

Adrenalin

Adrenalin (gebildet 1901 aus lateinisch *ad* ‚an‘ und *ren* ‚Niere‘) oder **Epinephrin** (1900 gebildet aus altgriechisch *ἐπί* *epi* ‚auf‘ und *νεφρός* *nephros* ‚Niere‘) ist ein im Nebennierenmark gebildetes Hormon, das zur Gruppe der Katecholamine gehört. Auch im Zentralnervensystem kommt Adrenalin vor, dort ist es als Neurotransmitter in adrenergen Nervenzellen vorhanden. Seine Effekte vermittelt Adrenalin über eine Aktivierung von G-Protein-gekoppelten Rezeptoren, den Adrenozeptoren. Die wirksamere Form **L-Adrenalin** kam bereits vor 1919 als **Suprarenin** (von lateinisch *supra*, ‚über‘) auf den Markt.

Einmal ins Blut ausgeschüttet, vermittelt Adrenalin eine Herzfrequenzsteigerung, einen durch Blutgefäßverengung bewirkten Blutdruckanstieg und eine Bronchiolenerweiterung. Das Hormon bewirkt zudem eine schnelle Energiebereitstellung durch Fettabbau (Lipolyse) sowie die Freisetzung und Biosynthese von Glucose. Es reguliert die Durchblutung (Zentralisierung) und die Magen-Darm-Tätigkeit (Hemmung). Als Stresshormon ist es an der „Flucht- oder Kampfreaktion (fight-or-flight response)“ beteiligt.

Inhaltsverzeichnis

Begriffsdefinition

Entdeckungsgeschichte

Biosynthese und Abbau

Biosynthese

Regulation der Biosynthese

Abbau

Wirkungen

Herz-Kreislauf-System

Glatte Muskulatur, Atmung, Magen-Darm-Trakt, Harnblase

Mobilisierung von Energiereserven

Zentralnervensystem

Sonstige Effekte

Chemie

Synthese

Stabilität

Adrenalin als Arzneistoff

Anwendungsgebiete

Notfallmedizin

Atemwegserkrankungen

Lokale Vasokonstriktion

Antidot

Nebenwirkungen

Wechselwirkungen

Dosierung

Handelsnamen nach Darreichungsform

Literatur

Weblinks

Einzelnachweise

Begriffsdefinition

Eine häufig gebrauchte Bezeichnung für Adrenalin (ursprünglich ein Markenname) ist **Epinephrin** (INN) (altgriechisch *ἐπί επί* ‚auf‘ und *νεφρός nephros* ‚Niere‘).

Adrenalin besitzt ein Stereozentrum, somit existieren zwei Enantiomere. Ist der Name „Adrenalin“ durch keinen Deskriptor näher gekennzeichnet, ist das natürlich vorkommende (R)-(-)-Adrenalin gemeint. (S)-(+)-Adrenalin hat dagegen praktisch keine Bedeutung.

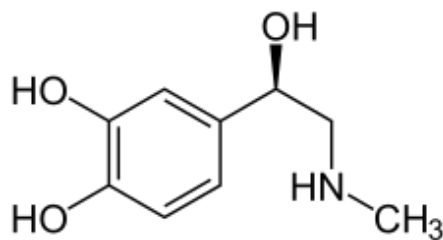
Entdeckungsgeschichte

→ Hauptartikel: Geschichte der Katecholaminforschung

Den ersten Hinweis auf eine im Nebennierenmark vorkommende und von dort in die Blutbahn freigesetzte Substanz, die sich mit Eisen(III)-chlorid anfärben ließ, fand 1856 der französische Physiologe Alfred Vulpian. Dass diese Substanz außerordentliche pharmakologische Eigenschaften besitzen musste, stellten 1893/94 der praktizierende Arzt George Oliver und der Physiologe Edward Albert Schäfer fest. Dasselbe gelang 1894 dem Krakauer Physiologen Napoleon Cybulski mit seinem Assistenten Władysław Szymonowicz. 1896 publizierte der Augenarzt William Bates seine Beobachtungen.^[5]

John Jacob Abel stellte 1897 bzw. 1900^[6] die noch unreine Substanz dar und gab ihr den Namen „Epinephrin“. Inspiriert durch seine Arbeiten isolierten Jokichi Takamine und Thomas Bell Aldrich (1861–1938) 1901 diese und ließen sie von der Firma Parke, Davis & Co. unter dem Namen „Adrenalin“ vertreiben.^[6] Obgleich Abels Epinephrin sich später als ein Artefakt der Isolierung herausstellte, wird der Name Epinephrin bis heute synonym für Adrenalin gebraucht.^{[7][8]}

Strukturformel



Strukturformel von (R)-(-)-Adrenalin

Allgemeines

<u>Freiname</u>	Epinephrin
<u>Andere Namen</u>	<ul style="list-style-type: none">(R)-(-)-AdrenalinL-Adrenalin(R)-1-(3,4-Dihydroxyphenyl)-2-(N-methylamino)ethanol(R)-4-[1-Hydroxy-2-(methylamino)ethyl]benzen-1,2-diol (IUPAC)(R)-4-(1-Hydroxy-2-(methylamino)ethyl)brenzcatechin
<u>Summenformel</u>	C ₉ H ₁₃ NO ₃
<u>Kurzbeschreibung</u>	weißer Feststoff ^[1]
Externe Identifikatoren/Datenbanken	
<u>CAS-Nummer</u>	<ul style="list-style-type: none">51-43-4 (R)-(-)-Adrenalin150-05-0 (S)-(+)-Adrenalin329-65-7 (Racemat)
<u>PubChem</u>	5816 (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5816)
<u>DrugBank</u>	DB00668 (https://www.drugbank.ca/drugs/DB00668)
<u>Wikidata</u>	Q132621
Arzneistoffangaben	
<u>ATC-Code</u>	<ul style="list-style-type: none">A01AD01 (https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=A01AD01)B02BC09 (https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=B02BC09)C01CA24 (https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=C01CA24)R01AA14 (https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=R01AA14)R03AA01 (https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=R03AA01)S01EA01 (https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=S01EA01)
<u>Wirkstoffklasse</u>	

