Die Behandlung der schweren Anaphylaxie

Friederike Bärhold, Jan Hagemann, Ludger Klimek
Zentrum für Rhinologie und Allergologie Wiesbaden

Die Anaphylaxie ist die Maximalvariante einer allergischen Sofortreaktion und stellt die schwerwiegendste und mitunter lebensbedrohliche Notfallsituation in der Allergologie dar [1, 2]. Es gibt nur wenige zuverlässige epidemiologische Studien zur Häufigkeit anaphylaktischer Reaktionen [3]. Zusammen mit der allgemeinen Zunahme allergischer Erkrankungen in der Bevölkerung haben auch anaphylaktische Reaktionen an Häufigkeit zugenommen [4, 5, 6], so z. B. von 16/100.000 Personen-Jahren 2008 auf 32/100.000 Personen-Jahren im Jahr 2014 [7]. Bei einer Gesamthäufigkeit von 42/100.000 Personen-Jahren im Zeitraum von 2001 bis 2010 wurde ein jährlicher Anstieg der Häufigkeit insgesamt um 4,3 % und bei Nahrungsmittel-induzierter Anaphylaxie um 9,8 % beobachtet [8]. Zugenommen haben insbesondere die nahrungsmittelinduzierten Anaphylaxien im Kindesalter, z. B. von 41/100.000 Notfallaufnahmen im Jahr 2007 auf 72/100.000 im Jahr 2012 [9, 10].

Nahrungsmittel, Insektengifte und Medikamente

Nahrungsmittel (z. B. Erdnüsse, Baumnüsse, Schalentiere), Insektengifte (z. B. von Honigbienen, Wespen) und Medikamente (z. B. Antibiotika, Schmerzmittel, Impfstoffe) gehören zu den häufigsten Auslösern einer Anaphylaxie [1, 2, 11]. Mögliche Anaphylaxien durch Impfstoffe wurden insbesondere in der COVID-19-Pandemie stark in der Öffentlichkeit diskutiert [12, 13, 14, 15, 16, 17]. Angesichts der zahlreichen Auslöser und der vielfältigen Möglichkeiten der Exposition im Laufe des Lebens ergeben sich Schätzungen von 0,3 bis 15 % Lebenszeitprävalenz von Anaphylaxien in der Bevölkerung, wobei allerdings auch leichtere Reaktionen wie eine exogen ausgelöste akute Urtikaria in manchen Studien eingeschlossen wurden [18, 19].

Die intramuskuläre (IM) Injektion von Adrenalin in den mittleren anterolateralen (AL) Oberschenkel ist die Behandlung der ersten Wahl bei Anaphylaxie (World Anaphylaxis Organization, WAO 2020) [1, 20, 21].

Die vordosierten Adrenalin-Autoinjektoren (AAI) sind einfach zu handhabende, selbstinjizierende Notfallgeräte, die eine prompte Adrenalinabgabe gewährleisten und somit eine lebensrettende Notfallbehandlung darstellen [2]. Sie vermeiden mögliche Dosierungsfehler (Über- oder Unterdosierung), die durch das manuelle Aufziehen von Adrenalin über eine Spritze oder das Zusammensetzen von Ampulle/Nadel/Spritze entstehen können, insbesondere im Stress einer Notfallsituation [22].

Klinische Symptomatik

Anaphylaktische Reaktionen gehen mit einer Vielzahl von Symptomen an unterschiedlichen Organen einher, die zum Teil hintereinander, zum Teil gleichzeitig – aber nicht zwangsläufig immer in gleicher Ausprägung – auftreten. Am häufigsten (80 bis 90 %) beginnen die Reaktionen mit subjektiven Allgemeinsymptomen und Hauterscheinungen, z. B. Urtikaria (62 %), Angioödem (53 %), Kribbelgefühl an Handflächen und Fußsohlen; um dann im Fortschreiten den Magen-Darm-Trakt zu erfassen mit Nausea (24 %), kolikartigen Schmerzen (16 %), Erbrechen (27 %) und Diarrhoe (5 %) [23, 24, 25, 26]. Des Weiteren sind die Atemwege betroffen mit Dyspnoe (49 %), Verengung der oberen Luftwege im Sinne eines Larynxödems oder als asthmatische Bronchokonstriktion (35 %) sowie das Herz-Kreislauf-System mit Tachykardie, Blutdruckschwankungen (42 %) bis hin zum anaphylaktischen Schock [23, 24, 25, 26].

