

# Die glatte Muskelzelle

Dr. Uwe Günter  
Siegfriedstr. 204c  
10365 Berlin  
[www.dr-guenter.de](http://www.dr-guenter.de)

# Inhalt

Definition

Embryologie

Histologie

Physiologie

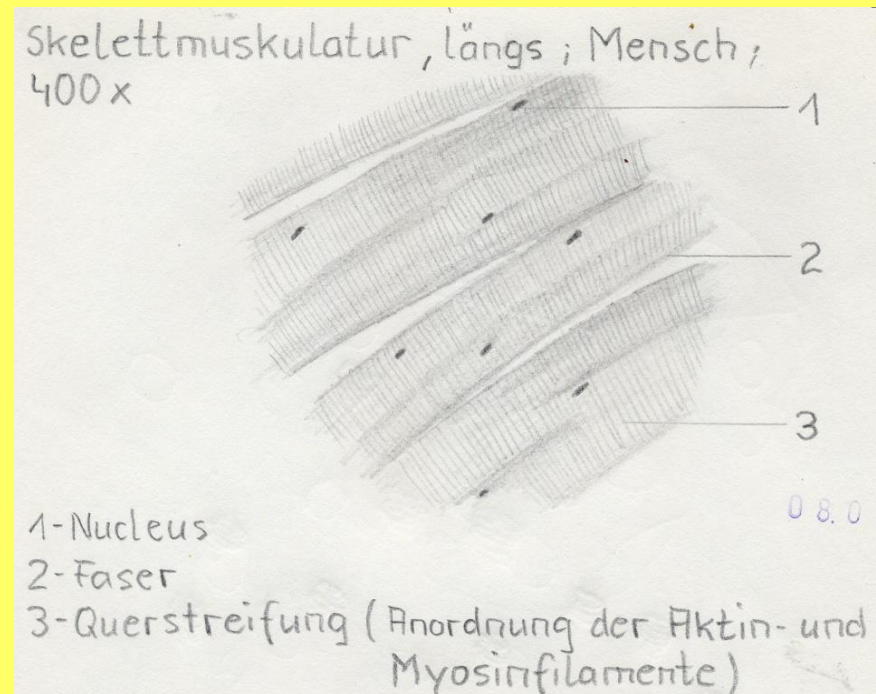
Pathologie der glatten Muskeln

zum Procain

# Definition der Skelett-Muskeln

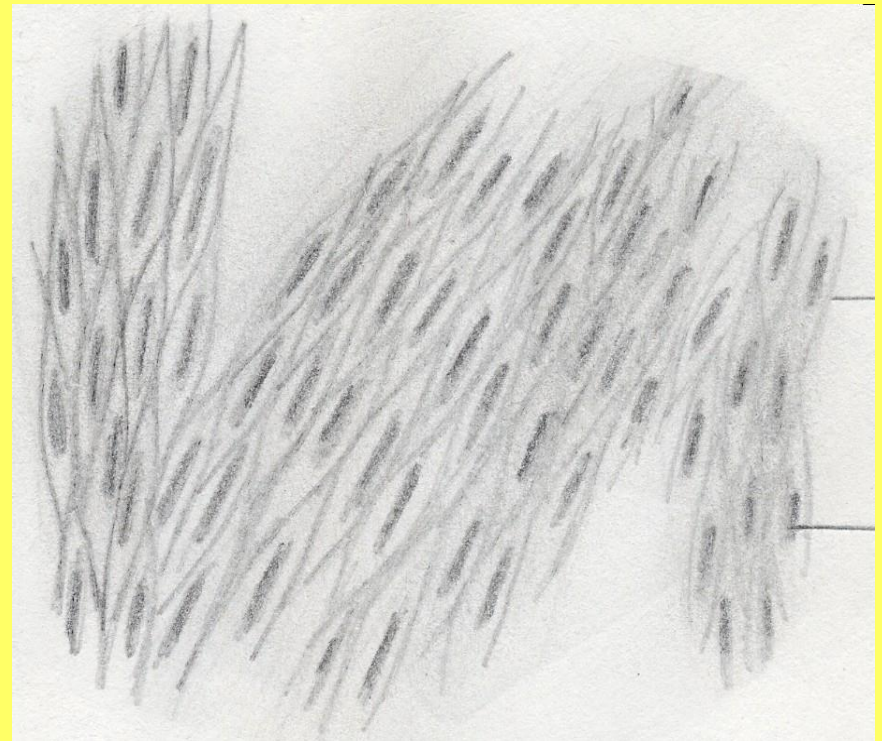
- Organe, die die Fähigkeit besitzen, sich kontrahieren zu können... *(Herwig Hahn von Dorsche 1985)*

