-Team finden mittlerweile einen bewusstlosen Patienten vor (RR 70/50 mmHg,

HF 45/min, ventrikuläre Extrasystolen > 12/min, SpO<sub>2</sub> 85%). Nach wenigen Minuten wird der Patient im Beisein von allen Beteiligten reanimationspflichtig. Im EKG fällt dabei ein Kammerflimmern auf. Der Patient wird nach ERC-Richtlinien reanimiert und Dr. C. intubiert den Patienten problemlos zur Sicherung des Atemwegs.

## Azidose

Bei einer systemischen Toxizität von Lokalanästhetika kommt es häufig zu einer respiratorischen Azidose. Die zunehmende Hypoxie kann zusätzlich zu einer intrazellulären metabolischen Azidose führen. Diese metabolische Azidose führt durch die pH-Veränderung zu einer drastisch reduzierten Plasmaprotein-Bindungs-fähigkeit. Die daraus resultierende Konzentrationserhöhung der freien Lokalanästhetikamoleküle führt wiederum zu einer erleichterten Diffusion dieser Moleküle in gut durchblutete Organe wie Gehirn und Herz [68]. Eine eventuelle Hyper-

kapnie kann die Anreicherung der Moleküle im Gehirn durch den erhöhten zerebralen Blutfluss bewirken. Durch die intrazelluläre metabolische Azidose wird das Lokalanästhetikum durch Protonierung in die aktive Form umgewandelt und die toxische Wirkung gesteigert ([304], [479]). Eine frühzeitige Sicherstellung der Oxygenierung und ggf. eine Atemwegssicherung zur Verhinderung einer Hypoxie und der daraus resultierenden respiratorisch-metabolischen Azidose ist bei systemischer Intoxikation daher unumgänglich.

Herr G. wird seit nunmehr 34 Minuten reanimiert. Dr. C. entschließt sich, den Patienten aufgrund der Genese des Kreislaufstillstands unter Reanimationsbedingungen in ein nahegelegenes Krankenhaus der Maximalversorgung zu transportieren.

Dort angekommen, wird der Patient unmittelbar auf die interdisziplinäre Intensivstation verlegt. Das bereits über den Hergang unterrichtete Personal appliziert dem Patienten 230 ml einer 20%igen Lipidemulsion.

## Lipidemulsionen

Die Pharmakodynamik der Lipidemulsionen in Bezug auf die Aufhebung von Lokalanästhetika-Intoxikation ist zurzeit nicht geklärt. Es werden sowohl eine Reaktivierung der Fettsäureoxidation, die durch die Lokalanästhetika inhibiert wird (sog. Fat-Rush-Theorie), als auch die erhöhte Bindung von lipophilen Lokalanästhetika aus dem Plasma (sog. Lipid-Sink-Theorie) diskutiert ([315], [453]). In mehreren Tierversuchen an größeren Säugetieren konnte gezeigt werden, dass bei lipidvorbehandelten Hunden die Schwellendosis von Bupivacain zur Her-

beiführung einer Asystolie um ein vielfaches gesteigert und eine bupivacainbedingte Asystolie nach Gabe von Lipidemulsion ohne Vorbehandlung in allen Fällen erfolgreich behandelt werden konnte [452]. Studien dieser Art existieren bei Menschen nicht. Jedoch finden sich in der Literatur zahlreiche Fallberichte zur Behandlung systemischer Lokalanästhetika-Intoxikationen bei Menschen. Diese in der Literatur als „LipidRescue“ bezeichnete Verfahrensweise wurde vom Arbeitskreis Regionalanästhesie der DGAI 2009 als Empfehlung publiziert [429].

Hierbei wird zunächst die Sicherstellung der Oxygenierung zur Vermeidung von Hypoxie und metabolischer Azidose empfohlen, gefolgt von der Therapie des Krampfanfalls und der Stabilisierung der Kreislaufsituation durch antiarrhythmische Therapie oder ggf. leitliniengerechte Reanimation. Führt dies nicht zum Erfolg, sollte unter laufender Reanimation ein Lipidbolus mit 20%iger Lipidemulsion (1,5 ml/kg KG) gefolgt von einer kontinuierlichen In-

fusion von 0,1 ml/kg KG/min über 30 min oder 0,5 ml/kg KG/min über 10 min erfolgen [429].

Eine Empfehlung zur Dauer einer bereits begonnenen und fortgeführten Herz-Lungen-Wiederbelebung (CPR) nach Lipidgabe ist in der aktuellen Literatur nicht angegeben. Einig sind sich die Autoren der Arbeiten jedoch, dass man durchaus damit rechnen sollte, die CPR für eine „längere Zeit“ fortzuführen ([304], [429]).