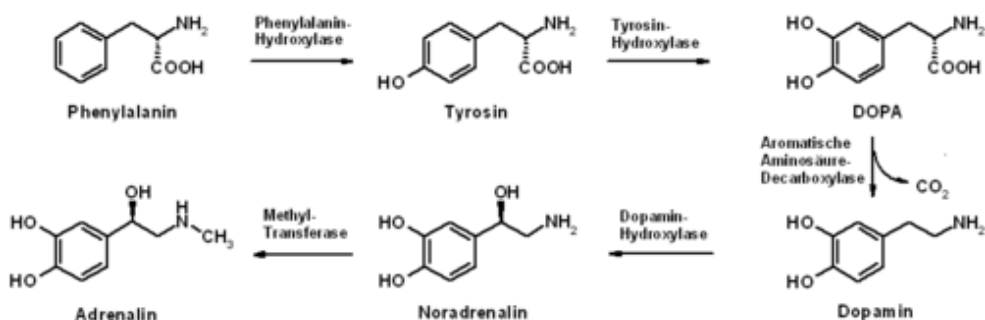
Im Jahr 1904 folgte die Aufklärung der Formel und chemische Synthese durch Stolz in Höchst.^[9] 1908 gelang Fritz Flaecher (1876–1938) die Trennung des Racemats in die beiden Enantiomere, wobei die wirksamere L-Form unter dem Namen Suprarenin auf den Markt gebracht wurde. 1919 führte Reinhard von den Velden (1880–1941) die erste intrakardiale Adrenalin-Injektion durch.^{[6][10]}

Adrenalin war das erste Hormon, das rein hergestellt und dessen Struktur bestimmt wurde. Die weitere Adrenalinforschung führte zu den beiden anderen körpereigenen Catecholaminen Noradrenalin und Dopamin.

Biosynthese und Abbau

Biosynthese

Die Biosynthese von Adrenalin geht von den α -Aminosäuren L-Tyrosin oder L-Phenylalanin aus. Diese werden zu L-DOPA hydroxyliert. Nach einer Decarboxylierung zum biologisch aktiven Dopamin erfolgt eine enantioselektive Hydroxylierung zum Noradrenalin, welches ebenfalls aus dem Nebennierenmark freigesetzt werden kann und darüber hinaus als Transmitter in sympathischen Neuronen fungiert. Die N-Methylierung von Noradrenalin liefert schließlich das Adrenalin. Die normale Konzentration von Adrenalin im Blut liegt unter 100 ng/l (etwa 500 pmol/l).



Biosynthese des Adrenalins: Ausschnitt aus dem Phenylalanin-Tyrosin-Stoffwechsel

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Neurotransmitter</u> ▪ <u>Hormon</u>
Eigenschaften	
<u>Molare Masse</u>	183,20 g·mol ⁻¹
<u>Schmelzpunkt</u>	211–212 °C ^[2]
<u>pK_s-Wert</u>	8,6 ^[2]
<u>Löslichkeit</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gut löslich in wässrigen Mineralsäuren und Alkalien^[3] ▪ unlöslich in Wasser (180 mg·l⁻¹ bei 25 °C),^[2] Chloroform, Ethanol, Diethylether, Aceton^[3]
Sicherheitshinweise	
Bitte die Befreiung von der Kennzeichnungspflicht für Arzneimittel, Medizinprodukte, Kosmetika, Lebensmittel und Futtermittel beachten	
GHS-Gefahrstoffkennzeichnung ^[4]	
Gefahr	
<u>H- und P-Sätze</u>	H: <u>301-310-331</u> P: <u>261-280-301+310-302+350-310</u> ^[4]
<u>Toxikologische Daten</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 62 mg·kg⁻¹ (LD₅₀, Ratte, transdermal)^[4] ▪ 0,10 mg·kg⁻¹ (LD₅₀, Hund, i.v.)^[2]
Soweit möglich und gebräuchlich, werden SI-Einheiten verwendet. Wenn nicht anders vermerkt, gelten die angegebenen Daten bei Standardbedingungen.	

