



Schmerzwahrnehmung



Übersicht:

- Definition, Unterteilung
- Biochemie:
 - ❑ Nozizeption und Nozizeptoren
 - ❑ TRPs am Beispiel TRPV1-Capsaicinrezeptor
 - ❑ Inhibition der Nozizeption anhand Opioidrezeptoren
- Therapien:
 - ❑ Medikamentöse Behandlung
 - ❑ Nicht-medikamentöse Behandlung

Quellen

Definition

Schmerz \neq Nozizeption

bewusstes Sinnes- und
Gefühlserlebnis



Objektive Vorgänge, mit denen
Nervensystem noxische Reize
aufnimmt.

Noxa (lat. = Schaden)

Noxische Reize:

- Mechanische (Druck, Verletzung)
- Thermische (Wärme/Kälte)
- Chemische (Säure, Gifte)

Nozizeption ist ohne Schmerz möglich, Schmerz aber niemals ohne Nozizeption.

Unterteilung

- Allgemein:
- Physiologischer
 - Neuropathischer

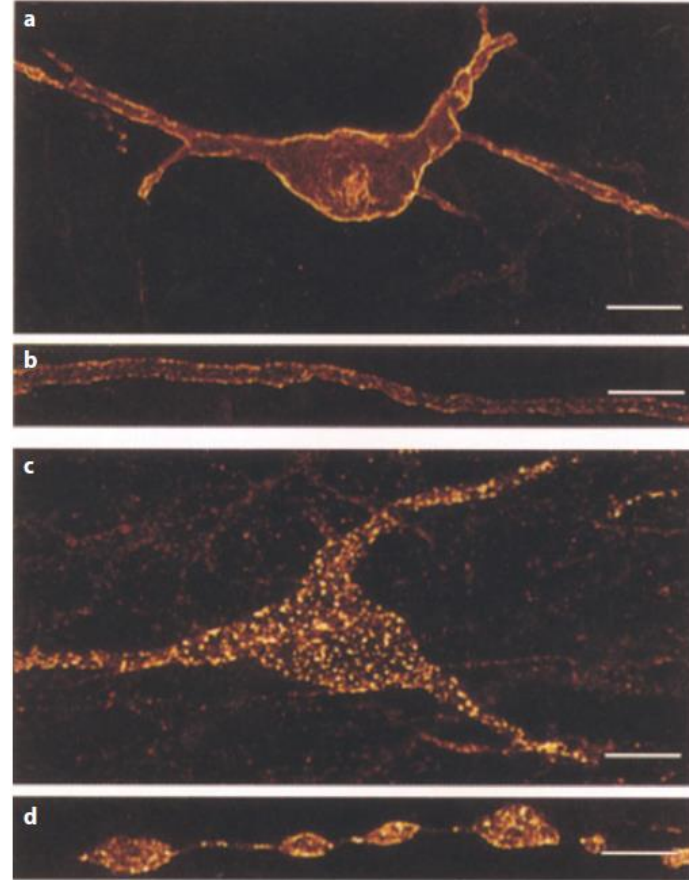
- Qualität:
- Affektiver
 - Sensorischer

- Schmerzursache
- Trauma
 - Entzündung
 - Tumor
 - Psychogen

- Nach Schmerzdauer:
- Akuter
 - Chronischer ⇒ Schmerzgedächtnis

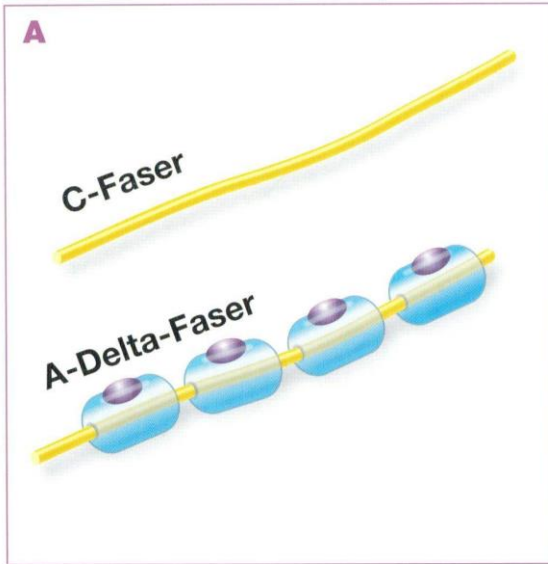
- Umständen
- Belastung
 - Bewegung
 - Durchbruch
 - Nüchtern

