

Information Butyrylcholinesterase (BChE) Mangel

Ein genetisch bedingter Mangel des Enzyms Butyrylcholinesterase (BChE, auch bekannt als Pseudocholinesterase oder Plasmacholinesterase) führt zu einer reduzierten Enzymaktivität. Dieser Zustand hat weitreichende Auswirkungen, insbesondere bei Narkosen mit bestimmten Betäubungsmitteln, auf Alkaloide in Lebensmitteln (insbesondere Nachtschattengewächse) sowie auf Pestizide und Insektizide.

Funktion der Butyrylcholinesterase

BChE spielt eine zentrale Rolle beim Schutz des Körpers vor zahlreichen Giftstoffen. Es baut genauso wie die Acetylcholinesterase (AChE) den Neurotransmitter Acetylcholin (ACh) ab. Das Enzym kann durch äußere Einflüsse gehemmt, beispielsweise durch

- **Organophosphate** (irreversible Hemmung, z. B. in Pestiziden),
- **Carbamate** (Insektizide),
- **Narkosemittel** und **Muskelrelaxantien** (z. B. Succinylcholin, Mivacurium, Procain, Articain),
- **Nachtschattengewächse** (z. B. Kartoffeln, Tomaten, Paprika, Chili), u.v.m.

Symptome bei Hemmung der BChE

Wenn BChE gehemmt ist, kommt es zu einer gefährlichen Ansammlung von Acetylcholin. Dies führt zu einer Überstimulierung von nikotinergen und muskarinen Rezeptoren und kann dazu führen, dass man nach Narkosen nicht selbstständig atmen kann, es führt zu Muskelkrämpfen und allergischen Reaktionen auf Lebensmittel speziell Nachtschatten wie Kartoffeln (siehe Liste Symptome) zum Beispiel

- Atem- und Kreislaufdepression,
- Muskelkrämpfe,
- Bronchospasmen,
- Migräne,
- allergische und anaphylaktoide Reaktionen durch Mastzelldegranulation.

Besonderheiten bei Operationen und Notfällen

Bei einem bekannten BChE-Mangel ist es essenziell, Medikamente zu vermeiden, die:

- diese Enzyme hemmen (Cholinesterase-Inhibitoren, CI) oder
- von Cholinesterasen abgebaut werden müssen (Cholinesterase-Substrate, CS).

Dazu zählen insbesondere Succinylcholin, Mivacurium, Procain, Articain, Opioide oder Aspirin. Alternativen sollten mit dem Anästhesisten und Fachärzten im Voraus abgesprochen werden. Vorsicht ist zudem geboten bei phosphathaltigen Prodrugs, Phosphorsäure, Organophosphaten (Medikamente gegen Demenz, Zahnmaterialien), Carbamaten gegen Parasiten (Würmer, Kratzmilben, Läuse) und Nachtschattengewächsen (Kartoffelstärke, Chili, Paprika als Wirk-, Füll- oder Farbstoffe).

BChE und AChE sind Geschwisterenzyme

BChE ist für etwa 20 % des Acetylcholin-Abbaus zuständig und übernimmt bei Hemmung der Acetylcholinesterase (AChE, 80 % des Abbaus) deren Funktion. Somit kann eine Beeinträchtigung beider Cholinesterasen die Auswirkungen auf das cholinerge System erheblich verstärken.

Genetische Varianten

Es sind über 100 genetische Variationen des BCHE Gens bekannt, die in Kombination auftreten können und zu einer Verminderung der Enzymaktivität führen. Die Restaktivität des Enzyms beträgt oft nur noch 30 % oder ist überhaupt nicht vorhanden (stille Varianten). Die häufigsten sind **A-Variante** (atypisch) und **K-Variante** (Karlów). Etwa 40 % der Bevölkerung weisen ohne ihr Wissen eine reduzierte Cholinesteraseaktivität auf. 30 % so stark, dass es bei Narkosen problematisch werden kann.

Diagnose

Ein Gentest ist der einzige zuverlässige Nachweis eines BChE Mangels. CHE Blutwerte sind nicht aussagekräftig, auch nicht Dibucain- und Fluoridtests, womit nur die Hauptvarianten identifiziert werden können, wobei zusätzliche Varianten nicht ausgeschlossen werden können. Deshalb ist ein Gentest immer zu bevorzugen.

Jede Ärztin und jeder Arzt kann bei Verdacht auf Medikamentenunverträglichkeiten einen Gentest des BCHE-Gens veranlassen, dies bedarf in Deutschland keiner humangenetischen Beratung. Die Kosten für diese genetische Untersuchung werden vollständig von den Krankenkassen übernommen und belasten nicht das Budget der Arztpraxis. Sollte die Veranlassung durch die behandelnde Ärztin oder den Arzt nicht möglich sein, besteht die Möglichkeit, eine Überweisung zu einem Humangenetiker zu erbitten.

Weitere Informationen finden Sie unter: mycholinesterase.de

Symptome - Cholinesterase-Mangel (Plasmacholinesterase, Pseudocholinesterase, atypische Cholinesterase, Butyrylcholinesterase, BChE)

Muskarine Wirkungen (parasympathisches Nervensystem)	Nikotinerge Wirkungen (sympathisches Nervensystem) (motorische Endplatten, autonome Ganglien, Nebennierenmark)	Zentralnervöse Wirkungen	Chronische Intoxikation	Weitere Symptome
• Pupillenverengung (Miosis) • Akkommodationsstörung verstärkte Tränenbildung • Schweiß- und Speicheldrüsen (starkes Schwitzen) • Verstärkte Schleimbildung in der Luftröhre und Bronchien (Tracheobronchialtrakt) • Erregung der glatten Muskulatur des Bronchialtrakts • Atemnot, Kurzatmigkeit (Dyspnoe) • Verkrampfung der Atemwege (Bronchospasmus – bis zu lebensbedrohlicher Situation) • das Gefühl nicht selbständig atmen zu können • Magen-Darm-Krämpfe, Erbrechen • Durchfall • Übelkeit • Bauchschmerzen • Koliken des Harnsystems, • Gefäßerweiterung • verlangsamter Herzschlag (Bradykardie) • Herzrhythmusstörungen	• Muskelzuckungen der Augenlider und der Zunge • gelegentlich Bluthochdruck und Hyperglykämie • generalisierte Faszikulationen (feine Zuckungen der Muskulatur die man unter der Haut sieht) • Zittern • Krämpfe • Muskelschwäche • Atemlähmung • Hüftschmerzen • Muskelschmerzen • Gelenkschmerzen • Wachstumschmerzen • Ameisenlaufen • extreme Nackenschmerzen • wellenartiges Kribbeln vom Kopf den Rücken hinunter • manchmal auch hoher Puls • Schluckauf	• Aufregung • Unruhe • Verwirrung • Kopfschmerzen • Schläfrigkeit • Müdigkeit • Koma • Krampfanfälle • Depression der Atmung und des Kreislaufs • Augenschmerzen • Kopfschmerzen • Migräne • Schwindel • taube Hände und Füße • Lähmungen	• Symptome einer akuten Intoxikation in abgeschwächter Form, muskarinische und zentralnervöse Wirkungen • verzögerte Neuropathien, Ataxie des Bewegungsapparates, (2-4 Wochen) Organophosphat-induzierte verzögerte Neuropathie (OPIDN)	• Knoblauchartiger Geruch der ausgeatmeten Luft bei enger Exposition möglich • anaphylaktoide und allergische Reaktion auf Cholinesterasehemmer in Lebensmitteln, insbesondere Nachtschattengewächse wie Kartoffeln, Tomaten, Paprika, Chili • Wirbelblockaden • Geruchsempfindlichkeit • Duftstoffunverträglichkeit • Zahnfleischprobleme • Parodontose • Fluorose • Flush • Konzentrations-schwierigkeiten • Wortfindungsstörungen • Geschwollene Zunge • Blässe • Fettleibigkeit • nicht zunehmen können • Sonnenallergie • schlecht hören, obwohl Hörtest in Ordnung • Durchfall • Fettstuhl • Juckreiz • Urtikaria • Husten • Haarwurzel-schmerzen • Albträume • Depressionen