Bei ein und demselben Patienten können Anaphylaxien in unterschiedlicher Intensität ablaufen, was in einer Einteilung in klinische Schweregrade berücksichtigt wird [27, 28].

Kurz gefasst

Schlüsselwörter: Allergie, Anaphylaxie, Adrenalin-Autoinjektoren (AAI)

Die Anaphylaxie ist die Maximalvariante einer allergischen Sofortreaktion und stellt die schwerwiegendste und mitunter lebensbedrohliche Notfallsituation in der Allergologie dar. Die intramuskuläre Injektion von Adrenalin in den mittleren anterolateralen Oberschenkel ist die Behandlung der ersten Wahl bei Anaphylaxie.

Diese Fortbildung und den Fragebogen zur kostenlosen Teilnahme finden Sie hier: **www.ni-a.de/cme**

Der WPV. Verlag fühlt sich der Regeltreue verbunden. Dementsprechend stellen die datenschutzrechtlichen Bestimmungen, die Empfehlungen und Richtlinien der Bundesärztekammer sowie die Kodizes zur Transparenz und der Offenlegung von Interessenkonflikten den verbindlichen Standard bei der Organisation, der Durchführung und der Veröffentlichung von Fortbildungsmaßnahmen dar.

Die Teilnahme ist von 18.02.2026 bis 17.02.2027 möglich.

BILD(ER): MATSABE – SHUTTERSTOCK

Pathophysiologie

Im Zentrum der Auslösephase einer Anaphylaxie stehen Mastzellen und basophile Leukozyten. Bei einer immunologischen Reaktion kommt es nach Allergenkontakt über Brückenbildung von Immunglobulin-E-Molekülen an der Zelloberfläche zur Aktivierung von Mastzellen, die zur Degranulation und Freisetzung von hochaktiven Mediatorsubstanzen führt. Die bekannteste ist das Histamin [29]. Daneben spielen Eikosanoide wie Leukotriene und Prostaglandine, aber auch Plättchen-aktivierender-Faktor (PAF) eine wichtige, zum Teil noch nicht völlig geklärte Rolle.

Neben der Aktivierung durch Antikörper gibt es auch nichtimmunologische Ursachen anaphylaktischer Reaktionen, zum Beispiel durch direkte Histaminfreisetzung oder Aktivierung des Komplement- oder Kallikrein-Kinin-Systems. Die freigesetzten Zytokine wirken sich je nach Schweregrad unterschiedlich auf die Organsysteme aus. Eine generalisierte Vasodilatation und erhöhte Gefäßpermeabilität können zum Blutdruckabfall mit großen Volumenverlusten in das Gewebe bis hin zum Schock führen. Gleichzeitig und unabhängig kann sich eine Konstriktion glatter Muskeln im Bronchialtrakt und im Gastro-Intestinal-System mit resultierendem Bronchospasmus bzw. Bauchkrämpfen entwickeln.

Für einen letalen Ausgang sind im Wesentlichen vier Pathomechanismen zu nennen [30, 31]:

- Kreislaufschock
- kardiogener Schock durch Herzversagen
- Obstruktion der oberen Luftwege (Larynxödem)
- schwerer Asthmaanfall mit Bronchokonstriktion.

Auslöser und Allergene sowie Augmentationsfaktoren

Neben der Kenntnis der häufigsten Auslöser anaphylaktischer Reaktionen (Nahrungsmittel, Insektengifte und Medikamente) ist die Beachtung sogenannter unspezifischer Summations-/Augmentationsfaktoren von Bedeutung. Diese Faktoren können in Kombination mit der Exposition gegenüber dem auslösenden Allergen eine anaphylaktische Reaktion verstärken oder erst ermöglichen.