Nach weiteren 20 Minuten Reanimation kann die spontane Kreislaufstabilität bei Herrn G. erreicht werden. In dem im Anschluss durchgeführten TEE kann eine regelrechte systolische und diastolische Funktion erfasst werden. Im Folgenden wird der Patient leitliniengerecht für ca. 12 Stunden gekühlt. Die bei Aufnahme durch eine arterielle BGA erfasste, kombinierte metabolische und respiratorische Azidose bildet sich in den folgenden 48

Stunden fast vollständig zurück, sodass der Patient nach 5 Tagen ohne neurologische Defizite von der Intensivstation auf die Normalstation verlegt werden kann. Aktuell wartet Herr G. auf die Verlegung in eine Reha-Klinik. Er entschließt sich, zukünftige zahnärztliche Behandlungen nur noch in Vollnarkose vornehmen zu lassen, möchte aber diesbezüglich noch gerne einen Anästhesisten konsultieren.



Abb. 9.1



## Fazit

- Articain wird in der dentalen Lokalanästhesie deutschlandweit am häufigsten verwendet.
- Auch ohne direkte intravasale Injektion kann ein Lokalanästhetikum über eine Depotwirkung zu einer systemischen Intoxikation führen.
- Schwerwiegende, systemische Intoxikationen haben eine niedrige Inzidenz, sind jedoch potenziell letal.
- Eine Lokalanästhetika-Intoxikation kann zu einer negativen Inotropie und Sympathikolyse mit deren Folgen führen.
- Der strukturierte Behandlungsalgorithmus im Sinne von LipidRescue bei systemischer Lokalanästhetika-Intoxikation muss etabliert werden [429].

## 10 Regionalanästhesie bei Unterarm-Fraktur

Daniel Gill-Schuster, Martin Bergold, Lars Holzer

Dr. T. sitzt in der Traumatologie und freut sich über die ersten Narkosen, die er gemacht hat. Alles läuft super, die Patienten schlafen und wachen auch wieder auf. Er weiß, dass Anästhesie das richtige Fach für ihn ist. Er wirft einen Blick auf den OP-Plan und sieht, dass die nächste OP eine distale Unterarm-Fraktur ist. Was steht da? Ich glaube, ich

werde gleich meine erste Regionalanästhesie durchführen. Er schaut sich das Narkoseprotokoll an und ihm fällt auf, dass der Patient extrem dick ist, raucht, eine schwere COPD und ein Schlaf- Apnoe-Syndrom hat. „Da macht die regionale Anästhesie Sinn“, denkt sich Dr. T. und freut sich schon darauf. Moment mal, wie war das noch gleich?

### Plexus brachialis

Die zu anästhesierende Region gehört zum Versorgungsgebiet des Plexus brachialis, der aus den ventralen Nervenwurzeln von C 5 bis Th 1 entspringt. Er teilt sich auf in einzelne Trunci und Fasciculi, aus denen die einzelnen Nerven entspringen. Er tritt aus der Tiefe durch die hinteren Skalenuslücken (zwischen M. scalenus anterior und M. scalenus medius) in Richtung Oberfläche. Die Wurzeln von C 5 und C 6 bilden zum größten Teil den Truncus superior, aus dem der für die Schulterversorgung wichtige N. suprascapularis entspringt. Die Wurzel aus C 7 bildet zum größten Teil den Truncus medius. Die

Wurzeln aus C 8 und Th 1 bilden den Truncus inferior. In Höhe der Claviculae werden die einzelnen Fascicula gebildet. Der Fasciculus lateralis entspringt hauptsächlich aus dem Truncus superior. Aus ihm entspringt später der N. musculocutaneus. Der Fasciculus posterior wird aus allen drei Trunci gebildet. Aus ihm entspringt unter anderem der N. radialis, der N. axillaris und der N. circumflexus humeri. Der mediale Faszikel wird aus dem Truncus medius und Truncus inferior gebildet, aus dem u. a. der N. medianus und der N. ulnaris entspringt [111].