Erste Hilfe bei Vergiftungen mit Organophosphaten wie Pestizide, Flammschutzmittel, Nervengas, Fume Events

1. **Dekontamination**
2. **Beatmung**
3. **Oxime** innerhalb von **24 h**
4. **Gegenmittel** - Antidot-Therapie – bei nicht BChE Mangel
Organophosphate (Nervengase, Organophosphate (Pestizide ...)) - **Antidot Atropin** (Belladonna)
Atropin (Belladonna) zur Anästhesie - **Antidot Physostigmin** (Kalabarbohne) oder **Neostigmin** (synthetisch, nicht hirngängig)
Physostigmin (Kalabarbohne) - **Antidot Atropin** (Belladonna)
Curare (Pfeilgift aus Lianen), das zur Anästhesie verwendet wird - **Antidot Neostigmin** (synthetisch) auch bei Schlangengift
5. **Diazepam** (siehe auch Notfall Liste)
6. **Magenspülung** zeitnah oder gar nicht
7. **Blutplasma**
8. **Blutfilterung**
9. Vorsicht mit BChE Mangel mit Atropin, Carbamate, Pyridostigmin
10. **Forskolin** - erhöht cAMP und AChE
11. **Bindemittel** – Activomin bindet Organophosphate (Pestizide), Aktivkohle
12. **Elektrolytverlust** - Magnesium, Calcium, Natrium
13. **Wärmen** - es kann zur Unterkühlung kommen
14. Gefahr von **Unterzuckerung**
15. **B12** - als Hydroxycobalamin
16. **B1** - als Thiamin
17. **Magnesium** - **Chlorid** oder **Sulfat** (Achtung Histaminproblematik), Magnesiumlaktat oder -gluconat verträglich
18. **Vitamin C** - hochdosiert als **Infusion**
19. **Darmaufbau**: Probiotika, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus rhamnosus bauen Phosphate ab
20. **Vorsicht mit BChE Mangel**:
 N-Acetylcystein NAC
 Quercetin
 Omega 3
 Alpha Liponsäure
 B6 Pyridoxinphosphat (P5P)
 Huperzin A
 Antihistaminika (anticholinerg, siehe Notfall Liste)

Cholinesterase (BChE) Mangel – Operationen/Narkosen – Notfall Liste

Mit einem BChE Mangel kann man nach Narkosen mit bestimmten Betäubungsmitteln oder Muskelrelaxantien (siehe unten) nicht selbstständig atmen, man reagiert auf Alkaloide in Lebensmittel (speziell Nachtschatten) und auf Pestizide und Insektizide und mehr mit unten genannten Symptomen (siehe auch Symptom Liste).

Im Notfall immer ins Krankenhaus mit dem Hinweis BChE Mangel (Pseudo- oder Plasmacholinesterase, atypischer Cholinesterase Mangel), **akut cholinerges Syndrom!** Es können aber auch anticholinerge Symptome auftreten (siehe Liste Symptome).

Dies ist keine Empfehlung, sondern lediglich eine Zusammenstellung der Mittel, die aufgrund von wissenschaftlicher Literatur die Cholinesterasen hemmen oder nicht hemmen (siehe Literatur). Dies ersetzt keine Beratung durch eine Ärztin, Arzt oder Apotheke. Dieser Text erhebt weder den Anspruch auf Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität. Ich übernehme keine Haftung für Unannehmlichkeiten oder Schäden, die sich aus der Anwendung der hier dargestellten Informationen ergeben.

In Akutsituationen muss man manchmal auch etwas "Unverträgliches" einnehmen!

Mit Cholinesterase Mangel sollte man immer einen Notfallpass bei sich tragen und Informationen womit man behandelt werden kann (Notfallpass, HandyApp, QR Code).

Das Schwesterenzym der Butyrylcholinesterase (BChE 20 % Abbau Acetylcholin ACh und Giftstoffe) ist die Acetylcholinesterase (AChE 80 % Abbau ACh), wird diese gehemmt, übernimmt BChE deren Arbeit. Deshalb muss bei der Gabe von Medikamenten auch deren Hemmung mitbeachtet werden.

Mit Cholinesterase Mangel sollten Medikamente die stark anticholinerg wirken vermieden werden (siehe PRISCUS oder BEERS Liste). Vorsicht ist zudem geboten bei phosphathaltigen Prodrugs, Phosphorsäure, Organophosphaten (Medikamente gegen Demenz, Zahnmaterialien), Carbamaten gegen Parasiten (Würmer, Kratzmilben, Läuse) und Nachtschattengewächsen (Kartoffelstärke, Chili, Paprika als Wirk-, Füll- oder Farbstoffe).

CI = Cholinesterase **Inhibitor** = hemmt Cholinesterasen

ac = **anticholinerg** = wirkt auf Acetylcholin, hemmt die Rezeptoren

ACh+ oder **ACh-** = **erhöht+** oder **senkt-** **Acetylcholin**

CS = **Substrat** BChE = wird vom BChE Enzym abgebaut

? = unklar (oder keine Literatur)

Mittel bei Operationen/Narkosen die mit BChE Mangel möglicherweise eingesetzt werden können	MEIDEN
Hypnotikum	ACHTUNG
Propofol besser als Muskelrelaxantien	Achtung hemmt Acetylcholin und kann zu Delir führen! Vorsicht mit Sojaallergie oder Histaminintoleranz.
Muskelrelaxantien	MEIDEN
*Rocuronium (Esmeron) *Atracurium (Tracrium) *Cis-Atracurium (Nimbex)	Succinylcholin, Mivacurium
Inhalationsanästhetika	MEIDEN
Alle hemmen die Cholinesterasen. Lachgas hemmt auch die Cholinesterasen und hat Einfluss auf B12. Lachgas fördert die Acetylcholinfreisetzung stärker als Flurane. ABER Flurane enthalten Fluorid – Fluorid hemmt stark die Cholinesterasen.	Xenon, Flurane wie Isofluran, Enfluran unbedingt meiden
Lokalanästhetika	MEIDEN
hemmen zwar die Cholinesterasen, werden aber von der Leber und nicht über Blutplasma Mögliche Betäubungsmittel *Mepivacain (Scandicain, Meaverin) CYP1A2 *Bupivacain Cabostesin) CYP3A4	Keine Betäubungsmittel auf Esterbasis wie *Procain (u.a. Novanest) *Chloroprocain *Tetracain (u.a. Ampres) *Oxybuprocain (Novain, Benoxinat)