Die wichtigsten Summations- (oder Augmentations)-Faktoren sind:

BILD(ER): MACROVECTOR – SHUTTERSTOCK

- körperliche Anstrengung
- Medikamentengabe (z. B. Azetylsalizylsäure, Beta-Blocker, ACE-Hemmer)
- akuter Infekt
- psychischer Stress
- Alkoholgenuss
- gleichzeitige Exposition gegenüber verschiedenen Allergenen.

Akutbehandlung der Anaphylaxie

Die Grundlagen der Notfallbehandlung sind in verschiedenen nationalen und internationalen Leitlinien beschrieben [20, 21, 25], so auch in der aktuellen deutschen Leitlinie von Ring et al. aus 2021 [21]. Sie richten sich nach dem Schweregrad der Reaktion und den beobachteten Hauptsymptomen und beinhalten allgemeine Maßnahmen und eine medikamentöse Therapie. Während in der deutschen Anaphylaxie-Leitlinie allgemeine Maßnahmen und die medikamentöse Therapie außerhalb der Anwendung von Adrenalin ausführlich dargestellt wurden [21], soll hier folgend die Therapie mit Adrenalin mittels der verfügbaren Adrenalin-Autoinjektoren (AAI) näher beleuchtet werden.

Adrenalin-Therapie

Adrenalin (im angelsächsischen Sprachraum auch Epinephrin genannt) ist seit über einhundert Jahren im Einsatz. Adrenalin stellt in der Anaphylaxiebehandlung die wichtigste Substanz dar, auch wenn im Sinne der evidenzbasierten Medizin placebokontrollierte, prospektive Studien fehlen und ethisch auch nicht vertretbar wären [21, 25].

Adrenalin ist eines von drei natürlichen endogenen Katecholaminen, das zusammen mit Noradrenalin im Nebennierenmark gebildet und wie Glukokortikoide bei Stress akut freigesetzt wird. Zusammen mit der Aktivierung anderer blutdrucksteigernder Systeme – z. B. Renin-Angiotensin-System – ist die endogene Freisetzung von Adrenalin vermutlich die Basis für das in einigen Fällen spontane Abklingen von Symptomen bei allergischen Allgemeinreaktionen [21]. Adrenalin bindet als Agonist an Adrenorezeptoren, die Spezifität ist aber dosisabhängig: Im niedrigen Dosisbereich überwiegen β-1- und β-2-Effekte, nur im mittleren sind die alpha- und beta-vermittelten Effekte ausgeglichen. Im höheren Dosisbereich überwiegt dagegen die alpha-vermittelte Vasokonstriktion [36]. Aufgrund dieser Wirkungen wird es auch für weitere Indikationen eingesetzt, die über die Anaphylaxiebehandlung hinausgehen, so z. B. zur Vasokonstriktion bei örtlichen Operationen zur Erzeugung von Blutleere, aber auch zur Behandlung von Postintubationsstörungen und Krupp- oder Pseudokrupp-Zuständen [21].

Die anti-anaphylaktische Wirkung von Adrenalin beruht vor allem auf Stimulation von α- und β-Adrenorezeptoren. Über die α-Adrenorezeptoren kommt es zu einer Vasokonstriktion im Bereich der präkapillären Arteriolen von Haut, Schleimhäuten und Nieren, ferner zu einer Kontraktion der glatten Muskulatur im venösen Gefäßbett, was zu einer Erhöhung des peripheren Gefäßwiderstandes und damit des Blutdrucks führt. Sekundär vermindern sich dadurch auch die durch

die erhöhte Gefäßpermeabilität entstandenen Ödeme im Gewebe. Gleichzeitig bewirkt Adrenalin über β-2-Adrenozeptoren eine Bronchodilatation sowie eine Vasodilatation, insbesondere im Bereich der Skelettmuskulatur [21].