- Reizlokalisation
- Übertragender
 - Projizierter



Nozizeptoren

Schmerzleitende Nervenfasern



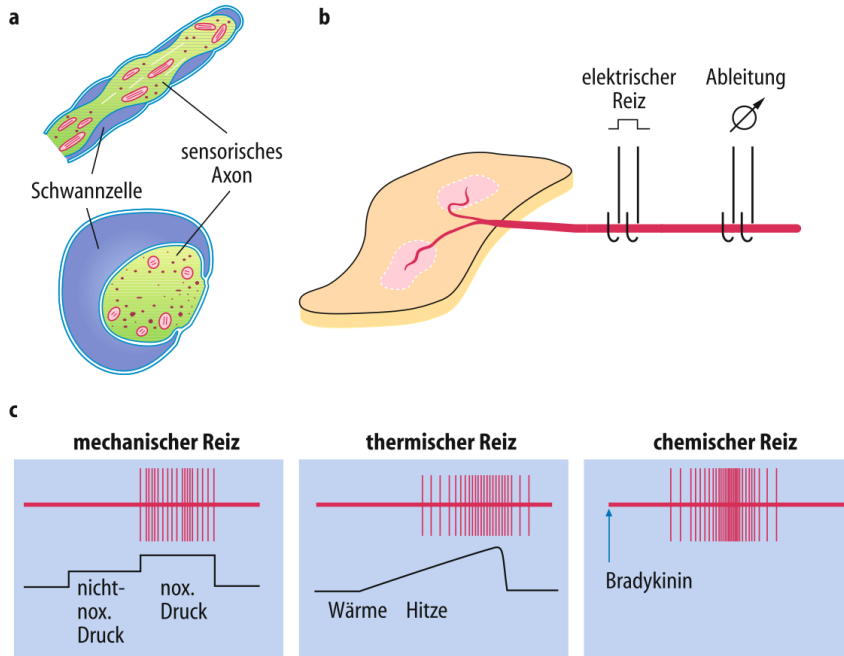
- freie sensorische Nervenendigungen (Nervenfasern)
- keine Rezeptoren
- reagieren auf Gewebeschädigungen
- generieren Aktionspotentiale
- befinden sich in Haut, Muskulatur, Gelenken, Eingeweiden (fast in allen Geweben außer Gehirn und Leber)
- antworten polymodal auf diverse noxische Reize
- bestehen aus A- oder C- Fasern

A-Delta- Faser: dünn myelinisierte Axone, $v = 2,5-30$ m/s

C-Faser: unmyelinisierte Axone, $v = 1$ m/s

“Noxen”, lat. noxa=Schaden

Bau und Funktion der Nozizeptoren



Mechanische Nozizeptoren:

- mechanische Reize (Nadelstich, Quetschen)

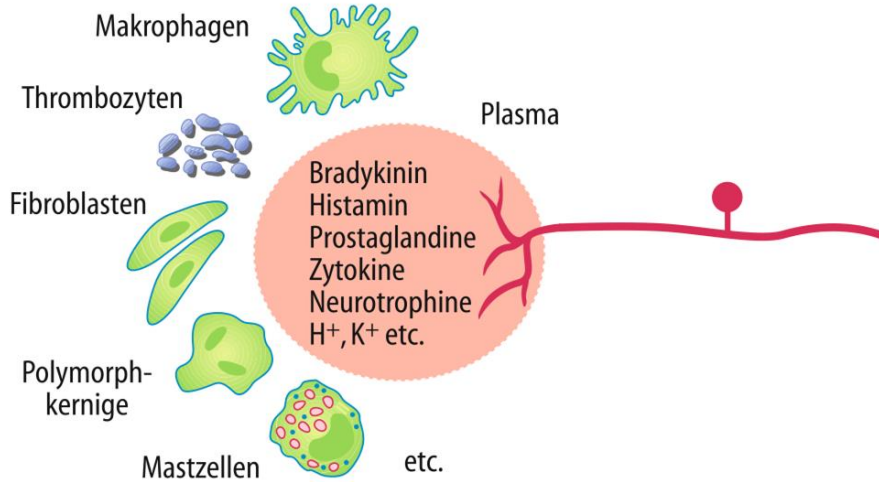
Polymodale Nozizeptoren:

- thermische (Hitze, Kälte)
- chemische (Bradykinin, Prostaglandin)

Stumme Nozizeptoren:

- alle Gewebe sind von stummen "schlafenden" Nozizeptoren innerviert.
- 20-30% in der menschlichen Haut

Sensibilisierung eines Nozizeptors bei Entzündung



Schmerzmediatoren sind körpereigene oder externe chemische Substanzen, die Nozizeptoren erregen.

Entzündungsmediatoren:

H⁺ Ionen und K⁺ Ionen

Bradykinin - aus zerstörten Zellen und Gefäßen

Prostaglandine - wirken auf polymodale Nozizeptoren

Cytokine - von Makrophagen und anderen Immunzellen

Neuropeptide - Substanz P, SP, CGRP

Histamin - spielt eine Rolle bei allergischen Reaktionen

Serotonin - aus aktivierten Thrombozyten

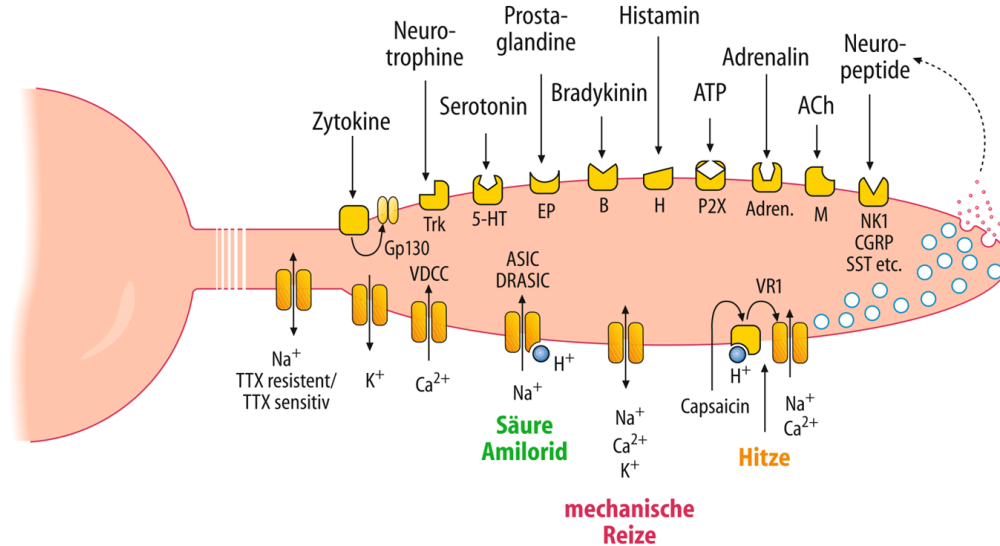
Thrombin - aus Blutgerinnungskaskade

ATP - aus zerstörten Zellen

Entzündungsmediatoren induzieren Spontanaktivität. Stumme Nozizeptoren aufwachen und verstärken den nozizeptiven Zustrom in das ZNS.

Molekularbiologie der Nozizeptorfunktion

Ionenkanäle und Rezeptoren für Mediatoren in Nozizeptoren



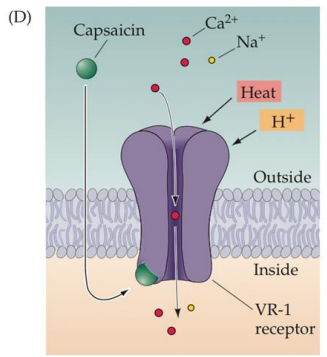
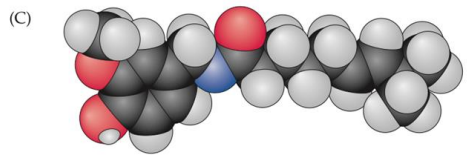
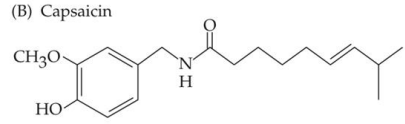
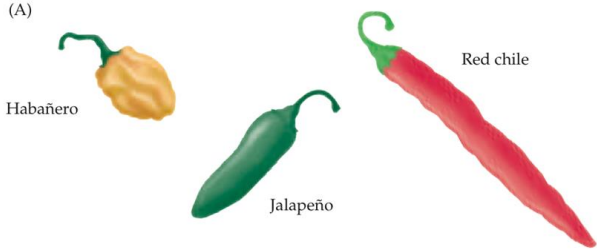
Gewebsansäuerung aktiviert spezifische natriumpermeable Ionenkanäle (ASIC, "acid sensing ion channel") und den Vanilloidrezeptor.