*Ropivacain (Naropin) *Etidocain (Dur-Anest) *Prilocain (Xylonest, EMLA) *Lidocain (Xylocain, Xylanest, Citanest) – Achtung kann die Mastzellen zur Degranulation bringen CYP3A4, CYP1A2, CYP2D6	*Cocain – UNBEDINGT meiden *Benzocain (u.a. Insecticum) *Auch KEIN Articain – wird über zwei Wege abgebaut, auch über Blutplasma – UNBEDINGT meiden
Adrenalin Im Notfallset als Epipen kann Adrenalin Leben retten	hemmt Cholinesterasen, erhöht Einfluss von Acetylcholin. Vorsicht mit Histaminintoleranz!
Periduralanästhesie PDA/Kreuzstich/Spinalanästhesie	ACHTUNG
*Mepivacain (Meaverin/Scandonest) als Lokalanästhetika zum Setzen *Bupivacain – als Langzeit Anästhetika	Achtung kein Ester Lokalanästhetika wie Procain oder Articain einsetzen.
Antibiotika	MEIDEN
*Clindamycin *Aminoglykoside (Gentamicin ...) (ac, ACh Inhibitor) *Tetracycline (Doxycyclin) *?Nitromidazole (keine signifikante Hemmung)	Fluorchinolone (CI, ac) (Ciprofloxacin ...) Penicillin (β-Laktam-Antibiotika) (CI BChE, ac) (Amoxicillin ...) Cephalosporine (CI, ac) Makrolide/Azalide (CI BChE) Triomethoprim/Sulfonamide CI AChE, BChE) Fraglich: Rifamycine?, Isoniazid? Keine Lit.: Vancomycin, Nitrofurantoin, Chloramphenicol, Oxazolidione, Streptogramine
Schmerzmittel	MEIDEN
*?Novalgin *?Naproxen *?Celecoxib CI AChE, nicht BChE	*Aspirin (CS, CI) *Ibuprofen (CI) *Diclofenac (CI) *Mefenaminsäure (CI) *Indometacin (CI) *Phenylbutazone (CI) *Piroxicam (CI) *Paracetamol (CI) (Mexalen – Achtung mit Morbus Meulengracht) hemmt 51-65 % - hat aber eine andere Struktur als Aspirin oder Ibuprofen
Opioide CI, CS	MEIDEN
*?Buprenorphin synthetisch (evtl. möglich Klösterl Apotheke/Salicylate Prof. Baenkler)	Vorsicht mit jeglichen Opioiden! Substrate von BChE! LEBENSGEFAHR bei Heroin und Kokain!
Benzodiazepine	?FRAGLICH
vermutlich hemmen diese nicht oder nur gering *?Clonazepam *?Oxazepam *?Chlordiazepoxid *?Nitrazepam *?Bromazepam	*Lorazepam (50% CI) *Midazolam/Dormicum (90% CI) – kann Aggressionen auslösen. Midazolam hemmt die Freisetzung von Acetylcholin im Gehirn, dem Neurotransmitter und scheint die Herstellung von BChE zu erhöhen, aber auch die Methylierung zu verringern. Es wird aufgrund der Gefahr, dass man nach OPs ein Delir bekommen kann, mit Vorsicht angesehen. Bei Krämpfen nach Organophosphat Vergiftungen werden diese eingesetzt und helfen!
Aufwachmittel	VORSICHT
*Atropin Gegenmittel bei Vergiftungen mit Organophosphaten/Pestiziden	*Atropin hemmt die Cholinesterasen! ACHTUNG Nachschatten! Besser von alleine aufwachen lassen!
Cortison	MEIDEN
*Hydrocortison (Jenapharm ohne Kartoffelstärke mit Cellulose)	Jedes Cortison hemmt die Cholinesterasen! Kann längere Nachwirkungen/Auswirkungen haben. *Prednisolon

?Prednison Zäpfchen (CI) (Klösterl Apotheke) - wenn Hydrocortison länger genommen wird, senkt es auch BChE	*Dexamethason
Desinfektionsmittel	VORSICHT
Octenisept - evtl. auch andere möglich	Vorsicht mit Zusatz- und Duftstoffen
Antihistaminika	MEIDEN
*Azelastrin (ac) *Cetirizin (CI bei 12facher Tagesdosis) *Levocetirizin (CI bei 12facher Tagesdosis) Epinastin (ac1 sehr schwach, CI AChE ab 60facher Tagesdosis) *Fexofenadin (ac1 sehr schwach, keine Lit. zu CHE) *H2 Ranitidin1, Nizatidin2, Cimetidin3 (ACh+, Ranitidin CI+ in niedrigen Dosen, in hohen Dosen hemmt es)	*Desloratadin ac, CI BChE, AChE *?Levocabastin – BChE?, AChE? *H1 alle AH der 1. Generation CI wie z. B. Ketotifen, Fenistil hemmen die Cholinesterasen. Medikamente die anticholinerg wirken sollten mit Cholinesterase Mangel nur in Notfällen eingesetzt werden. Fenistil enthält zusätzlich Benzoate und Aromen, die ebenfalls hemmen. Im Notfall besser Histakut. Kann längere Nachwirkungen/Auswirkungen haben.