Ok, die Anatomie hat er wieder drauf. Der OA kommt in die Einleitung und begrüßt Dr. T. freundlich. „Wir machen einen lateralen, sagitta-

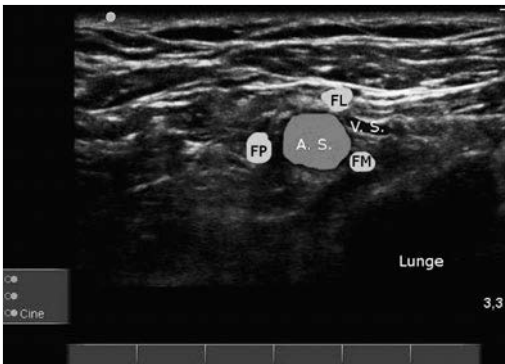
len, infraklavikulären Plexus-brachialis-Katheter. Haben Sie so etwas denn schon einmal gemacht?“

### Infraklavikulärer Plexus-brachialis-Katheter (LISK)

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Plexus brachialis im Regionalverfahren zu betäuben. Der kranialste Zugang ist der sog. interskalinäre Block bzw. Katheter, bei dem das Lokalanästhetikum in die Skalenuslücke, zwischen M. scalenus anterior und M. scalenus medius an die Trunci des Plexus brachialis injiziert wird [462]. Da hier der N. suprascapularis mit betroffen ist, dient er vorwiegend zur Anästhesie der Schulter. Im Bereich des Ober- und Unterarms werden besonders infra- und supraskapuläre Zugänge gewählt. Hier wird der Plexus in Höhe der Fascicula anästhesiert ([206],

[292]). Des Weiteren ist es möglich, einen Zugang von axillär zum Plexus zu wählen. Hierbei verlaufen die zu anästhesierenden Nn. radialis, ulnaris und medianus um die A. axillaris. Jedoch darf bei der Anästhesie den N. musculocutaneus nicht vergessen werden. Er verlässt in der Achselhöhle in Höhe des Proc. coracoideus den Fasciculus lateralis und verläuft zwischen dem M. biceps brachii und M. brachialis. Er innerviert die Beuger des Ellenbogengelenks motorisch sowie die Ellenbogengelenkkapsel und dorsale und volare Anteile an der radialen Seite des Unterarms sensibel [58] (► Abb. 10.1).





**Abb. 10.1** Anatomie im Ultraschall in Höhe des linken Akromion: Fasciculus lateralis (FL), Fasciculus medialis (FM), Fasciculus posterior (FP), A. subclavia (A.S.), komprimierte V. subclavia (V.S.).

Dr. T. bereitet die Katheteranlage am OP-Tag unter sterilen Bedingungen vor. Der Patient bekommt eine Lokalanästhesie mit Mepivacain 1 % und die Haut wird desinfiziert. Die Strukturen sind im sonografischen Bild trotz Adipositas gut einstellbar.

## Katheteranlage

Die nervale und die sonografische Katheteranlage bedürfen genauer anatomischer Kenntnisse. Die sonografische Anlage hat Vorteile durch die genaue Visualisierung der nervalen Strukturen und der verminderten Menge der applizierten Lokalanästhetika [4]. Jedoch ist nach der Handlungsempfehlung zur Nervenlokalisierung in der peripheren Regionalanästhesie der DGAI festzustellen, dass auch die alleinige elektrische Nervenstimulationstechnik ohne parallelen Einsatz des Ultraschalls nicht gegen die Regel der „Good Clinical Practice“ verstößt [397]. Der postoperative Schmerzmittelbedarf bei beiden Verfahren ist gleich [133].

Kurz vor der Punktion fällt plötzlich das Sono-Gerät aus. Dr. T. fängt an zu schwitzen. Der OA bleibt ganz entspannt und macht den Vorschlag, den Katheter mittels Nervenstimulation zu legen. Der Nervenstimulator wird aus der Gerätekammer geholt, mit neuen Batterien bestückt und angeschlossen.

## Punktion

Bei der axialen Plexusblockade wird der Arm im Schultergelenk abduziert. Der Unterarm steht in Supinationsstellung. Nach Desinfektion wird unter sterilen Bedingungen der ventral liegende M. coracobrachialis identifiziert und die A. brachialis möglichst weit in der Axilla aufgesucht. Die Punktionsstelle liegt unmittelbar ventral der A. axillaris möglichst hoch in der Axilla. Die Punktionsnadel wird in einem Winkel von ca. 20–30° eingeführt. Nach Einstellung des Nervenstimulators wird die Nadel unter kontinuierlicher Aspiration tangential und unterhalb der Arterie vorgeschoben, bis ein klassischer Widerstandsverlust eintritt, der den Durchtritt durch die Gefäß-Nerven-Scheide signalisiert. Nach Auslösen