Die Stimulation der β-Adrenozeptoren führt zu einer Steigerung der Herzfrequenz und Herzmuskelkontraktilität bei gleichzeitiger Erweiterung der Koronararterien [21]. So kommt es zu einer Steigerung des Herzminutenvolumens, allerdings bei erhöhtem Sauerstoffverbrauch. Durch die verstärkte Herzleistung steigt auch der systolische Blutdruck an. Adrenalin kann in höheren Konzentrationen sowie bei sehr schneller Anflutung (z. B. bei intravenöser Gabe) arrhythmogen wirken [21]. In hohen Konzentrationen kann die Koronargefäß-kontrahierende Wirkung der α-Adrenorezeptoren gegenüber der dilatierenden Wirkung der β-2-Adrenorezeptoren überwiegen und Anlass zur Bildung von Herzmuskelnekrosen sein [36, 37]. Über die Aktivierung von β-2-Adrenorezeptoren und Erhöhung von intrazellulärem zyklischen Adenosin-Mono-Phosphat (cAMP) kommt es zu einer Herabregulierung der Mediatorfreisetzung aus Effektorzellen [21].

Die Wirkungen von Adrenalin auf die verschiedenen Adrenorezeptoren sind nicht nur dosisabhängig, sondern werden auch durch unspezifische andere Faktoren beeinflusst, wie z. B. Alter der Patienten, Hypoxie, Azidose oder Dauer der Stimulation [36, 37, 38].

Adrenalin antagonisiert also wesentliche pathogenetische Mechanismen, die an der Entstehung und Ausprägung einer Anaphylaxie beteiligt sind [21]: nämlich Hypovolämie durch periphere Vasodilatation und Versacken von Volumen im Gewebe, Ateminsuffizienz durch Bronchokonstriktion oder Schleimhautödem im Bereich der oberen Luftwege sowie Herzversagen durch die negativ inotrope Wirkung von Mediatorsubstanzen.

Applikation von Adrenalin

Adrenalin kann über verschiedene Wege verabreicht werden [21, 39]. Die Applikationsform von Adrenalin richtet sich nach dem Schweregrad und dem Umfeld des anaphylaktischen Ereignisses. Die intravenöse Applikation – über viele Jahrzehnte als Methode der Wahl empfohlen – bleibt vorwiegend der intensivmedizinischen Situation vorbehalten [21].

Die meisten anaphylaktischen Reaktionen, ausgelöst vor allem durch Nahrungsmittel und Insektenstiche, ereignen sich außerhalb des Krankenhauses im ambulanten und häuslichen Umfeld. In dieser Situation ist die sofortige intramuskuläre Applikation von Adrenalin mithilfe eines AAI (150 bis 500 µg) die Methode der Wahl [21]. Die Injektion erfolgt in die Außenseite des Oberschenkels, in den Musculus vastus lateralis.

Bei Nichtansprechen kann die Injektion in Abhängigkeit von Wirkung und Nebenwirkungen alle 10 bis 15 Minuten wiederholt werden [21].

Pharmakokinetische Untersuchungen zeigen, dass es nach intramuskulärer Applikation sehr schnell zu ausreichend hohen Plasmaspiegeln von Adrenalin kommt.

Bislang wenig untersucht war jedoch der Einfluss der funktionalen Eigenschaften der verschiedenen AAIs hinsichtlich der Adrenalinfreisetzung und damit der systemischen Verfügbarkeit. Nachweislich kann der Verlauf einer Anaphylaxie umso positiver beeinflusst und das letale Risiko deutlich stärker gesenkt werden, je rascher die systemische Wirksamkeit einsetzt.

Die klinische Bedeutung eines AAI wird an der Fähigkeit gemessen, relevante Dosisstärken schnell abzugeben. Die Adrenalinabgabe wird wiederum von der Nadellänge, der Nadelstärke (Lumenstärke), der Aktivierungskraft des eingesetzten Systems, der Vorschubkraft des Adrenalins durch die Nadel, der Reibung des Stopfens und dem Volumen des bei der Aktivierung des Geräts freigesetzten Adrenalins bestimmt [11, 40].