Literatur Cholinesterasen allgemein und Nachschatten

- 1 Lockridge O, Norgren RB, Johnson RC, Blake TA. Naturally Occurring Genetic Variants of Human Acetylcholinesterase and Butyrylcholinesterase and Their Potential Impact on the Risk of Toxicity from Cholinesterase Inhibitors. *Chemical Research in Toxicology*. 2016;29(9):1381-1392. doi:10.1021/acs.chemrestox.6b00228 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrestox.6b00228>
- 2 Pohanka M. Inhibitors of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase meet immunity. *Int J Mol Sci*. 2014 Jun 2;15(6):9809-25. doi: 10.3390/ijms15069809 . PMID: 24893223 ; PMID: PMC4100123. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24893223/>
- 3 Lee MR. The Solanaceae: foods and poisons. *J R Coll Physicians Edinb*. 2006 Jun;36(2):162-9. PMID: 17153152. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17153152/>
- 4 Lelario F, De Maria S, Rivelli AR, Russo D, Milella L, Bufo SA, Scranio L. A Complete Survey of Glycoalkaloids Using LC-FTICR-MS and IRMPD in a Commercial Variety and a Local Landrace of Eggplant (*Solanum melongena* L.) and their Anticholinesterase and Antioxidant Activities. *Toxins (Basel)*. 2019 Apr 19;11(4):230. doi: 10.3390/toxins11040230. PMID: 31010145; PMID: PMC6521288. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6521288/>
- 5 Lelario F, De Maria S, Rivelli AR, Russo D, Milella L, Bufo SA, Scranio L. A Complete Survey of Glycoalkaloids Using LC-FTICR-MS and IRMPD in a Commercial Variety and a Local Landrace of Eggplant (*Solanum melongena* L.) and their Anticholinesterase and Antioxidant Activities. *Toxins (Basel)*. 2019 Apr 19;11(4):230. doi: 10.3390/toxins11040230. PMID: 31010145; PMID: PMC6521288. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17153152/>
- 6 Krasowski MD, McGehee DS, Moss J. Natural inhibitors of cholinesterases: implications for adverse drug reactions. *Can J Anaesth*. 1997 May;44(5 Pt 1):525-34. doi: 10.1007/BF03011943. PMID: 9161749; PMID: PMC2877586. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2877586/>
- 7 Patel B, Schutte R, Sporns P, Doyle J, Jewel L, Fedorak RN. Potato glycoalkaloids adversely affect intestinal permeability and aggravate inflammatory bowel disease. *Inflamm Bowel Dis*. 2002 Sep;8(5):340-6. doi: 10.1097/00054725-200209000-00005. PMID: 12479649. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12479649>
- 8 Afifi L, Danesh MJ, Lee KM, Beroukhim K, Farahnik B, Ahn RS, Yan D, Singh RK, Nakamura M, Koo J, Liao W. Dietary Behaviors in Psoriasis: Patient-Reported Outcomes from a U.S. National Survey. *Dermatol Ther (Heidelb)*. 2017 Jun;7(2):227-242. doi: 10.1007/s13555-017-0183-4. Epub 2017 May 19. PMID: 28526915; PMID: PMC5453925. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28526915>
- 9 Airdie M. Walker: The effect of solanine on acetylcholinesterase activity in vino: An examination of undocumented beliefs. Master of Science Thesis, University of Manitoba, 1997. <https://www.nlc-bnc.ca/obj/s4/f2/dsk2/ftp04/mq23541.pdf>
- 10 Mendel Friedman, Gary M. McDonald & Prof. MaryAnn Filadelfi-Keszi (1997) Potato Glycoalkaloids: Chemistry, Analysis, Safety, and Plant Physiology, Critical Reviews in Plant Sciences, 16:1, 55-132, DOI: 10.1080/07352689709701946 <https://doi.org/10.1080/07352689709701946>
- 11 EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), Schrenk, D, Bignami, M, Bodin, L, Chipman, JK, del Mazo, J, Hogstrand, C, Hoogenboom, LR, Leblanc, J-C, Nebbia, CS, Nielsen, E, Ntzi, E, Petersen, A, Sand, S, Schwerdtle, T, Vlemmick, C, Wallace, H, Brimer, L, Cottrill, B, Dusemund, B, Mulder, P, Vollmer, G, Binaglia, M, Ramos Bordajandi, L, Riolo, F, Roldán-Torres, R and Grasl-Kraupp, B, 2020. Scientific Opinion – Risk assessment of glycoalkaloids in feed and food, in particular in potatoes and potato-derived products. *EFSA Journal* 2020;18(8):6222, 190 pp. <https://doi.org/10.2903/efsa.2020.6222>
- 12 Xu, H., Shi, X., Li, X. et al. Neurotransmitter and neuropeptide regulation of mast cell function: a systematic review. *J Neuroinflammation* 17, 356 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12974-020-02029-3> <https://neuroinflammation.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12974-020-02029-3>
- 13 Agency for Toxic Substances and Disease Registry ATSDR, Environmental Health and Medicine Education Cholinesterase Inhibitors: Including Insecticides and Chemical Warfare Nerve Agents <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/cholinesterase-inhibitors/cover-page.html>
- 14 Malacards Human Disease Database, Weizmann Institute of Science http://www.malacards.org/card/butyrylcholinesterase_deficiency
- 15 BRENDA Enzyme Database, Global Core Biodata Resource <https://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=3.1.1.8#ACTIVATING%20COMPOUND>
- 16 Moon D. BChE: Nightshade sensitivity, Anesthesia risk, and more. *Genetic Lifehacks*. Updated June 24, 2020. <https://www.geneticlifehacks.com/bche-nightshade-sensitivity-anesthesia-risk-and-more/>
- 17 Joint pain, Arthritis Foundation <https://www.arthritis.org/>
- 18 Talcott P. In: Selton DC, et al., eds. *Equine Internal Medicine* – E-Book: W B Saunders Company; 2018:1460-1512, Crews C. In: Motarjemi Y, ed. *Encyclopedia of food safety*. Amsterdam: Elsevier; 2014:251-260
- 19 Kuete V. In: Kuete V, ed. *Toxicological survey of African medicinal plants*. First edition. London: Elsevier; 2014:611-633. Elsevier insights
- 20 Shin M, et al. In: Batt CA, et al., eds. *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition). Oxford: Academic Press; 2014:920-929
- 21 Crews C. In: Motarjemi Y, ed. *Encyclopedia of food safety*. Amsterdam: Elsevier; 2014:251-260
- 22 Weiß, C. In: Fort- und Weiterbildung, Basiswissen, ed. Glykoalkaloide in Kartoffeln und Tomaten.
- 23 Matthew D. Krasowski, Daniel S. McGehee, PhD, and Jonathan Moss, MD, Natural Inhibitors of Cholinesterases: Implications for Adverse Drug Reactions In: *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthésie*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2877586/>
- 24 Speisekartoffeln sollten niedrige Gehalte an Glykoalkaloiden (Solanin) enthalten, Stellungnahme Nr. 010/2018 des BfR vom 23. April 2018, DOI 10.17590/20180423-085250, mobil.bfr.bund.de/cm/343/speisekartoffeln-sollten-niedrige-gehalte-an-glykoalkaloiden-solanin-enthalten.pdf
- 25 Literature in diesem Artikel:
- 26 [1] Barceloux D. G. (2009). Potatoes, tomatoes, and solanine toxicity (*Solanum tuberosum* L., *Solanum lycopersicum* L.). *Disease-a-Month* 55: 391-402.
- 27 [2] Distl M. (2007). Entwicklung von Nachweisverfahren für toxische Solanum-Glykoalkaloide und ihre Anwendung in Kartoffeln und daraus zubereiteten Produkten. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.
- 28 [3] Friedman M., McDonald G. M., Filadelfi-Keszi A.-A. (1997). Potato glycoalkaloids: Chemistry, analysis, safety, and plant physiology. *Critical Reviews in Plant Sciences* 16: 55-132.
- 29 [4] Hellenas K. E., Nyman A., Slanina P., Lof L., Gabrielson J. (1992). Determination of potato glycoalkaloids and their aglycone in blood serum by high-performance liquid chromatography. Application to pharmacokinetic studies in humans. *Journal of Chromatography* 573: 69-78.
- 30 [5] Knuthsen P., Jensen U., Schmidt B., Larsen I. K. (2009). Glycoalkaloids in potatoes: Content of glycoalkaloids in potatoes for consumption. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 577-581.
- 31 [6] Krems C., Bauch A., Götz A., Heuer T., Hild A., Möseneder J., Brombach C. (2006). Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. Ernährungsumschau 53.
- 32 [7] Mensinga T. T., Sips A. J., Rompelberg C. J., van Twillert K., Meulenbelt J., van den Top H. J., van Egmond H. P. (2005). Potato glycoalkaloids and adverse effects in humans: an ascending dose study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 41: 66
- 33 [8] Morris S. C. & Lee T. H. (1984). The Toxicity and Teratogenicity of Solanaceae Glycoalkaloids, Particularly those of the Potato (*Solanum tuberosum*) – a Review. *Food Technology in Australia* 36: 118-124.
- 34 [9] MRI (Max-Rubner-Institut) (2008). Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht Teil 1 und 2. <http://www.was-esse-ich.de/>.
- 35 [10] Nema P. K., Ramayya N., Duncan E., Niranjan K. (2008). Potato glycoalkaloids: formation and strategies for mitigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1869-1881.
- 36 [11] OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2002). Consensus document on compositional considerations for new varieties of potatoes: Key food and feed nutrients, anti-nutrients and toxicants. Joint meeting of the chemicals committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, Series on the Safety of Novel Foods and Feeds, No. 4. <http://www.oecd.org/science/biotech/46815167.pdf>
- 37 [12] Ruprich J., Rehurkova I., Boon P. E., Svensson K., Moussavian S., Van der Voet H., Bosgra S., Van Klaveren J. D., Busk L. (2009). Probabilistic modelling of exposure doses and implications for health risk characterization: Glycoalkaloids from potatoes.
- 38 Food and Chemical Toxicology 47: 2899-2905.
- 39 [13] Slanina P. (1990). Solanine (glycoalkaloids) in potatoes: toxicological evaluation. *Food and Chemical Toxicology* 28: 759-761.
- 40 [14] Weiss C. (2007). Glykoalkaloide in Kartoffeln und Tomaten. Ernährungsumschau 8/07.
- 41 [15] WHO (World Health Organization) (1994). Solanine and Chaconine. *WHO Food Additive Series* 30. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je19.htm>