der charakteristischen Finger- und Handkontraktionen (Flexion der Digni III, IV und V, Ulnarflexion (N. ulnaris), Pronation des Unterarms und Abspreizen des Daumens, Beugung von Digni II und III (N. medianus) und selten Streckung des Handgelenks und Ellbogens (N. radialis)) wird die Reizstromstärke reduziert, bis nur noch ganz leichte Muskelkontraktionen zu erkennen sind. Dann wird das Lokalanästhetikum, z. B. Prilocain 1 % (Richtwert 0,7 ml/kg KG, max. 60 ml eines kurz wirksamen Lokalanästhetikums), injiziert [71]. Nach Injektion kann zur postoperativen Schmerztherapie oder zur intraoperativen Aufrechterhaltung der Anästhesie ein Katheter angelegt werden.

## Merke

Je höher das injizierte Volumen des Lokalanästhetikums, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass der N. musculocutaneus und der N. radialis mit anästhesiert werden [427].

Alles läuft ohne Komplikationen. Dr. T. legt den Katheter zusammen mit dem OA *lege artis* und *loco typico*. Der OP-Manager stürmt in die Einleitung, zeigt auf seine übergroße Armbanduhr und gibt zu bedenken, dass für diesen Saal heute noch 6 OPs anstehen. Also wird der Patient nach der Injektion schnell in den Saal gefahren. Die OP beginnt 10 Minuten später. Ein erster Schnitt durch den Chirurgen – der Patient schreit auf!

Nach weiteren 10 Minuten ist der Patient schmerzfrei und der Arm ist taub. Die Osteosynthese verläuft ohne Komplikation. Der Patient ist kreislaufstabil und zeigt einen stabilen Sinusrhythmus im EKG. Beiläufig fragt er den Anästhesisten, wann denn dieser metallische Geschmack auf der Zunge, den er seit der Injektion habe, weggehe.

Dr. T. beobachtet den Patienten während der Narkose genau. Das EKG ist stabil und innerhalb 1 Stunde ist der Patient wieder beschwerdefrei. Die Operation läuft komplikationslos.

### Wirkung der Regionalanästhesie

Die volle Wirkung ist erst nach ca. 20 Minuten erreicht. Diese Zeit ist bis zum ersten Hautschnitt abzuwarten. Dazwischen können die Motorik, Sensorik und Durchblutung getestet werden, um sich vom Erfolg zu überzeugen.

### Zentrale Wirkung des Lokalanästhetikums

Bei Anlage des Katheters ist nicht auszuschließen, dass Teile des Lokalanästhetikums in die Blutbahn gelangen und daraufhin zentral wirken. Taubheit von Zunge und Mund sowie ein evtl. metallischer Geschmack sind die ersten Symptome einer zentralen Wirkung des Lokalanästhetikums. Es folgen Vigilanzstörung, Verwirrtheit, Ohrgeräusche und optische Wahrnehmungsstörungen. Der Patient beginnt als nächstes, verwaschen zu sprechen, gefolgt

von Myoklonien, Tremor und Krampfanfällen, Bewusstlosigkeit und Apnoe [378]. Schon bei Auftreten der ersten Symptome ist die Zufuhr des Lokalanästhetikums zu stoppen und der Patient zu überwachen. Zentralnervöse Komplikationen gehen den kardiozirkulatorischen Komplikationen wie negative Inotropie, Chronotropie, Bathmotropie und Dromotropie voraus.

### Merke

Schon bei Auftreten der ersten Symptome einer zentralen Wirkung ist die Zufuhr des Lokalanästhetikums zu stoppen und der Patient zu überwachen!

Die Frakturheilung ist zufriedenstellend, so dass ca. ein Jahr später das Metall in Regionalanästhesie entfernt wird. Der Patient ist extrem zufrieden und Dr. T. freut sich über seine gelungene Regionalanästhesie. Aus diesem Grund backt er für den nächsten Morgen einen leckeren Kuchen für das Team.



Abb. 10.2

### Fazit



- Gute anatomische Kenntnisse sind unabdingbar für die Katheteranlage.
- Ultraschallgestützte Anlagen bedürfen der Übung des Anwenders, brauchen jedoch weniger Lokalanästhesie und sind schneller in der Anlage und in der Anschlagszeit.
- Nach Gabe des Lokalanästhetikums ist die Zeit bis zum Wirkeintritt abzuwarten.
- Nach Gabe des Lokalanästhetikums kann es neben allergischen Reaktionen auch zu Vergiftungserscheinungen kommen.
- Alternativen sind bei Versagen der Regionalanästhesie bereit zu legen.