Hitzereize aktivieren den VR-1, der für das Capsaicin empfindlich ist.
VR-1 Membranproteine = TRP-Familie

Kältereize führen zum Schließen von Kalium-Kanälen (Depolarisation)

Zu Beachten: nicht alle Rezeptoren und Ionenkanäle auf allen Endigungen vorkommen

Capsaicin

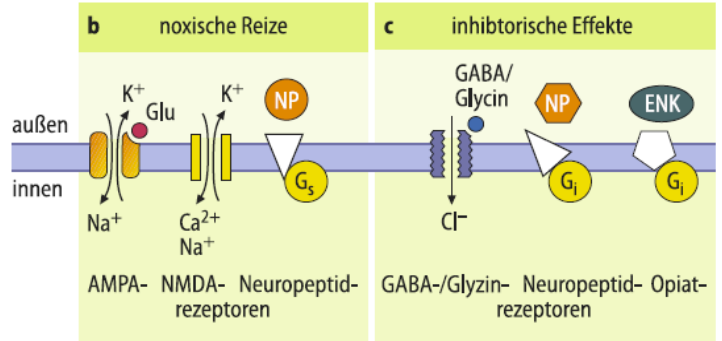
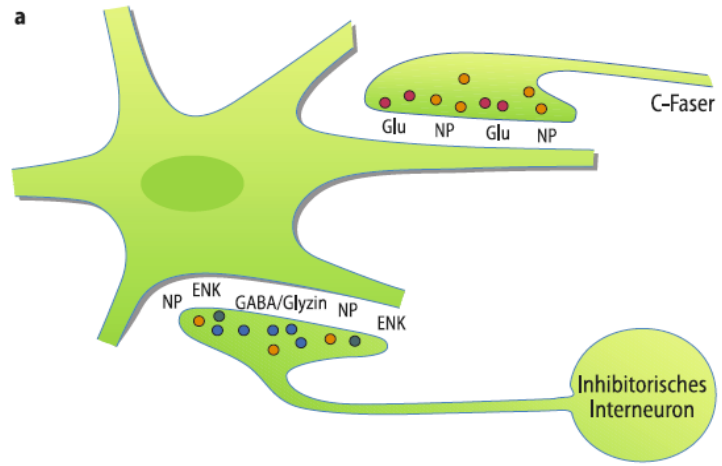
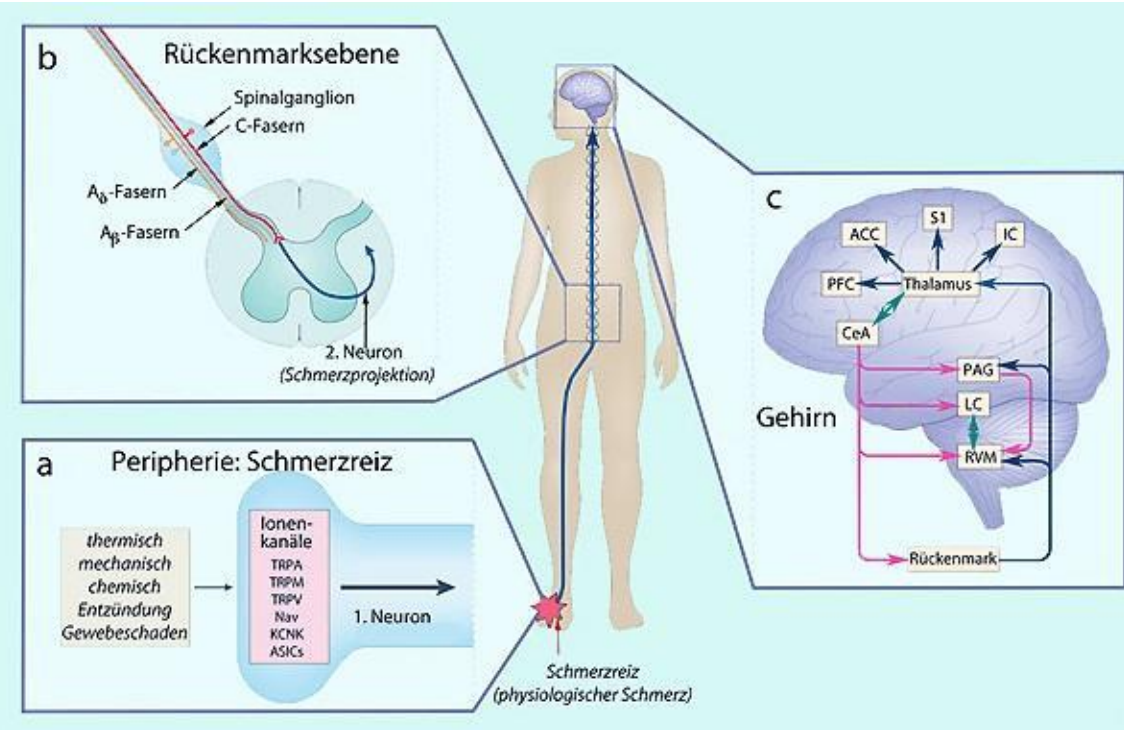