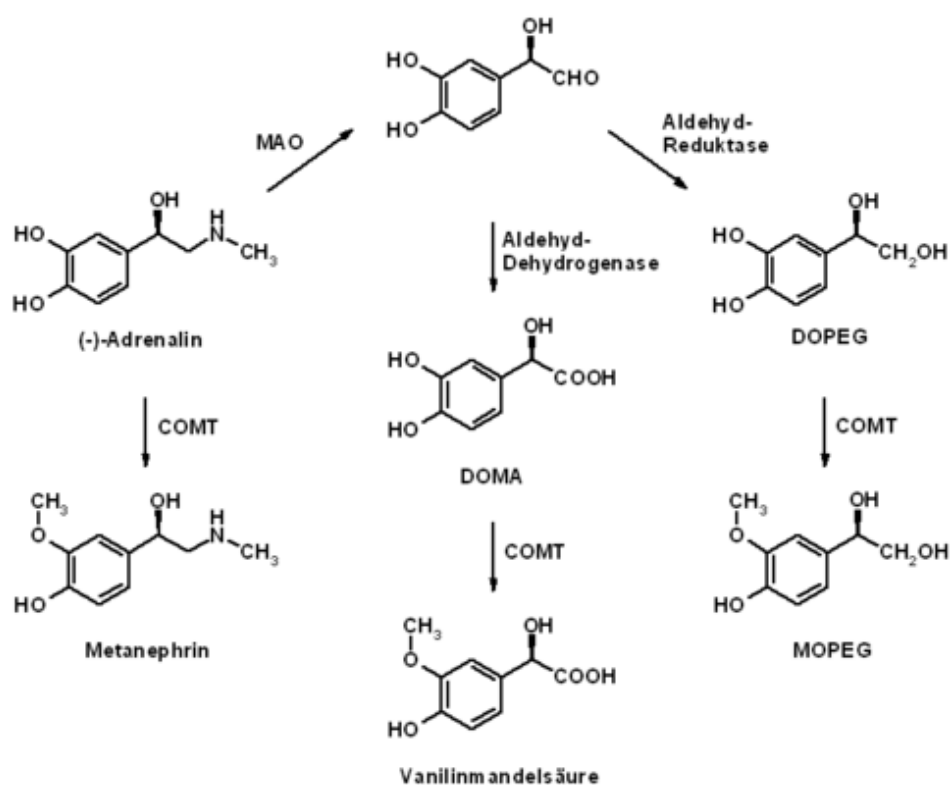
Regulation der Biosynthese

Die Biosynthese und die Freisetzung von Adrenalin kann durch nervale Reize, durch Hormone oder durch Medikamente gesteuert werden. Nervale Reizung fördert die Umwandlung von L-Tyrosin zu L-Dopa und von Dopamin zu Noradrenalin. Cortisol, das Hormon der Nebennierenrinde, fördert die nachfolgende Umwandlung von Noradrenalin zu Adrenalin.

Die Adrenalinproduktion kann auch durch einen negativen Feedback-Mechanismus reguliert werden. Ansteigende Adrenalinpiegel sind mit der L-Tyrosin-Bildung negativ rückgekoppelt, bei erhöhten Adrenalinspiegeln wird also die L-Tyrosin-Bildung gebremst.

Abbau

Adrenalin wird nach seiner Freisetzung relativ schnell wieder abgebaut. So beträgt die Plasmahalbwertszeit von Adrenalin bei intravenöser Gabe nur eine bis drei Minuten. Am Abbau von Adrenalin sind insbesondere die Enzyme Catechol-O-Methyltransferase (COMT) und Monoaminoxidase (MAO) beteiligt. Das durch O-Methylierung (COMT) gebildete primäre Abbauprodukt Metanephrin (siehe Metanephrine) besitzt bereits keine nennenswerte biologische Aktivität mehr. Durch weitere, insbesondere oxidative Stoffwechselprozesse unter Beteiligung der Monoaminoxidase ist eine Metabolisierung zu Vanillinmandelsäure und 3-Methoxy-4-hydroxyphenylethylenglykol (MOPEG) möglich. Diese Stoffwechselprodukte werden in konjugierter (z. B. als Sulfate) und unkonjugierter Form über den Urin ausgeschieden. Der zuverlässige qualitative und quantitative Nachweis aller Metabolite gelingt durch die Kopplung verschiedener chromatographischer Verfahren.^[11]



Metabolisierung des Adrenalins

Wirkungen

Adrenalin ist ein Stresshormon und schafft als solches die Voraussetzungen für die rasche Bereitstellung von Energiereserven, die in gefährlichen Situationen das Überleben sichern sollen (Kampf oder Flucht). Diese Effekte werden auf subzellularer Ebene durch Aktivierung der G-Protein-gekoppelten Adrenorezeptoren vermittelt.

Herz-Kreislauf-System

Von besonderer Wichtigkeit ist die Wirkung von Adrenalin auf das Herz-Kreislauf-System. Hierzu zählt u. a. der Anstieg des zentralen Blutvolumens, der durch Kontraktion kleiner Blutgefäße, insbesondere in der Haut und in den Nieren, über die Aktivierung von α_1 -Adrenozeptoren geschieht. Zugleich wird eine β_2 -Adrenozeptor-vermittelte Erweiterung zentraler und muskelversorgender Blutgefäße beobachtet.

Die Aktivierung von β_1 -Adrenozeptoren führt zu einer erhöhten Herzfrequenz (positiv chronotrope Wirkung), einer beschleunigten Erregungsleitung (positiv dromotrope Wirkung), einer erhöhten Kontraktilität (positiv inotrope Wirkung) und einer Senkung der Reizschwelle (positiv bathmotrope Wirkung). Diese Effekte verbessern die Herzleistung und tragen mit der Konstriktion kleiner Blutgefäße zur Erhöhung des Blutdrucks bei. Nach Vorbehandlung mit Alpha-Blockern führt Adrenalin jedoch zu einer paradoxen, therapeutisch genutzten Senkung des Blutdrucks (Adrenalinumkehr). Auch sehr niedrige Adrenalindosen ($< 0,1 \mu\text{g/kg}$) können eine leichte Senkung des Blutdrucks bewirken, die mit einer selektiven Aktivierung von β_2 -Adrenozeptoren der Blutgefäße erklärt wird.^[12]

Chronisch erhöhte Adrenalinspiegel werden mit einer Hypertrophie des Herzens in Verbindung gebracht.