BILD(ER): ANDREY_POPOV – SHUTTERSTOCK

Die Antriebskraft entscheidet über die Geschwindigkeit, mit der das Adrenalin durch die Nadel und über die Nadelspitze hinaus in das Gewebe appliziert wird. Andere Faktoren wie der Injektionswinkel, die Dicke des subkutanen Fettgewebes, die Art des Behälters (Kartusche oder Spritze) und der Verabreichungsmechanismus können die Verteilung, Exposition und Aktivität von Adrenalin bei der Verabreichung über AAI beeinflussen.

Häufig werden Bedenken geäußert wegen einer potenziellen subkutanen (SC) Adrenalinverabreichung, insbesondere bei adipösen Personen aufgrund ihres größeren Haut-Muskel-Abstands (skin-to-muscel-distance: STMD). Zwei aktuelle Studien zeigen, dass subkutane Injektionen zu geringeren maximalen Plasmakonzentrationen (Cmax) im Vergleich zu intramuskulären (IM) Injektionen führen, wodurch der Therapieerfolg gefährdet sein kann [41, 42]. Im Vergleich zu einer SC-Injektion ermöglicht die IM-Injektion sowohl mit dem Adrenalin Autoinjektor als auch mit einer manuellen Spritze eine schnellere systemische Adrenalinabgabe. In beiden Studien wurde jedoch der STMD der Probanden bei der pharmakokinetischen (PK) Bewertung nicht berücksichtigt [43, 44].

Bisher wurde der STMD einer Person vor allem berücksichtigt, um die geeignete Nadellänge für eine Injektion mittels Spritze oder AAI zu bestimmen, mit der Absicht, eine intramuskuläre Adrenalinverabreichung zu ermöglichen und eine intraossäre/periostale Injektion zu vermeiden [46]. Aktuelle Datenanalysen konnten entscheidende Faktoren für eine schnelle und optimale systemische Adrenalinabgabe identifizieren [65].

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Nadellänge und die verwendete Adrenalindosis keine absoluten Parameter sind, die eine adäquate Adrenalinzufuhr gewährleisten, insbesondere bei übergewichtigen Personen. Der Applikationsmechanismus des Geräts wurde somit für das Einbringen von Adrenalin in das richtige Gewebekompartiment (Muskel) bislang unterschätzt [49].

Alle AAIs zielen darauf ab, eine möglichst optimale Adrenalindosis in den Oberschenkelmuskel zu verabreichen, damit diese schnell systemisch verfügbar ist [60], auch wenn die zur Behandlung der Anaphylaxie erforderliche Adrenalinkonzentration bislang nicht exakt definiert werden konnte [61].

In Anbetracht des großen Einflusses, den der STMD einer Person auf die Adrenalinverabreichung hat, ist deren Beachtung zur Bestimmung der Wirksamkeit eines AAI nach Ansicht des Ausschusses für Humanarzneimittel (CHMP) der EU unerlässlich [62]. Daher wird für alle AAI, die in Europa vermarktet werden, vom jeweiligen Inhaber der Marktzulassung eine gründliche pharmakokinetische (PK)- und pharmakodynamische (PD) Profilerstellung bei Personen mit verschiedenen STMDs gefordert, um mehr Informationen zur Adrenalinabgabe, -verteilung, -exposition und physiologischen Aktivität zu erhalten, und die Auswirkungen der funktionellen Unterschiede zwischen den AAIs und des unterschiedlichen STMD bei Anaphylaxie-Patienten auf die Adrenalinabgabe besser zu verstehen [25].