(A) Some popular peppers that contain capsaicin. (B) The chemical structure of capsaicin. (C) The capsaicin molecule. (D) Schematic of the VR-1/capsaicin receptor channel. This channel can be activated by capsaicin intercellularly, or by heat or protons (H^+) at the cell surface.

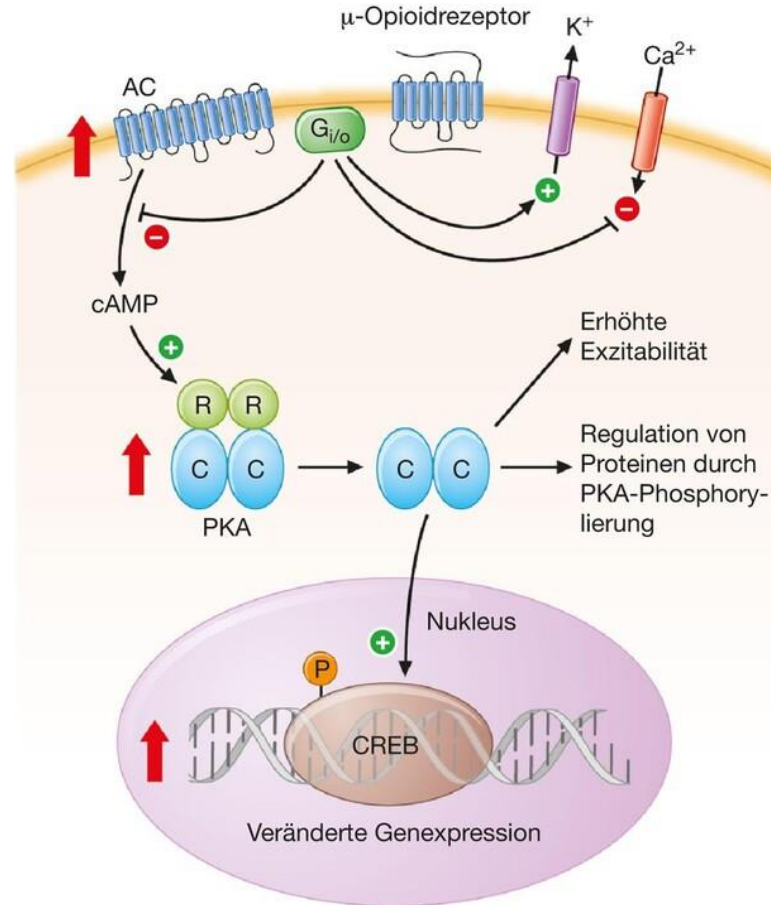
- pflanzliches Vanilloid
- die aktive Substanz des Paprikas ("scharf")
- bindet an den TRP-Kanal TRPV1 (auch durch eine Erhöhung der Temperatur $>43^\circ$ aktiviert wird)
- kann den VR1 Rezeptore anregen
- öffnet ligandengesteuerte Ionenkanäle, die den Eintritt von Na^+ und Ca^{2+} ermöglichen
- kann als Analgetikum und entzündungshemmendes Mittel verwendet werden