Glatte Muskulatur, Atmung, Magen-Darm-Trakt, Harnblase

Neben der oben genannten Funktion auf das Herz-Kreislauf-System ist die Steigerung der Atmung und eine vorübergehende Inaktivierung nicht benötigter Prozesse, z. B. der Verdauung, im Rahmen der Stresshormonfunktion des Adrenalins von Bedeutung. Adrenalin führt über eine Aktivierung von β -Adrenozeptoren zu einer Erschlaffung der glatten Muskulatur. Dies hat beispielsweise eine Ruhigstellung des Magen-Darm-Trakts (Hemmung der Peristaltik) und eine Erweiterung der Bronchien zur Erleichterung der Atmung als Folge (β_2 -Adrenozeptoren). Ebenfalls über β_2 -Adrenozeptoren kann Adrenalin eine Relaxation des Uterus von Schwangeren bewirken. Andererseits kann Adrenalin in Organen, die vorwiegend α_1 -Adrenozeptoren exprimieren, eine Kontraktion der glatten Muskulatur vermitteln. So führt Adrenalin zu einer Kontraktion des Schließmuskels der Harnblase.

Mobilisierung von Energiereserven

Die Freisetzung von Adrenalin aus der Nebenniere führt zu einer Mobilisierung von körpereigenen Energieträgern durch Steigerung des Fettabbaus (Lipolyse). Diese Lipolyse wird durch eine β -Adrenozeptor-vermittelte (vorwiegend β_3 -Adrenozeptoren) Aktivierung der hormonsensitiven Lipase katalysiert. Ebenso führt ein Anstieg des Adrenalinspiegels zu einer Freisetzung und Neubildung von Glucose und damit zu einem Anstieg des Blutzuckerspiegels (β_2 -Adrenozeptoren). Dieser Effekt wird durch α_2 -Adrenozeptor-vermittelte Hemmung der Insulinproduktionen und die β -Adrenozeptor-vermittelte Freisetzung von Glucagon verstärkt. Im Muskel kommt es durch Adrenalin zu verstärkter Glucose-Aufnahme. Adrenalin führt ebenfalls zu einer Erhöhung des Energieumsatzes (vorwiegend β_2 -Adrenozeptoren).^[12]

Zentralnervensystem

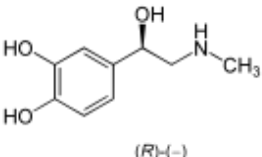
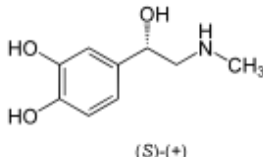
Beobachtete zentralnervöse Effekte als Stresshormon werden als reflektorisch angesehen, da in der Nebenniere gebildetes Adrenalin die Blut-Hirn-Schranke nicht passieren kann. Ungeachtet dessen konnte in einigen Neuronen des Zentralnervensystems vor Ort produziertes Adrenalin als Neurotransmitter nachgewiesen werden. Diese Neurone kommen insbesondere in der Area reticularis superficialis ventrolateralis vor. Die Funktion dieser adrenergen Neurone ist noch nicht genau bekannt, jedoch wird eine Rolle bei der zentralen Blutdruckregulation

und beim Barorezeptorreflex diskutiert.^[13] Das zentrale Nervensystem nimmt den Stressor wahr, daraufhin wird der Hypothalamus aktiv und aktiviert den Sympathicus. Dessen anregende Wirkung auf das Nebennierenmark bewirkt dessen Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin.

Sonstige Effekte

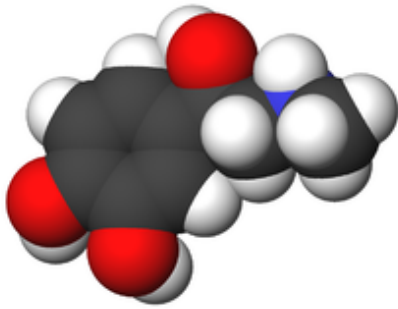
Als Folge einer Adrenalinfreisetzung oder einer lokalen Adrenalinanwendung können Schweißproduktion, Gänsehaut (pilomotorischer Reflex) und eine Pupillenerweiterung (Mydriasis) beobachtet werden. Zudem bekommt man auch einen trockenen Mund. Adrenalin ist ferner an der Blutgerinnung und Fibrinolyse beteiligt.