- Ursprung und Ansatz nähern sich
- innere und äußere Strukturen werden bewegt (Gelenkverbindungen, Körperöffnungen)
- Grundlage von Fortbewegung, Kommunikation usw. *(Wikipedia)*



# Definition der glatten Muskeln

- Zell(en)-verbund mit Fähigkeit zur Verkürzung
- also Zellenden nähern sich und bewegen Anhangsgebilde, Körperöffnungen, Körperhöhlen, Organe, Gefäße ...
- Grundlage innerer Körperfunktionen, der Blutzirkulation und der Lymphe



# Inhalt

Definition

Embryologie

Histologie

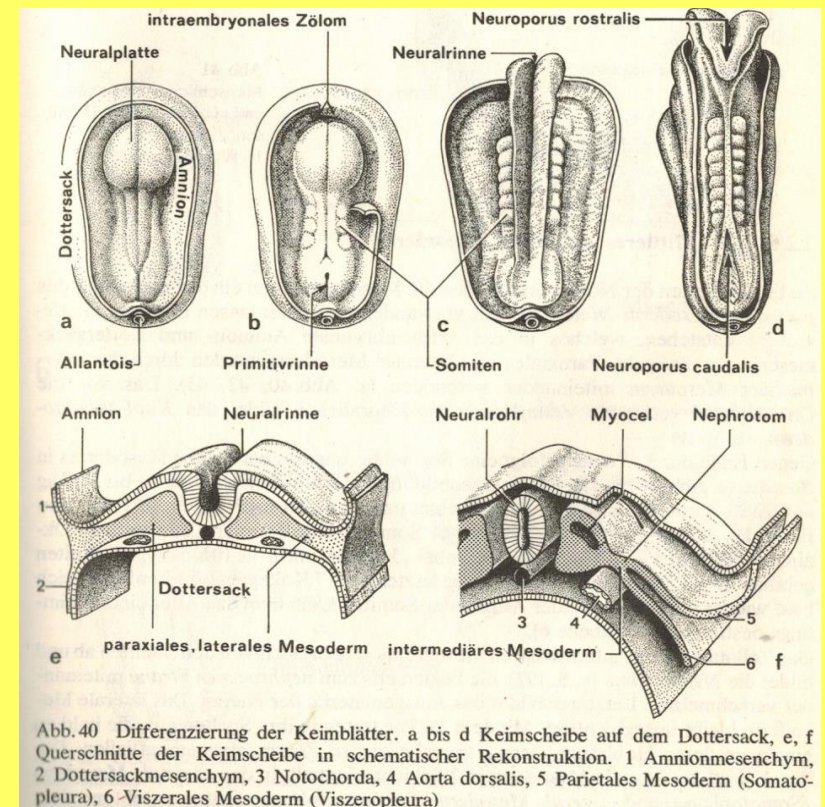
Physiologie

Pathologie der glatten Muskeln

zum Procain

# Embryologie der Skelett-Muskeln

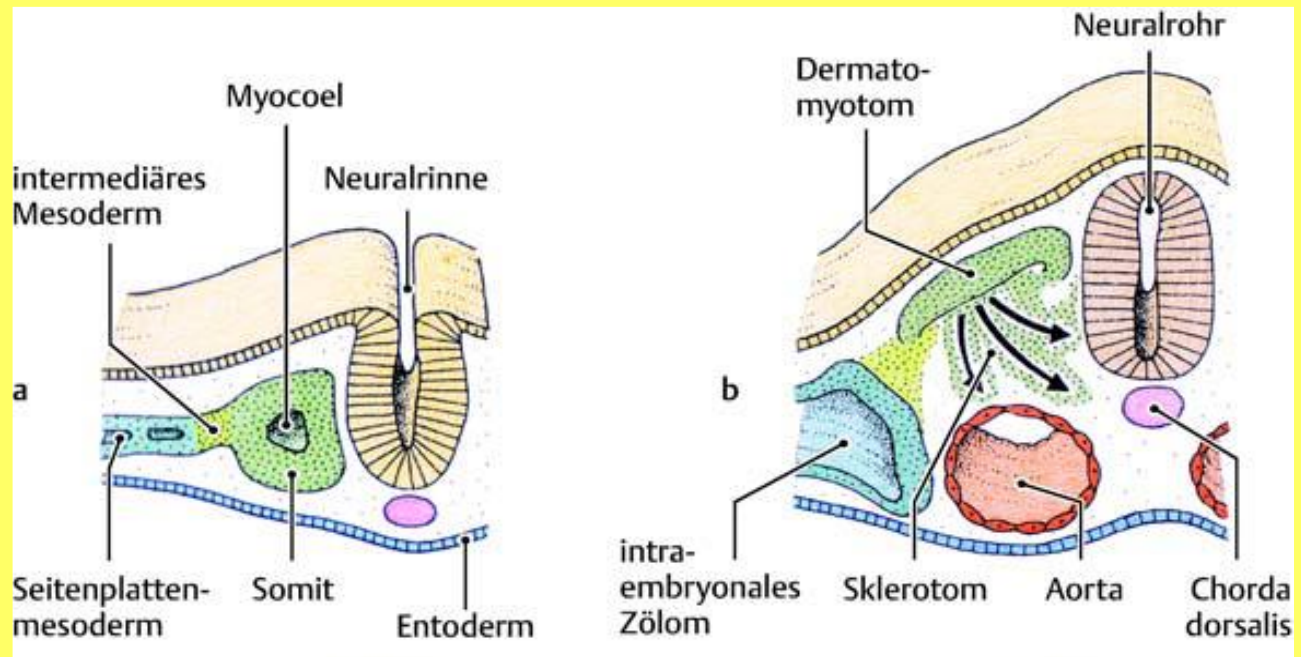
- Mesoderm formiert rundliche Gebilde (Somiten) in kranio-kaudaler Richtung
- bedingen segmentale Gliederung (Metamerie)
- insgesamt 42 bis 44 Somitenpaare (4 okzipitale, 8 zervikale, 12 thorakale, 5 lumbale, 5 sakrale, 8 bis 10 kokz)
- dazu 6 Schlund- bzw. Kiemenbögen