Rezeptoren für Capsaicin sind bei allen Säugetieren vorhanden (bei Vögeln nicht)

Die Schmerzweiterleitung und Inhibition der Nozizeption



Opioidrezeptoren



Medikamentöse Therapie

- NSAR (nicht-steroidale antiinflammatorische Agenzien)
- ➔ Wirken am Ort der Beschädigung (meist PNS) ⇒ (Hemmung der Entstehung des Signals)
- ❑ Acetylsalicylsäure
- ❑ Ibuprofen
- ❑ Diclofenac
- ❑ Paracetamol

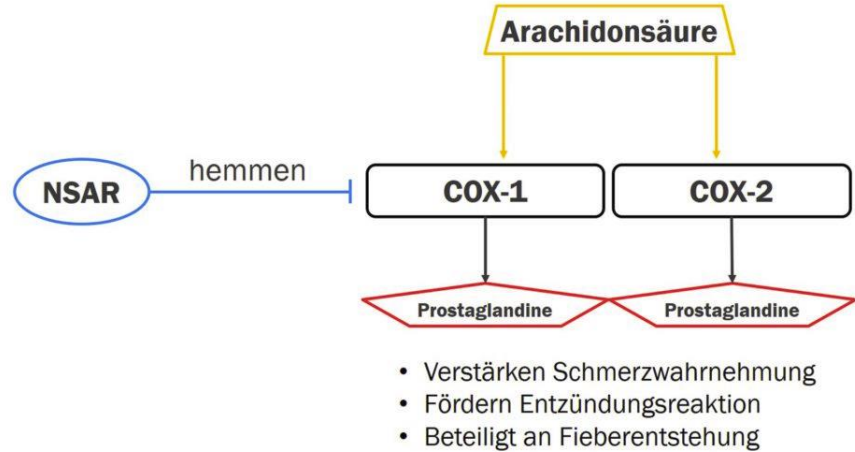
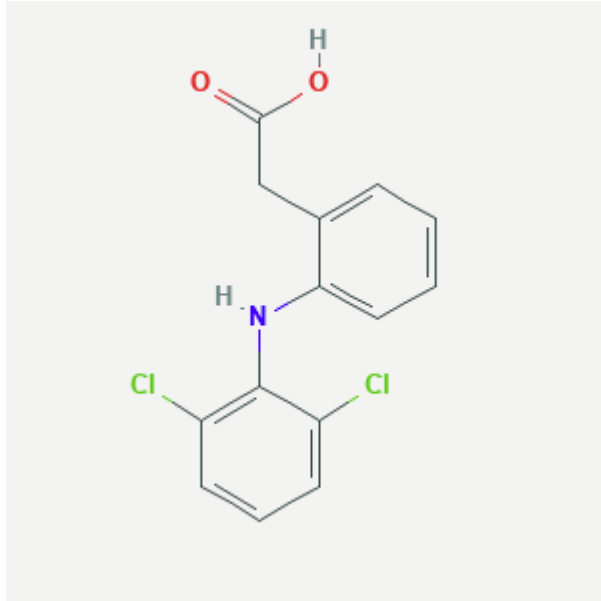


- Opioide
- ➔ Wirken an Opioidrezeptoren in ZNS ⇒ (Hemmung der Signalweiterleitung)
- ❑ Morphin

- Lokalanästhetika
- ❑ Lidocain
- Antidepressiva



Diclofenac und Hemmung des COX-2-Enzyms



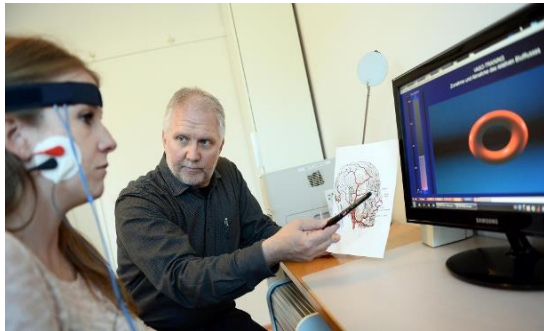
Physikalische Schmerztherapien

- Wärme und Kälte
- Gymnastik, Massage und Bewegung
- Ruhe und Entspannung
- Sport
- elektrische Reizung
- Akupunktur
- Neurochirurgie