Chemie

Enantiomere von Adrenalin		
Name	(R)-Adrenalin	(S)-Adrenalin
Strukturformel	 (R)(-)	 (S)(+)
Andere Namen	<i>L</i> -Adrenalin (-)-Adrenalin	<i>D</i> -Adrenalin (+)-Adrenalin
	(RS)-Adrenalin DL-Adrenalin (±)-Adrenalin	
CAS-Nummer	51-43-4	150-05-0
	329-65-7 (Racemat)	
EG-Nummer	200-098-7	205-752-5
	206-347-6 (Racemat)	
ECHA-Infocard	100.000.090 (https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.090)	100.005.230 (https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.005.230)
PubChem	5816 (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5816)	247704 (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/247704)
	838 (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/838) (Racemat)	
Wikidata	Q132621	Q27074317
	Q7279006 (Racemat)	

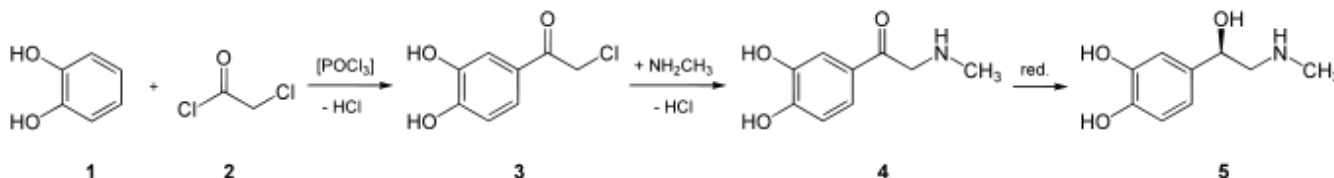
Adrenalin (chemisch: (R)-1-(3,4-Dihydroxyphenyl)-2-(N-methylamino)ethanol) gehört zur Gruppe der Katecholamine, zu der auch Noradrenalin und Dopamin zählen. Die wirksame Form (Eutomer) des Adrenalins besitzt stereochemisch eine (R)-Konfiguration [(R)-Adrenalin oder (-)-Adrenalin]. (R)-Adrenalin ist etwa 20- bis 50-mal wirksamer als (S)-Adrenalin.^[14]

Synthese



Adrenalin (Kalottenmodell)

Zur Synthese des Adrenalins sind in der Literatur^[15] mehrere Verfahren beschrieben. Das klassische Syntheseverfahren umfasst drei Schritte: Brenzkatechin (1) wird mit Chloressigsäurechlorid (2) zum 3,4-Dihydroxy- ω -chloracetophenon (3) acyliert. Die Reaktion entspricht indirekt der Friedel-Crafts-Acylierung, der bevorzugte Weg führt gleichwohl über die Ester-Zwischenstufe und schließt so eine Fries-Umlagerung mit ein. Die Aminierung des Chloracetophenons mit Methylamin ergibt das Adrenalon (4); die anschließende Reduktion liefert racemisches Adrenalin (5). Die Racematspaltung ist mit Hilfe von (2R,3R)-Weinsäure möglich.



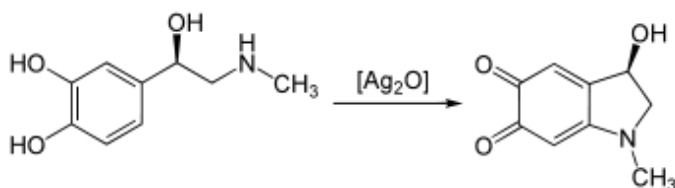
Synthese des Adrenalins (5) aus Brenzkatechin (1) und Chloressigsäurechlorid (2) (s. a. Text)

Alternativ kann man auch 3,4-Dimethoxybenzaldehyd mit Blausäure zum Cyanhydrin umsetzen, dessen Oxidation dann ein Nitriloketon liefert. Durch katalytische Reduktion entsteht ein Aminoketon, dessen schonende N-Methylierung liefert dann das sekundäre Amin. Durch Hydrolyse der Phenyletherfunktionen, Reduktion und Racematspaltung gelangt man dann zum Adrenalin.

Handelsübliche Formen des Adrenalins sind auch das Hydrogentartrat^[16] und das Hydrochlorid.^[17]

Stabilität

Wie alle Katecholamine ist Adrenalin oxidationsempfindlich. Ein Oxidationsprodukt des Adrenalins ist Adrenochrom. Für die Oxidation kann man Silber(I)-oxid (Ag₂O) verwenden. Die Oxidation des Adrenalins kann auch in wässriger Lösung durch Spuren von Eisen- und Iodidionen katalysiert werden. Antioxidanzien, wie z. B. Ascorbinsäure und Natriummetabisulfit können die Bildung von Adrenochrom verlangsamen. Die Geschwindigkeit der Oxidation ist darüber hinaus vom pH-Wert der Lösung abhängig. Als Stabilitätsoptimum gilt ein leicht saurer pH-Wert.



Adrenochromreaktion

Adrenalin als Arzneistoff

Anwendungsgebiete

In der Medizin wird Adrenalin vor allem als Notfallmedikament bei der Herz-Lungen-Wiederbelebung bei Herzstillstand und dem anaphylaktischen Schock eingesetzt. Es ist in verschiedenen Darreichungsformen erhältlich und verschreibungspflichtig.

Notfallmedizin

Für die Anwendung in der Notfallmedizin wird Adrenalin intravenös, alternativ auch intraossär oder sehr selten intrakardial verabreicht. In den aktuellen Empfehlungen des European Resuscitation Council wird die Gabe von Adrenalin bei der Reanimation als Standard empfohlen.^[18] In einer großen placebo-kontrollierten Studie konnte ein verbessertes Überleben durch Anwendung von Adrenalin bei der Reanimation außerhalb des Krankenhauses gezeigt werden, allerdings ging dies auch mit einer höheren Zahl von neurologischen Schäden einher.^[19]

Ein weiteres Hauptanwendungsgebiet von Adrenalin in der Medizin ist der Kreislaufchock, beispielsweise bei anaphylaktischen Reaktionen oder Sepsis. Die Behandlung anaphylaktischer Reaktionen und des anaphylaktischen Schocks erfolgt über eine intramuskuläre Verabreichung von Adrenalin. Sollte im akuten Schockgeschehen keine Zustandsbesserung mit der intramuskulären Gabe erfolgen, kann Adrenalin auch intravenös titriert verabreicht werden.^[20] Für Patienten mit schwerwiegenden allergischen Reaktionen in der Vergangenheit (z. B. drohende Erstickung durch Anschwellen der Stimmritze (Glottisödem)) stehen Adrenalin-Fertigspritzen zur Verfügung, die dann von dem Betroffenen nach einer Allergenexposition mit beginnender Symptomatik selbst appliziert werden können.