Literatur Betäubungsmittel

1. New England Journal of Medicine. Available at: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra020526>. Accessed April 7, 2021
2. PharmGenetik. Available at: <https://www.pharmgenetik.com/blog/enzyme-leber-medikamente/>. Accessed February 6, 2021
3. Institut für medizinische Diagnostik Berlin-Potsdam. Available at: <https://www.imd-berlin.de/fachinformationen/diagnostikinformationen/medikamentenunvertraeglichkeit-moeglichkeiten-der-labordiagnostik.html>. Accessed January 4, 2021
4. Available at: <https://www.allergieinformationsdienst.de/therapie/medikamente/anticholinergika.html>. Accessed January 4, 2021
5. DAZ online. Available at: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2012/daz-13-2012/nicht-jeder-vertraegt-alles>. Accessed February 7, 2021
6. Dr. Isabelle Viktoria Maucher (Apothekerin). CYP-450-Interaktionen. Medizinische Medien Informations GmbH. Updated October 8, 2019. <https://www.gelbe-liste.de/arzneimitteltherapiesicherheit/cyp-interaktionen>. Accessed February 6, 2021
7. Available at: <https://www.openanesthesia.org/mechanism-of-action-p450/>. Accessed April 7, 2021
8. Dr. Isabelle Viktoria Maucher (Apothekerin). CYP2D6. Medizinische Medien Informations GmbH. Updated October 16, 2019. <https://www.gelbe-liste.de/arzneimitteltherapiesicherheit/cyp-interaktionen/cyp2d6>. Accessed February 6, 2021
9. Deutscher Ärzteverlag GmbH, Redaktion Deutsches Ärzteblatt. Available at: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/172326/Antiallergika-Das-Interaktionspotenzial-der-H-sub-1-sub-Antihistaminika>. Accessed February 6, 2021
10. Dr. Isabelle Viktoria Maucher (Apothekerin). CYP3A4. Medizinische Medien Informations GmbH. Updated October 17, 2019. <https://www.gelbe-liste.de/arzneimitteltherapiesicherheit/cyp-interaktionen/cyp3a4>. Accessed February 6, 2021
11. DAZ online. Available at: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2012/daz-40-2012/interaktionen-mit-cyp3a4>. Accessed February 6, 2021
12. Haque SJ, et al. Biochemical pharmacology. 1983;32:3443-3446
13. Larsen R. Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege:152-169
14. Available at: <https://www.arzneimitteltherapie.de/heftarchiv/2016/12/muskelrelaxanzien-in-der-anasthesie-und-intensivmedizin.html>. Accessed April 25, 2021
15. Bersin T, et al. *Klin Wochenschr*. 1937;16:1272-1274
16. Yang L-Q, et al. *World Journal of Gastroenterology*. 2003;9:1959-1962
17. Isik M. *Neurochemical research*. 2019;44:2147-2155
18. Meuret P, et al. *Anesthesiology*. 2000;93:708-717
19. CSE Kraus und Straubinger, Klausenstr. 29 84489 Burghausen. Available at: <https://www.medicin-kompakt.de/lokalanaesthetikum>. Accessed January 4, 2021
20. Dr. Christian Kretschmer (Arzt). Erhöhtes Demenzrisiko durch Anticholinergika. Medizinische Medien Informations GmbH. Updated August 21, 2019. <https://www.gelbe-liste.de/neurologie/erhoehtes-demenzrisiko-durch-anticholinergika>. Accessed January 4, 2021
21. Sheetal Dharja. 2010
22. Steindl D, et al. *The Lancet*. 2021;397:249-252
23. Inhibition of Cholinesterase by Adrenaline. Wilbur M. Benson. First Published July 1, 1948 Research Article <https://doi.org/10.3181/00379727-68-16568>, <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3181/00379727-68-16568?journalCode=ebrna>
24. The effect of adrenaline on acetylcholine synthesis, choline acetylase and cholinesterase activity. D Görry et al. *Acta Physiol Pol*. Jan-Feb 1975. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/124124/>
25. Anovel understanding of postoperative complications: In vitro study of the impact of propofol on epigenetic modifications in cholinergic genes Caroline Holtkamp <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217269>
26. <https://doi.org/10.1080/004982598239092>
27. <https://doi.org/10.1093/bja/ae360>
28. <https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/anae.14693>
29. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7531534/>
30. Ujljanja Popovic et al. Effect of lidocaine and bupivacaine on plasma cholinesterase activity in children. *June 2007, Periodicum Biologorum* 109(3):307-309 https://www.researchgate.net/publication/299235061_Effect_of_lidocaine_and_bupivacaine_on_plasma_cholinesterase_activity_in_children
31. S J Haque et al. *Biochem Pharmacol*. 1983 Nov 15;32(22):3443-6. Ugnocaine: inhibitory effect on synaptosomal and erythrocyte membrane-bound acetylcholinesterase activity. DOI: 10.1016/0006-2952(83)90374
32. J. Schulte am Esch u. a.: Duale Reihe – Anästhesie (ISBN 978-313-119083-3) © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart 2007
33. Bosscher Stichting. <https://bosscherstichting.org/du/home.html> Accessed January 15, 2022
34. MedUni Wien, atypische Cholinesterase. <https://anaesthesie.meduniwien.ac.at/anaesthesie-b/patientinneninformationen/pharmakogenetische-ambulanz/atypische-cholinesterase/>, Accessed January 15, 2022
35. Methämoglobinämie durch Lokalanästhetika. <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2012/daz-39-2012/methaemoglobinamie-durch-lokalanaesthetika> Accessed January 15, 2022
36. Histamine-release haemodynamic changes produced by rocuronium, vecuronium, mivacurium, atracurium and tubocurarine. *British Journal of Anaesthesia* 1995; 75: 588-592, [https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912\(17\)44028-1/pdf](https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912(17)44028-1/pdf), Accessed January 30, 2022
37. Joanna Warszawska et al., Arzneyitteltherapie, Muskelrelaxanzien in der Anästhesie und Intensivmedizin <https://www.arzneimitteltherapie.de/heftarchiv/2016/12/muskelrelaxanzien-in-der-anasthesie-und-intensivmedizin.html>, Accessed January 30, 2022