Psychologische Schmerztherapien

- Verhaltensanalyse
- EMG- und Temperaturbiofeedback
- operanter Therapie
- kognitiver Therapie
- Entspannung und Meditation
- Hypnose



Quellen

- [Capsaicin - Lexikon der Neurowissenschaft \(spektrum.de\)](http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/capsaicin)
- [Schmerzmediator - Lexikon der Neurowissenschaft \(spektrum.de\)](http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/schmerzmediator)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Nozizeptor>

- Neuroscience / edited by Dale Purves ... [et al.].— 3rd ed. ISBN 0-87893-725-0
- (Chapter 9 Pain Box A Capsaicin)

- Niels Birbaumer Robert F. Schmidt Biologische Psychologie 7., überarbeitete und ergänzte Auflage, ISBN-13 978-3-540-95937-3 7. Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg (III Wahrnehmung - 16 Nozizeption und Schmerz)

- An antinociceptive role for substance P in acid-induced chronic muscle pain Chia-Ching J. L., W.-N. Chenc, C.-J. Chend, Yi-Wen Line, A. Zimmerf, Chih-Cheng Chena; PNAS January 10, 2012 109 (2) 363-364.

- Franz-Josef Kretz, Jürgen Schäffer u. a.: *Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie*. 4. Auflage. Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2006, [ISBN 3-540-25698-9](https://www.springer.com/9783540256989)

- <http://physiologie.cc/XIV.4.htm>
- <https://eref.thieme.de/cockpits/clHarrison0004/0/coHarrison0004/4-125>

Bildquellen

Folie 3: <https://sp.depositphotos.com/129079638/stock-illustration-general-anesthesia-vector-outline-illustration.html> (Autor: makaroff.de@gmail.com)

Folie 4, 6, 7, 8: N. Birbaumer, Biologische Psychologie, DOI 10.1007/978-3-540-95938-0_16, Springer 2010

Folie 5: [regionales Schmerzzentrum DGS- Diez \(rueckenzentrum-diez.de\)](http://regionales.schmerzzentrum.dgs-diez.de)

Folie 9: Neuroscience / edited by Dale Purves ... [et al.].— 3rd ed. ISBN 0-87893-725-0 (Chapter 9 Pain Box A Capsaicin)

Folie 10, 11: <https://www.tipacilar.com/opioid-reseptorleri/>, <http://physiologie.cc/XIV.4.htm>

Folie 12: <https://www.docmorris.de/>

Folie 13: Wikipedia (Diclofenac, 05.12.2021), <https://sportsandmedicine.com/de>

Folie 14:

<https://www.orthopaedie-rs.de/spektrum/akupunktur/>

https://www.sportnavi.de/partner.php?menuid=1&sportnavi_partner_id=15372

<https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Mit-Haenden-Schmerzen-lindern,schmerzen132.html>

<https://www.medical-tribune.de/medizin-und-forschung/artikel/fibromyalgie-elektrische-reize-reduzieren-bewegungsschmerz/>

<https://www.helios-gesundheit.de/kliniken/plauen-vogtland-klinikum/unsere-angebote/unsere-fachbereiche/neurochirurgie-wirbelsaehlenchirurgie-neuromodulation/von-der-akuten-schmerztherapie-bis-zur-operation/>

<https://demedbook.com/waerme-und-kaeltebehandlung-welches-ist-das-beste/>

Folie 15:

<https://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/gesundheit/hypnose-medizin-doku100.html>

<https://www.gq-magazin.de/body-care/artikel/meditation-die-neue-art-der-entspannung>

https://www.t-online.de/leben/id_77011358/biofeedback-methode-gegen-migraene-schmerz-einfach-wegdenken.html

<https://www.saechsische.de/lange-wartezeiten-der-mitunter-steinige-weg-zur-psychotherapie-psychologie-therapie-5209224.html>