Für die Anwendung in der Herz-Lungen-Wiederbelebung und beim Schock stehen die den Blutkreislauf zentralisierenden Wirkungen des Adrenalins im Vordergrund. Durch eine Aktivierung von α_1 -Adrenozeptoren wird eine Konstriktion kleiner Blutgefäße in der Haut und in den Nieren erreicht, während große zentrale Blutgefäße erweitert werden. Auf diese Weise soll Adrenalin den koronaren und zerebralen Perfusionsdruck steigern.

Atemwegserkrankungen

Für die Anwendung als Zusatzmedikation bei der akuten Laryngitis subglottica („Pseudo-Krupp“) steht Adrenalin als Lösung zur Inhalation (InfectoKrupp Inhal[®]) zur Verfügung. Bis 2002 waren in Deutschland Adrenalin-haltige Inhalationspräparate auch für die Akutbehandlung des Asthma bronchiale zugelassen. Mit Inkrafttreten des FCKW-Verbots wurden diese jedoch vom Markt genommen. Die inhalative Anwendung anderer Adrenalinpräparate zur Akutbehandlung asthmatischer Beschwerden ist somit außerhalb der arzneimittelrechtlichen Zulassung und entspricht einem Off-Label-Use.

Die Anwendung des Adrenalins bei Atemwegserkrankungen basiert auf seiner bronchienrelaxierenden Wirkung, die über eine Aktivierung von β_2 -Adrenozeptoren vermittelt wird. Systemische Nebenwirkungen nach Resorption müssen jedoch in Kauf genommen werden.

Lokale Vasokonstriktion

Adrenalin kann weiterhin zur lokalen Gefäßverengung bei Blutungen eingesetzt werden. Die gefäßverengende Wirkung wird auch zum Schließen von Cuts im Boxsport verwendet. Diese vasokonstriktive Wirkung beruht auf einer Aktivierung von α_1 -Adrenozeptoren kleiner Blutgefäße in der Haut und im Muskelgewebe und ihrer darauf folgenden Verengung.

Adrenalin wird ferner als vasokonstriktiver Zusatz zu Lokalanästhetika verwendet, um deren Abtransport zu verlangsamen und damit ihre Wirkungsdauer zu verlängern.

Antidot

Adrenalin ist das Mittel der zweiten Wahl bei Betablockervergiftungen und kann eingesetzt werden, wenn kein spezifischer β -Agonist zur Verfügung steht.^[21] Für diese Notfallanwendung besteht jedoch ebenfalls keine arzneimittelrechtliche Zulassung (Off-Label-Use).

Nebenwirkungen

Die Nebenwirkungen des Adrenalins entsprechen weitgehend seinen Hauptwirkungen und sind auf dessen Bedeutung als Stresshormon zurückzuführen. Adrenalin führt zu einer Kontraktion kleiner Blutgefäße, insbesondere der Haut und der Nieren, verbunden mit einem Blutdruckanstieg und, insbesondere bei lokaler Anwendung, vereinzelt Nekrosen. Bei systemischer Anwendung stehen kardiale Nebenwirkungen, wie z. B. Herzinsuffizienz, Angina-pectoris-Anfälle, Herzinfarkt, tachykarde Herzrhythmusstörungen, bis hin zum Kammerflimmern und Herzstillstand im Vordergrund. Daher ist seine Anwendung teilweise umstritten. Die systemische Anwendung von Adrenalin kann darüber hinaus eine Erhöhung des Blutzuckerspiegels (Hyperglykämie), eine Erniedrigung des Kaliumspiegels (Hypokaliämie), eine metabolische Azidose und eine Absenkung der Magnesiumkonzentration (Hypomagnesiämie) zur Folge haben. Des Weiteren können Mydriasis, Miktionsschwierigkeiten, Speichelfluss, Schwitzen bei gleichzeitigem Kältegefühl in den Extremitäten, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel und Kopfschmerz beobachtet werden. Als psychische Nebenwirkungen durch den Einsatz von Adrenalin können Ruhelosigkeit, Nervosität, Angst, Halluzinationen, Krämpfe bis hin zu Psychosen auftreten.

Wechselwirkungen

Einige Inhalationsanästhetika, die das Herz für Katecholamine sensibilisieren, führen zu einer verstärkten Wirkung von Adrenalin am Herz und somit zu einer erhöhten Gefahr von Herzinsuffizienz, Angina-pectoris-Anfällen, Herzinfarkt und tachykarden Herzrhythmusstörungen.

Die Wirkungen und Nebenwirkungen von Adrenalin können ebenfalls durch eine Hemmung des Adrenalinabbaus oder einer vermehrten (Nor-)Adrenalinfreisetzung verstärkt werden. Dies ist insbesondere bei gleichzeitiger Anwendung von MAO-Hemmern, Levodopa, L-Thyroxin, Theophyllin, trizyklischen Antidepressiva und Reserpin zu beobachten.