Literatur Antihistaminika

- 1 Prast H, Tran MH, Fischer H, et al. Histaminergic neurons modulate acetylcholine release in the ventral striatum: role of H3 histamine receptors. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol.* 1999;360(5):558-564. doi:10.1007/s002109900097.
 - 2 H1- und H2-Antihistaminika – Gegen Allergien und Histaminintoleranz - CARA CARE. <https://cara.care.de/behandlung/medikamente/antihistaminika/>. Updated March 17, 2023. Accessed March 17, 2023.
 - 3 Ellen Reifferscheid. H1-Antihistaminika. Vidal MMI Germany GmbH. Updated March 5, 2019. <https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffgruppen/h1-antihistaminika>. Accessed March 17, 2023.
 - 4 Philosophie des Gesundwerdens. Die Auswirkungen von Antihistaminika und anderen Medikamenten auf unser Immun-, Organ- und Nervensystem. <https://www.philosophie-des-gesundwerdens.de/2019/09/24/die-auswirkungen-von-antihistaminika-und-anderen-medikamenten-auf-unser-immun-organ-und-nervensystem/>. Updated October 8, 2019. Accessed March 17, 2023.
 - 5 Wolff SC, Brubaker K, Navrati T, Fulcher EH, Lankford JR, Boyer JL. Anticholinergic Effects of Antihistamine Drugs Used in the Clinic. *Journal of Allergy and Clinical Immunology.* 2007;119(1):S153. doi:10.1016/j.jaci.2006.11.535.
 - 6 Derinöz-Gülyüz O. Doxylamine succinate overdose: Slurred speech and visual hallucination. *Türk J Pediatr.* 2018;60(4):439-442. doi:10.24953/turkjped.2018.04.015.
 - 7 Doccheck MB. Anticholinerges Syndrom - DocCheck. DocCheck Community GmbH. Updated October 2, 2008. https://flexikon.doccheck.com/de/Anticholinerges_Syndrom#:~:text=Das%20anticholinerge%20Syn-drom%20wird%20durch,Benzodiazepine%2C%20trizyklische%20Antidepressiva%20sowie%20Opiate. Accessed March 17, 2023.
 - 8 Abdullah Naji, Jason Gatling. Muscarinic Antagonists. StatPearls. 2022. <https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/25379>.
 - 9 del Cuvillo A, Mullol J, Bartra J, et al. Comparative pharmacology of the H1 antihistamines. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2006;16 Suppl 1:3-12.
 - 10 Mayer M, Doenicke A, Neubauer AE, Rosenberger C, Lorenz W, Peter K. Pharmakodynamik und klinische Nebenwirkungen von Mivacurium. Einfluss einer oralen Prämedikation mit H1/H2-Antagonisten. *Der Anaesthe-sist.* 1993;42(9):592-596. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8105716/>.
 - 11 J. L. Boyer, K. Brubaker, S. C. Wolff, E. H. Fulcher, J. R. Lankford, T. Navrati. Assessment of Antimuscarinic Activity of Topical and Oral Antihistamines. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2008;49(13):3616. <https://iovs.arvo-journals.org/article.aspx?articleid=2379017>.
 - 12 Orzechowski RF, Currie DS, Valancius CA. Comparative anticholinergic activities of 10 histamine H1 receptor antagonists in two functional models. *European Journal of Pharmacology.* 2005;506(3):257-264. doi:10.1016/j.ejphar.2004.11.006.
 - 13 Tanoli ST, Ramzan M, Hassan A, et al. Design, synthesis and bioevaluation of tricyclic fused ring system as dual binding site acetylcholinesterase inhibitors. *Bioorganic Chemistry.* 2019;83:336-347. doi:10.1016/j.bio-org.2018.10.035.
 - 14 Ayaz M, Anwar F, Saleem U, et al. Parkinsonism Attenuation by Antihistamines via Downregulating the Oxidative Stress, Histamine, and Inflammation. *ACS Omega.* 2022;7(17):14772-14783. doi:10.1021/acso-mega.2c00145.
 - 15 Nieri P, Carpi S, Fogli S, Polini B, Breschi MC, Podestà A. Cholinesterase-like organocatalysis by imidazole and imidazole-bearing molecules. *Scientific Reports.* 2017;8:45760. doi:10.1038/srep45760.
 - 16 Nadine. In diesem Beitrag findest du eine Liste von in Deutschland zugelassenen H1- und H2-Antihistaminika und deren. Nadine. Updated October 13, 2022. <https://www.histameany.de/wirkstoffliste-h1-und-h2-antihistaminika/>. Accessed March 25, 2023.
 - 17 Pandolfi F, Vita D de, Bortolami M, et al. New pyridine derivatives as inhibitors of acetylcholinesterase and amyloid aggregation. *Eur J Med Chem.* 2017;141:197-210. doi:10.1016/j.ejmech.2017.09.022.
 - 18 Merlos M, Giral M, Balsa D, et al. Rupatadine, a new potent, orally active dual antagonist of histamine and platelet-activating factor (PAF). *J Pharmacol Exp Ther.* 1997;280(1):114-121.
 - 19 Bortolami M, Pandolfi F, Tudino V, et al. New Pyrimidine and Pyridine Derivatives as Multitarget Cholinesterase Inhibitors: Design, Synthesis, and In Vitro and In Cellulo Evaluation. *ACS Chem Neurosci.* 2021;12(21):4090-4112. doi:10.1021/acscchemneuro.1c00485.
 - 20 Shamizadeh S, Brockow K, Ring J. Rupatadine: efficacy and safety of a non-sedating antihistamine with PAF-antagonist effects. *Allergo J Int.* 2014;23(3):87-95. doi:10.1007/s40629-014-0011-7.
 - 21 Mehta SM, Bhalara DD, Goyal RK. Effects of ranitidine on the enzyme cholinesterase and the rat antrocoecygeus muscle. *Agents Actions.* 1987;21(1-2):38-40. doi:10.1007/BF01974918.
 - 22 Simon G, Winter M. The effect of antihistamines on red blood cell acetylcholinesterase activity in vitro. *Biochem Pharmacol.* 1970;19(5):1843-1845. doi:10.1016/0006-2952(70)90183-8.
 - 23 SAGE Journals. Identification of Compounds for Butyrylcholinesterase Inhibition - Shuaizhang Li, Andrew J. I, Jameson Travers, Tuan Xu, Sriatha Sakamuru, Carleen Klump-Thomas, Rulii Huang, Menghang Xia, 2021. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/24725552211030897>. Updated March 26, 2023. Accessed March 26, 2023.
 - 24 Kristofco LA, Du B, Chambliss CK, Berninger JP, Brooks BW. Comparative pharmacology and toxicology of pharmaceuticals in the environment: diphenhydramine protection of diazinon toxicity in Danio rerio but not Daphnia magna. *AAPIAS J.* 2015;17(1):175-183. doi:10.1208/s12248-014-9677-5.
 - 25 Schaffhauser H, Mathiesen JR, Dicamillo A, et al. Dimebolin is a 5-HTG antagonist with acute cognition enhancing activities. *Biochem Pharmacol.* 2009;78(8):1035-1042. doi:10.1016/j.bcp.2009.06.021.
 - 26 Okun I, Tkachenko SE, Khatav A, Mitkin O, Kazey V, Ivachtchenko AV. From anti-allergic to anti-Alzheimer's: Molecular pharmacology of Dimebon. *Curr Alzheimer Res.* 2010;7(2):97-112. doi:10.2174/156720510790691100.
 - 27 Cheng L-H, Kao C-H, Wang C-H, Chu Y-H, Wang J-Y, Wang H-W. Anti-cholinergic effect of singular on isolated rat's tracheal smooth muscle. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2012;269(8):1923-1927. doi:10.1007/s00405-011-1880-8.
 - 28 Fukuda S, Zhu Z, Morita S. [Role of orexin in the cholinergic ascending arousal system—orexin-induced arousal from anesthesia]. *Masui.* 2007 Jan;56(1):19-29. Japanese. PMID: 17243642.
 - 29 Kaniaris, P., Fassoulaki, A. & Liarmakopoulou, K. Serum cholinesterase activity following enflurane anaesthesia. *Canad. Anaesth. Soc. J.* 25, 506–508 (1978). <https://doi.org/10.1007/BF03007414>
- ### Inhalationsanästhetika
1. Deckardt K, Weber J, Kaspers U, Hellwig J, Tennekens H, van Ravenzwaay B. The effects of inhalation anaesthetics on common clinical pathology parameters in laboratory rats. *Food Chem Toxicol.* 2007 Sep;45(9):1709-18. doi:10.1016/j.fct.2007.03.005. Epub 2007 Mar 16. PMID: 17459552.
 2. https://www.springermedizin.de/em/pedia/detail/anaesthesie-bei-seltenen-erkrankungen/butyrylcholinesterase-bche-mangel?mediaId=10.1007%2F978-3-662-44368-2_90
 3. [https://www.bjanaesthetics.org.uk/article/S0007-0912\(17\)40511-3/pdf?fbclid=IwY2xjawG8OD5iEhRuA2FbQjxMAABH8ZkvbvdGQOpUaH5jrWA6mjH5jbiWvAjZMT_F9gh7ha5LChUHCka2WQ_aem_iAVy-8UAocWp-JedhD3eXw](https://www.bjanaesthetics.org.uk/article/S0007-0912(17)40511-3/pdf?fbclid=IwY2xjawG8OD5iEhRuA2FbQjxMAABH8ZkvbvdGQOpUaH5jrWA6mjH5jbiWvAjZMT_F9gh7ha5LChUHCka2WQ_aem_iAVy-8UAocWp-JedhD3eXw)