Literatur beim Verlag und online

Schlussfolgerung

AAIs haben sich als Erste-Hilfe-Maßnahme zur Behandlung von Anaphylaxie bewährt. Eine aktuelle Datenanalyse konnte entscheidende Faktoren für eine schnelle und optimale systemische Adrenalinabgabe identifizieren. Vor allem der Mechanismus der Medikamentenfreisetzung und die Auslösekraft spielen eine wichtige Rolle bei der Adrenalingabe durch AAIs. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Nadellänge und höhere Adrenalindosis keine absoluten Parameter sind, um eine angemessene Adrenalinabgabe zu gewährleisten, und dass AAIs mit kürzeren Nadeln und niedrigeren Adrenalindosen in der Lage sind, eine optimale Adrenalindosis rasch systemisch abzugeben. Obwohl bisher keine genaue Dosierung für die optimal Adrenalinabgabe ermittelt werden konnte, hat sich die Gabe von 300 µg bis 600 µg Adrenalin über viele Jahre hinweg als geeignet und sicher erwiesen. Nichtsdestotrotz sind weitere Studien unerlässlich, um das richtige Dosierungsschema zur Behandlung der Anaphylaxie besser zu verstehen.

Interessenkonflikte

Finanzielle und nichtfinanzielle Interessen: FB erhielt Honorare für Beratertätigkeiten von GlaxoSmithKline GmbH & Co. KG und ist involviert in Forschungstätigkeit gesponsert durch AstraZeneca GmbH. **FB** ist Beirätin des Ärzteverbandes deutscher Allergologen e. V.
LK hat Forschungszuschüsse von folgenden Unternehmen erhalten: Allergy Therapeutics/Bencard, Großbritannien/Deutschland; ALK-Abelló, Dänemark; Allergopharma, Deutschland; Aimmune, USA; ASIT Biotech, Belgien; AstraZeneca, Schweden; Bionorica, Deutschland; BioNTech, Deutschland; Biomay, Österreich; Blueprint, USA; Boehringer Ingelheim, Deutschland; Celltrion, Südkorea; Circassia, USA; Chiesi, Italien; Cytos, Schweiz; Curalogic, Dänemark; HAL, Niederlande; Lofarma, Italien; Menarini, Italien; Viatris/Mylan, USA; Novartis, Schweiz; Leti, Spanien; ROXALL, Deutschland; GlaxoSmithKline (GSK), Großbritannien; Sanofi, Frankreich; Stallergenes, Frankreich; ThermoFisher, USA. Zudem war **LK** als Vortragender oder Berater für die oben genannten Pharmaunternehmen tätig. **LK** ist derzeit Präsident der Deutschen Gesellschaft für Allergologie (AeDA), Mitglied des Governance Committee Board sowie des HNO-Sektionsvorstands der European Academy for Allergy and Clinical Immunology (EAACI), Vizepräsident der Deutschen Akademie für Allergologie und Umweltmedizin sowie Chefredakteur des AllergoJournal und des AllergoJournal International.
JH erhielt Referentenhonorare und Vergütungen für Mitarbeit in Advisory Boards von HAL Allergy, Sanofi Genzyme D GmbH, GlaxoSmithKline (GSK) D GmbH, GSK Global und Novartis Pharma D GmbH, außerhalb der hier eingereichten Arbeit.
FB: Friederike Bärhold, LK: Ludger Klimeck, JH: Jan Hagemann.

Korrespondenzadresse
Dr. med. Friederike Bärhold
Zentrum für Rhinologie und Allergologie
Berta-Cramer-Ring 30
65205 Wiesbaden
info@allergiezentrum.org

Fragebogen auf **www.ni-a.de/cme** direkt beantworten

CME-Fragen „Die Behandlung der schweren Anaphylaxie“

(Bitte kreuzen Sie jeweils nur eine Antwort an.)

1. Welcher der folgenden Auslöser gehört zu den häufigsten Ursachen einer Anaphylaxie?

- O Erdnüsse
- O Gräserpollen
- O Tierhaare von Katzen
- O Sonnenexposition
- O Nickelkontakt

2. Welches Organ- bzw. Symptommanifestation tritt bei einer Anaphylaxie am häufigsten zu Beginn auf?

- O Nierenschmerzen
- O Hauterscheinungen wie Urtikaria
- O Sehstörungen
- O Aphasie
- O Tremor

3. Welche Aussage zur Pathophysiologie der Anaphylaxie ist falsch?

- O Mastzellen spielen eine zentrale Rolle.
- O Die Freisetzung von Histamin ist ein wesentlicher Mechanismus.
- O Leukotriene und Prostaglandine sind wichtige Mediatoren.
- O Die Reaktion kann ausschließlich immunologisch vermittelt sein.
- O Der Plättchen-aktivierende-Faktor (PAF) kann beteiligt sein.