Adrenalin seinerseits hemmt die blutdrucksenkende Wirkung von Alphablockern und die kardialen Effekte der Betablocker. Da Adrenalin zu einem Anstieg des Blutzuckerspiegels führt, ist die Wirkung oraler Antidiabetika herabgesetzt.

Dosierung

Adrenalin wird als Lösung intravenös verabreicht. Typischerweise ist die Konzentration in einer Ampulle 1 mg/ml (auch als Adrenalinlösung 1:1.000 oder Adrenalinlösung 0,1 %ig bezeichnet). Je nach Anwendungsgebiet ist es gebräuchlich, im Verhältnis 1:10 mit 0,9 % Natriumchloridlösung zu verdünnen (dann als Adrenalinlösung 1:10.000 oder Adrenalinlösung 0,01 %ig bezeichnet). Die Reanimationsdosis beträgt 1 mg alle 3–5 Minuten.^[22] In der Intensivmedizin und zur Behandlung eines *Low-output-Syndroms* wird bei Erwachsenen eine Dosierung von 2–20 µg/min^[23] eingesetzt.

Handelsnamen nach Darreichungsform

Ampullen (Injektionslösung)

- *Suprarenin* (D)
- *Adrenalin 1:1000 Infectopharm* (D)
- sowie Generika (A, CH)

Autoinjektoren (Injektionslösung in Fertigpen)

- *Emerade* (D)

- *EpiPen* (A, CH)
- *Fastjekt* (D)
- *Jext* (D, A, CH, NL, DK, E, I, FIN, N, SLO, S, UK)
- *Anapen* (D, A, CH) – Lincoln Medical Limited rief am 5. Juni 2012 alle noch haltbaren Chargen wegen möglicher Nichtabgabe von Adrenalin zurück.^[24]



Beispiel eines Autoinjektors (mit abgezogener Schutzkappe), wie er häufig von Allergikern als Notfallversorgung mitgeführt wird.

Inhalationslösung

- *InfectoKrupp Inhal* (D)

Literatur

- Klaus Starke: *Grundlagen der Pharmakologie des Nervensystems*. In: Wolfgang Forth, Dietrich Henschler, Walter Rummel, Ulrich Föstermann, Klaus Starke: *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. 8., völlig überarbeitete Auflage. Urban & Fischer, München u. a. 2001, ISBN 3-437-42520-X, S. 111–146.
- Serafim Guimarães, Daniel Moura: *Vascular adrenoceptors: an update*. In: *Pharmacological Reviews*, Band 53, Nr. 2, S. 319–356, PMID 11356987.
- Otto Westphal, Theodor Wieland, Heinrich Huebschmann: *Lebensregler. Von Hormonen, Vitaminen, Fermenten und anderen Wirkstoffen*. Societäts-Verlag, Frankfurt am Main 1941 (= *Frankfurter Bücher. Forschung und Leben*. Band 1), S. 17–19 (*Die Nebennieren*) und 82 f. (*Der Blutdruckregler*).

Weblinks

Wiktionary: Adrenalin – Bedeutungserklärungen, Wortherkunft, Synonyme, Übersetzungen
Commons: Adrenalin (<https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Epinephrine?uselang=de>) – Sammlung von Bildern, Videos und Audiodateien

- *Adrenaline – Molecule of the Month* (<http://www2.ccc.uni-erlangen.de/projects/ChemVis/motm/index.html>) (englisch)

Einzelnachweise

1. Datenblatt *Adrenalin* (<https://www.alfa.com/de/catalog/L04911>) bei AlfaAesar, abgerufen am 15. Dezember 2010 (PDF (<https://www.alfa.com/de/msds/?language=DE&subformat=CLP1&sku=L04911>)) (JavaScript erforderlich).
2. Eintrag zu *Adrenalin* (<https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/rn/51-43-4>) in der ChemIDplus-Datenbank der United States National Library of Medicine (NLM).
3. Eintrag zu *(R)-Adrenalin*. (<https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-01-00831>) In: *Römpp Online*. Georg Thieme Verlag, abgerufen am 1. Juni 2014.
4. Eintrag zu *Adrenalin* ([http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id&t=default.htm\\$vid=gestisdeu:sdbdeu\\$id=510500](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id&t=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$id=510500)) in der GESTIS-Stoffdatenbank des IFA, abgerufen am 10. Januar 2017 (JavaScript erforderlich).
5. William H. Bates: *The Use of Extract of Suprarenal Capsule in the Eye*. (<http://www.central-fixation.com/bates-medical-articles/use-of-extract-of-suprarenal-capsule.php>) *New York Medical Journal*, 1896, S. 647–650, abgerufen am 29. August 2018.
6. Wolf-Dieter Müller-Jahncke, Christoph Friedrich, Ulrich Meyer: *Arzneimittelgeschichte*. 2., überarb. und erw. Aufl. Wiss. Verl.-Ges, Stuttgart 2005, ISBN 978-3-8047-2113-5, S. 166.