- ### Literatur Antibiotika
- 1 zm-online. Antibiotika in der Zahnmedizin. <https://www.zm-online.de/archiv/2016/11/zahnmedizin/antibiotika-in-der-zahnmedizin/seite/2>. Updated December 12, 2022. Accessed December 12, 2022.
 - 2 Luzerner Kantonspital. Cholinesterase. https://domino.gsnet.ch/gsdnet/applikation/ap_luks_laborkartei.nsf/70cc040c797dd9f3c125771a004fb085/F3414be567efe30ec12579b5004dc114?OpenDocument. Updated December 12, 2022. Accessed December 12, 2022.
 - 3 Muszalska-Kolos I, Lesniewska-Kowiel MA, Plewa S, Klupczyńska A. Tricyclic Derivative of Acyclovir and Its Esters in Relation to the Esters of Acyclovir Enzymatic Stability: Enzymatic Stability Study. *Molecules.* 2020;25(9). doi:10.3390/molecules25092156.
 - 4 Danielle Cook, David J. Simons. Neuromuscular Blockade. In: Cook D, Simons DJ, eds. StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2022.
 - 5 Dharisa S. The Effect of Anticholinergic Burden on Functional Outcomes in Patients with Moderate to Severe Alzheimer's Disease: VCU Libraries; 2010.
 - 6 Grill MF, Maganti RK. Neurotoxic effects associated with antibiotic use: management considerations. *Br J Clin Pharmacol.* 2011;72(3):381-393. doi:10.1111/j.1365-2125.2011.03991.x.
 - 7 Sonja Klein. Doxycycline. Vidal MMI Germany GmbH. Updated January 29, 2019. https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/doxycyclin_30. Accessed December 12, 2022.
 - 8 Ajilore BS, Adewuyi AE, Oludamiro TO. Gentamicin and magnesium chloride normalizes cholinesterase and ATPase activities in rats acutely exposed to dichlorvos (DDVP) pesticide. *Ukr.Biochem.J.* 2018;90(4):45-51. doi:10.15407/ubj90.04.045.
 - 9 Springer AD, Schacht J, Agranoff BW. The effect of memory blocking antibiotics and their analogs on acetylcholinesterase. *Pharmacol Biochem Behav.* 1976;5(1):1-3. doi:10.1016/0091-3057(76)90278-1.
 - 10 Türkcan F, Huyut Z, Taslimi P, Gülcin İ. The effects of some antibiotics from cephalosporin groups on the acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase enzymes activities in different tissues of rats. *Arch Physiol Biochem.* 2019;125(1):12-18. doi:10.1080/13813455.2018.1427766.
 - 11 da Luz TM, Da Araújo APC, Estrela FN, et al. Can use of hydroxychloroquine and azithromycin as a treatment of COVID-19 affect aquatic wildlife? A study conducted with neotropical tadpole. *Sci Total Environ.* 2021;780:146553. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.146553.
 - 12 Cook D, Simons DJ, eds. StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2022.
 - 13 Ribeiro CMP, Hurd H, Wu Y, et al. Azithromycin treatment alters gene expression in inflammatory, lipid metabolism, and cell cycle pathways in well-differentiated human airway epithelia. *PLoS One.* 2009;4(6):e5806. doi:10.1371/journal.pone.0005806.
 - 14 Köksal Z, Alim Z, Bayrak S, Gülcin İ, Özdemir H. Investigation of the effects of some sulfonamides on acetylcholinesterase and carbonic anhydrase enzymes. *J Biochem Mol Toxicol.* 2019;33(5):e22300. doi:10.1002/jbt.22300.
 - 15 Tribuiani N, Souza J de, Queiroz Junior MA de, Baldo DA, Campos Orsi V de, Oshima-Franco Y. In Situ Effects of Doxycycline on Neuromuscular Junction in Mice. *Curr Mol Med.* 2022;22(4):349-353. doi:10.2174/1566524021666210521125553.
 - 16 Su W, Wan Q, Han L, et al. Doxycycline exerts multiple anti-allergy effects to attenuate murine allergic conjunctivitis and systemic anaphylaxis. *Biochemical Pharmacology.* 2014;91(3):359-368. doi:10.1016/j.bcp.2014.08.001.
 - 17 Baráth B, Jász DK, Horváth T, et al. Mitochondrial Side Effects of Surgical Prophylactic Antibiotics Ceftriaxone and Rifaximin Lead to Bowel Mucosal Damage. *Int J Mol Sci.* 2022;23(9). doi:10.3390/ijms23095064.
 - 18 Vignaux PA, Minerali E, Lane TR, et al. The Antiviral Drug Tilorone Is a Potent and Selective Inhibitor of Acetylcholinesterase. *Chem Res Toxicol.* 2021;34(5):1296-1307. doi:10.1021/acs.chemrestox.0c00466.
 - 19 Burg R von, Conroy PR. Evaluation of the anticholinesterase activity of metronidazole and misonidazole. *Eur J Pharmacol.* 1979;55(4):417-420. doi:10.1016/0014-2999(79)90118-3.
 - 20 Demain AL, Sanchez S. Microbial drug discovery: 80 years of progress. *J Antibiot (Tokyo).* 2009;62(1):5-16. doi:10.1038/ja.2008.16.
 - 21 Pieper S. Fluoroquinolone-Associated Disability FQAD: Pathogenesis, Diagnostik, Therapie und Diagnosekriterien : Nebenwirkungen von Fluorchinolonen. 1. Aufl. 2020. Wiesbaden: Springer; 2020.
 - 22 Demain AL, Sanchez S. Microbial drug discovery: 80 years of progress. *J Antibiot.* 2009;62(1):5-16. doi:10.1038/ja.2008.16.
 - 23 Cimasoni G. Inhibition of cholinesterases by fluoride in vitro. *Biochem J.* 1966;99(1):133-137. doi:10.1042/bj0990133.
 - 24 Dionisio R, Daniel D, Alkimin GD de, Nunes B. Multi-parametric analysis of ciprofloxacin toxicity at ecologically relevant levels: Short- and long-term effects on Daphnia magna. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2020;74:103295. doi:10.1016/j.etap.2019.103295.
 - 25 Mansha M, Taha M, Hassane Anouar E, Ullah N. The design of fluoroquinolone-based cholinesterase inhibitors: Synthesis, biological evaluation and in silico docking studies. *Arabian Journal of Chemistry.* 2021;14(7):103211. doi:10.1016/j.arabjc.2021.103211.
 - 26 LWW. Comparative Neuromuscular Effects of Lincocin and... : Anesthesia & Analgesia. Updated December 17, 2022. Accessed December 17, 2022.
 - 27 Castle SS. Clindamycin. In: Enna SJ, Bylund DB, eds. XPharm: The comprehensive pharmacology reference. Amsterdam, Boston: Elsevier; 2008:1-4.
 - 28 zm-online. UAW-Meldungen zu Clindamycin erstmals rückläufig. <https://www.zm-online.de/archiv/2018/09/zahnmedizin/uaw-meldungen-zu-clindamycin-erstmal-ruecklaeufig/seite/alle>. Updated December 12, 2022. Accessed December 12, 2022.
 - 29 Yu H, Yang H, Shi E, Tang W. Development and Clinical Application of Phosphorus-Containing Drugs. *Med Drug Discov.* 2020;8:100063. doi:10.1016/j.medidd.2020.100063.
 - 30 Kang J-M. Antibiotics and muscle relaxation. *Korean J Anesthesiol.* 2013;64(2):103-104. doi:10.4097/kjae.2013.64.2.103.
 - 31 Michalec J, Nishizawa N, Nagata F, Sekiya M, Kikuno M. The in vivo effect of chloramphenicol on acetylcholinesterase and cholinergic synaptic membrane of chick embryo brain. *Pharmacol Res Commun.* 1977;9(10):927-937. doi:10.1016/s0031-6989(77)80102-1.
 - 32 Özer EÖ, Mirza HC, Tan OÜ, Türkoğlu S. Investigation of anti-cholinesterase and anti-amyloidogenic activities of β-lactam antibiotics. *Turkish Journal of Biochemistry.* 2022;47(3):359-369. doi:10.1515/tjb-2021-0277.
 - 33 Sultamicillin – Wikipedia. <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sultamicillin#:~:text=Anti-tamycinlin%20ist%20ein%20Prodrug%20Antibiotikum,durch%20eine%20Esterbindung%20gekoppelt%20ind>. Updated November 29, 2022. Accessed December 13, 2022.
 - 34 Kuttly KM, Jacob JC. Serum cholinesterase activity in hyperlipidemia and the in vitro effect of isoniazid on serum cholinesterase. *Can J Biochem.* 1972;50(1):32-34. doi:10.1139/o72-006.
 - 35 Bovallius A. Increased extracellular production of a cholinesterase-solubilizing factor by Cytophaga NCM8 1314 during magnesium starvation. *Can J Microbiol.* 1978;24(4):381-385. doi:10.1139/m78-064.
 - 36 Avoxa – Mediengruppe Deutscher Apotheker GmbH. Prodrugs: Arzneistoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-262011/arzneistoffe-mit-massgeschneiderten-eigenschaften/>. Updated December 13, 2022. Accessed December 13, 2022.