4. Welches ist laut Leitlinien die Behandlung der ersten Wahl bei einer akuten Anaphylaxie im ambulanten Umfeld?

- O Intravenöse Adrenalingabe
- O Oral verabreichtes Antihistaminikum
- O Intramuskuläre Adrenalingabe mittels Autoinjektor
- O Systemische Kortikosteroide intravenös
- O Inhalatives Salbutamol

5. Welche Dosis wird typischerweise mittels AAI im Notfall bei Erwachsenen appliziert?

- O 25–50 µg
- O 75–100 µg
- O 150–200 µg
- O 300–600 µg
- O 1 mg

6. Welche der folgenden Aussagen zu Augmentationsfaktoren ist falsch?

- O Körperliche Anstrengung kann anaphylaktische Reaktionen begünstigen.
- O Akute Infekte können die Reaktionsschwere verstärken.
- O Psychischer Stress spielt eine mögliche Rolle.
- O Alkoholgenuss ist ein potenzieller Verstärkungsfaktor.
- O Augmentationsfaktoren können allein eine Anaphylaxie auslösen.

7. Welche Wirkung von Adrenalin trägt maßgeblich zur Verbesserung einer Anaphylaxie bei?

- O Hemmung der Kortisolfreisetzung
- O Vasodilatation der Hautgefäße
- O Bronchodilatation über β2-Rezeptoren
- O Reduktion der Herzfrequenz
- O Erhöhung der Gefäßpermeabilität

8. Welches der folgenden Symptome bzw. Auswirkungen kann zum letalen Ausgang einer Anaphylaxie beitragen?

- O Hypoglykämie
- O Neurologischer Ausfall ohne Kreislaufbeteiligung
- O Larynxödem
- O Nierenversagen
- O Hepatitis

9. Welche Aussage zur Applikation eines Adrenalin-Autoinjektors (AAI) ist korrekt?

- O Die Injektion erfolgt bevorzugt subkutan im Oberarm.
- O Eine Wiederholung der Gabe ist nicht zulässig.
- O Die Injektion soll in den mittleren anterolateralen Oberschenkel erfolgen.
- O Pharmakokinetisch führt eine subkutane Injektion zu einer ebenso schnellen Bioverfügbarkeit, wie eine intramuskuläre Injektion.
- O AAIs werden nur im Krankenhaus angewendet.

10. Welche Aussage zu AAIs ist falsch?

- O Nadellänge und Dosis allein garantieren keine ausreichende Adrenalinabgabe.
- O Auch Geräte mit kürzeren Nadeln können eine schnelle systemische Verfügbarkeit erreichen.
- O Der Freisetzungsmechanismus des Geräts beeinflusst die Wirksamkeit.
- O Der Skin-to-muscle-distance (STMD) ist irrelevant für die Wirksamkeit eines AAI.
- O Adrenalin bindet als Agonist an Adrenorezeptoren, die Spezifität ist aber dosisabhängig: im niedrigen Dosisbereich überwiegen β-1 und β-2-Effekte.

Teilnahmebedingungen
Die Ärztekammer Nordrhein hat die CME-Fortbildung in diesem Heft anerkannt und bewertet die korrekte Beantwortung von mindestens 70 Prozent aller Fragen mit 3 Punkten.
Sie können online teilnehmen unter **ni-a.de/cme**.
Ihre Punkte werden direkt an den elektronischen Informationsverteiler (EIV) der Bundesärztekammer gemeldet.
E-Learning-Fortbildungen aus Deutschland sind 1:1 für das österreichische Diplom-Fortbildungsprogramm anrechenbar.

Sie können teilnehmen vom 18.02.2026 bis 17.02.2027.