7. John J. Abel: *Ueber den blutdruckerregenden Bestandtheil der Nebenniere, das Epinephrin*. In: *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie*. 28, 1899, S. 318–362, doi:10.1515/bchm2.1899.28.3-4.318.
8. Jeffrey K Aronson: „Where name and image meet“. – *The argument for „adrenaline“*. In: *British Medical Journal*, Band 320, 2000, S. 506–509, PMID 10678871, doi:10.1136/bmj.320.7233.506.
9. Friedrich Stolz: *Ueber Adrenalin und Alkylaminoacetobrenzkatechin*. In: *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*. Band 37, 1904, S. 4149–4154.
10. Reinhard von den Velden, *Die intrakardiale injection*, *Münchener Medizinische Wochenschrift* (1919) 66: 274–275.
11. H. U. Melchert, H. Hoffmeister: *Determination of the urinary metabolites hydroxyindole-acetic acid, vanillyl mandelic acid and homovanillic acid by means of lipophilic gel chromatography and gas chromatography*. In: *Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry*. Band 15(2). 1977. Deutsch. PMID 845547. S. 81–87.
12. B. B. Hoffman, R. J. Lefkowitz: *Catecholamines, sympathomimetic drugs, and adrenergic receptor antagonists*. In: Louis S. Goodman, Alfred G. Gilman: *The pharmacological basis of therapeutics*. 10th edition. McGraw-Hill, New York NY u. a. 2001, ISBN 0-07-135469-7, S. 215–268.
13. R. W. Fuller: *Pharmacology of brain epinephrine neurons*. In: *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, Band 22, 1982, S. 31–55, PMID 6805416, doi:10.1146/annurev.pa.22.040182.000335.
14. Carsten Schmuck, Bernd Engels, Tanja Schirmeister, Reinhold Fink: *Chemie für Mediziner*. Pearson Studium, München u. a. 2008, ISBN 978-3-8273-7286-4, S. 413.
15. Hermann J. Roth, Axel Kleemann: *Arzneistoffsynthese (= Pharmazeutische Chemie. Bd. 1)*. Thieme, Stuttgart u. a. 1982, ISBN 3-13-632901-5, S. 14–16.
16. Externe Identifikatoren von bzw. Datenbank-Links zu *Adrenalin-Hydrogentartrat*: CAS-Nummer: 51-42-3, EG-Nummer: 200-097-1, ECHA-InfoCard: 100.000.089 (<https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.089>), GESTIS-Stoffdatenbank: 100052 ([http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id\\$t=default.htm\\$vid=gestisdeu:sdbdeu\\$cid=100052](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id$t=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$cid=100052)), PubChem: 5815 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5815>), ChemSpider: 5610 (<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5610.html>), Wikidata: Q27255971.
17. Externe Identifikatoren von bzw. Datenbank-Links zu *Adrenalin-Hydrochlorid*: CAS-Nummer: 55-31-2, EG-Nummer: 200-230-3, ECHA-InfoCard: 100.000.210 (<https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.210>), GESTIS-Stoffdatenbank: 103187 ([http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id\\$t=default.htm\\$vid=gestisdeu:sdbdeu\\$cid=103187](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id$t=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$cid=103187)), PubChem: 441411 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/441411>), ChemSpider: 390147 (<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.390147.html>), DrugBank: DBSALT001484 (<https://www.drugbank.ca/drugs/DBSALT001484>), Wikidata: Q27107122.
18. Jerry P. Nolan, Charles D. Deakin, Jasmeet Soar, Bernd W. Böttiger, Gary Smith: *European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support*. In: *Resuscitation*. Band 67, Supplement 1, 2005, S. S39–S86, PMID 16321716, doi:10.1016/j.resuscitation.2005.10.009.
19. G.D. Perkins et al.: *A Randomized Trial of Epinephrine in Out-of-Hospital Cardiac Arrest*, In: *New England Journal of Medicine*, Vol. 379, No. 3, 18. Juli 2018, doi:10.1056/NEJMoa1806842.
20. Ring J, Beyer K, Biedermann T, Bircher A, Duda D, Fischer et al.: *Guideline for acute therapy und management of anaphylaxis*. (https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/061-025l_S2k_Akuttherapie_anaphylaktischer_Reaktionen_2013-12-abgelaufen.pdf) (PDF) In: *AWMF*. 1. Dezember 2013, S. 6, abgerufen am 3. August 2019.
21. *Rote Liste 2005*. Editio-Cantor-Verlag, Aulendorf 2005, ISBN 3-87193-306-6.
22. *Reanimation – Empfehlungen für die Wiederbelebung*. Bundesärztekammer, S. 59.
23. Reinhard Larsen: *Anästhesie und Intensivmedizin in Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie*. (1. Auflage 1986) 5. Auflage. Springer, Berlin / Heidelberg / New York u. a. 1999, ISBN 3-540-65024-5, S. 44 f. und 76.

24. *Rückruf des Adrenalin-Autoinjektors „Anapen“: Patienten sollen Notfallmedikament wegen möglicher fehlerhafter Abgabe des Wirkstoffes schnell austauschen* (<https://web.archive.org/web/20151220100329/http://www.bfarm.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/mitteil2012/pm05-2012.html>) (Memento vom 20. Dezember 2015 im *Internet Archive*) Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Pressemitteilung vom 4. Juni 2012.



Dieser Artikel behandelt ein Gesundheitsthema. Er dient *nicht* der Selbstdiagnose und ersetzt *nicht* eine Diagnose durch einen Arzt. Bitte hierzu den [Hinweis zu Gesundheitsthemen](#) beachten!

Abgerufen von „<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Adrenalin&oldid=202849831>“

Diese Seite wurde zuletzt am 17. August 2020 um 10:14 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden. Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.