Literatur Schmerzmittel

- 1 <https://doi.org/10.1016/j.ifs.2008.12.006>
- 2 <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/PCHE>
- 3 https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe/Metamizol_297
- 4 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28263539/>
- 5 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24577912/>
- 6 <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00163>
- 7 <https://neurosciencenews.com/chronic-pain-gulf-war-syndrom-20821/>
- 8 <https://www.jneurosci.org/content/42/28/5605>
- 9 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-09098-5_2?noAccess=true
- 10 <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/schmerz/11432#:~:text=Bekanntest%20Schmerzstoff%20ist%20Acetylcholin%2C%20Histamin,Brennnesseln%20und%20in%20Bienenengift%20enthalten>
- 11 <https://doi.org/10.1007/s12035-015-9603-6>
- 12 <https://www.priscus2-0.de/priscus-1.html>

Literatur Mastzellen, Anaphylaxien

1. Xu, H., Shi, X., Li, X. et al. Neurotransmitter and neuropeptide regulation of mast cell function: a systematic review. *J Neuroinflammation* 17, 356 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12974-020-02029-3>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2683407/>
2. <https://doi.org/10.1016/j.ifs.2007.04.013>
3. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD0787355>
4. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00244559>
5. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01716782>
6. Perelman, B., Adil, A. & Vadas, P. Relationship between platelet activating factor acetylhydrolase activity and apolipoprotein B levels in patients with peanut allergy. *All Asth Clin Immun* 10, 20 (2014).
<https://doi.org/10.1186/1710-1492-10-20>

Literatur Cortison

1. Christoph H. Kindler, Davide Verotta, Andrew T. Gray, Michael A. Gropper, C. Spencer Yost; Additive Inhibition of Nicotinic Acetylcholine Receptors by Corticosteroids and the Neuromuscular Blocking Drug Vecuronium. *Anesthesiology* 2000; 92:821–832 doi: <https://doi.org/10.1097/00000542-200003000-00026> Bradamante V, Kunec-Vajić E. Effect of glucocorticoids on plasma cholinesterase in the rat. *Biomed Biochim Acta*. 1987;46(6):439-43. PMID: 3675562.
2. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/erkennen-analysieren-und-minimieren/>
3. Z.H. Verjee, R. Behal, E.M. Ayim, Effect of glucocorticoids on liver and blood cholinesterases, *Clinica Chimica Acta*, Volume 81, Issue 1, 1977, Pages 41-46, ISSN 0009-8981, [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(77\)90411-9](https://doi.org/10.1016/0009-8981(77)90411-9). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009898177904119>