aus Schumacher 1983

# Embryologie der glatten Muskeln

- entsteht aus unsegmentiertem Seitenplatten-Mesoderm
- bzw. endodermalem Teil des intraembryonalem Zöloms, dem viszeralem Mesoderm



(aus Ulfig, 2009  
Abb. 2.18 S 28)

# Embryologie der glatten Muskeln

- entwickeln sich in der Nähe der zu versorgenden Organe (z.B. Magen-Darm-System, Atemwege, Nephrotom)
- aber auch aus Mesoderm der Extremitätenknospen, Kopf und Rumpfwand (v.a. mit bzw. entlang von Blutgefäßen)
- Myoblasten verlängern sich, bilden Muskelfilamente, Rezeptoren und Zellverbindungen

## Ausnahme

- aus Ektoderm stammende Iris-Muskeln sowie Myoepithelzellen der Schweiß-, Speichel- und Brustdrüsen



# Inhalt

Definition

Embryologie

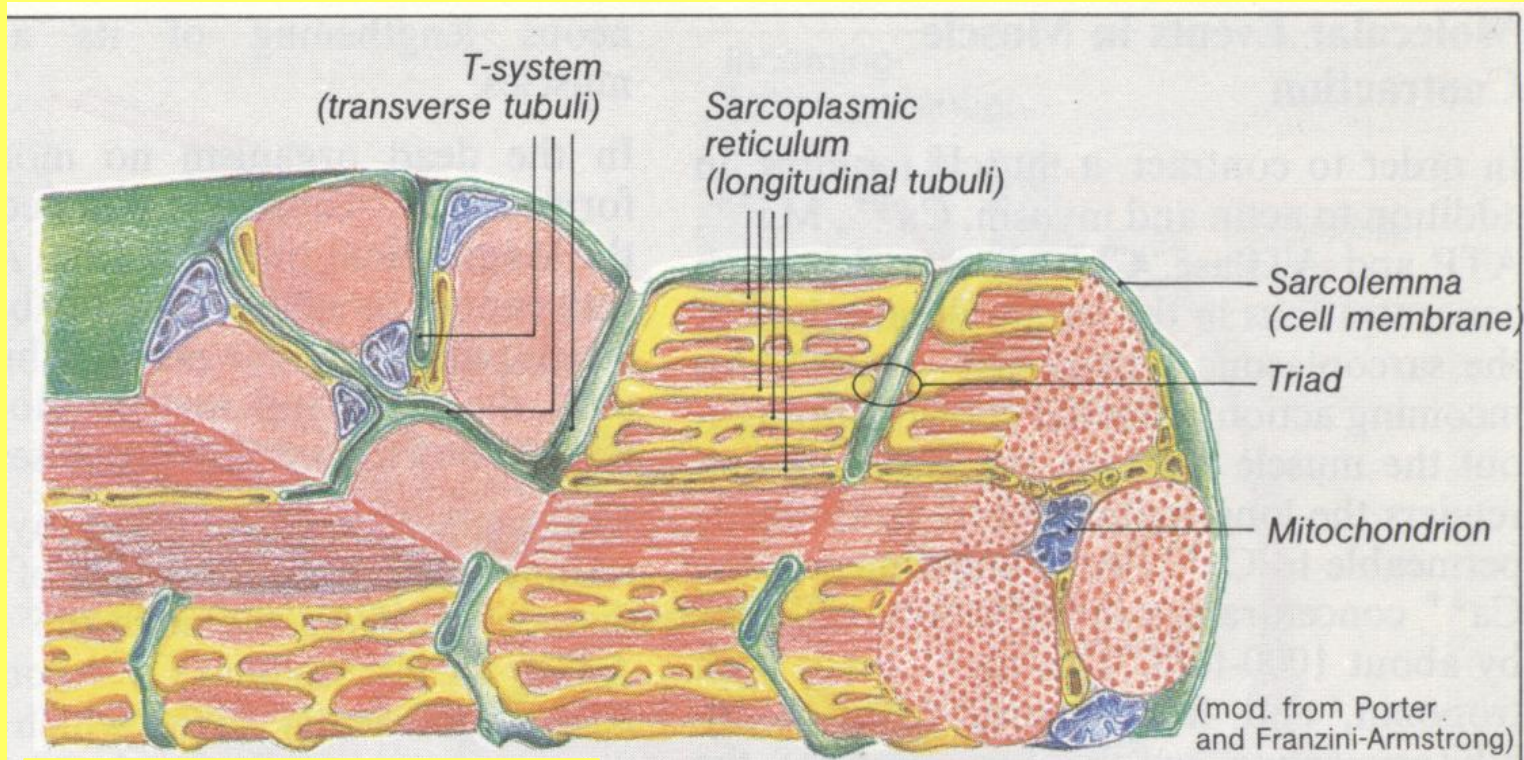
Histologie

Physiologie

Pathologie der glatten Muskeln

zum Procain

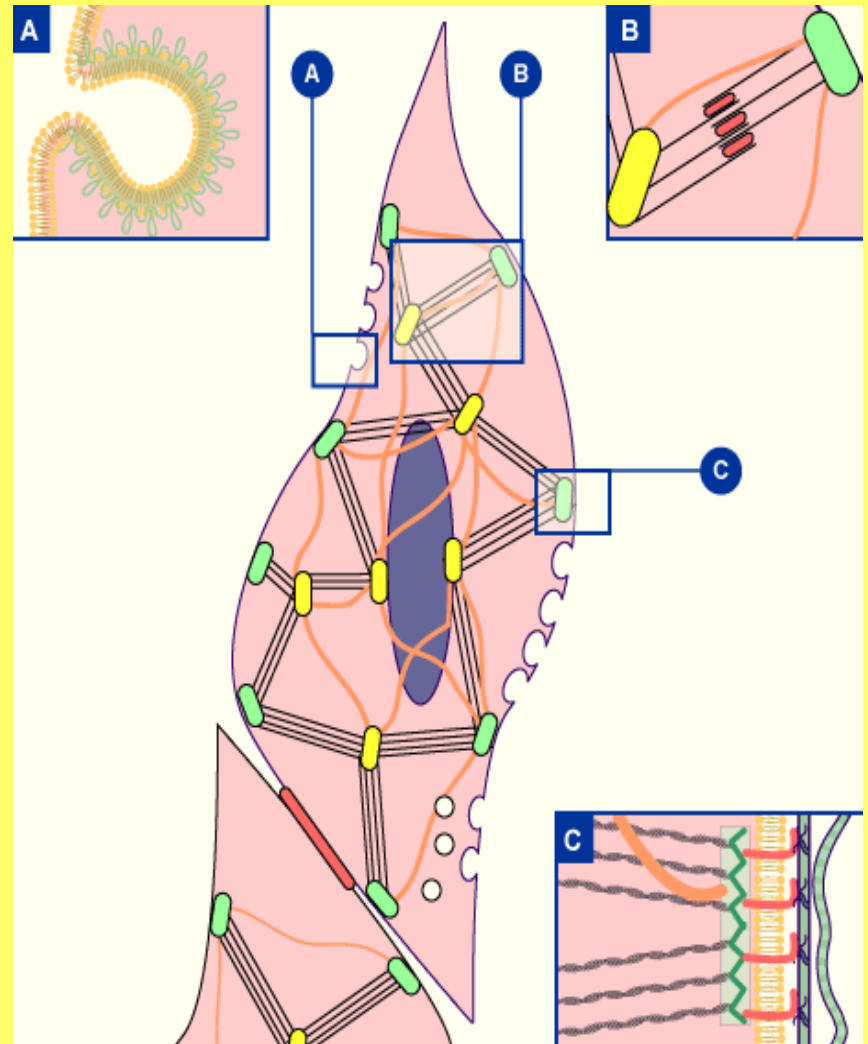
# Histologie der Skelett-Muskeln



aus Despopoulos und Silbernagl 1986

# Histologie der glatten Muskeln

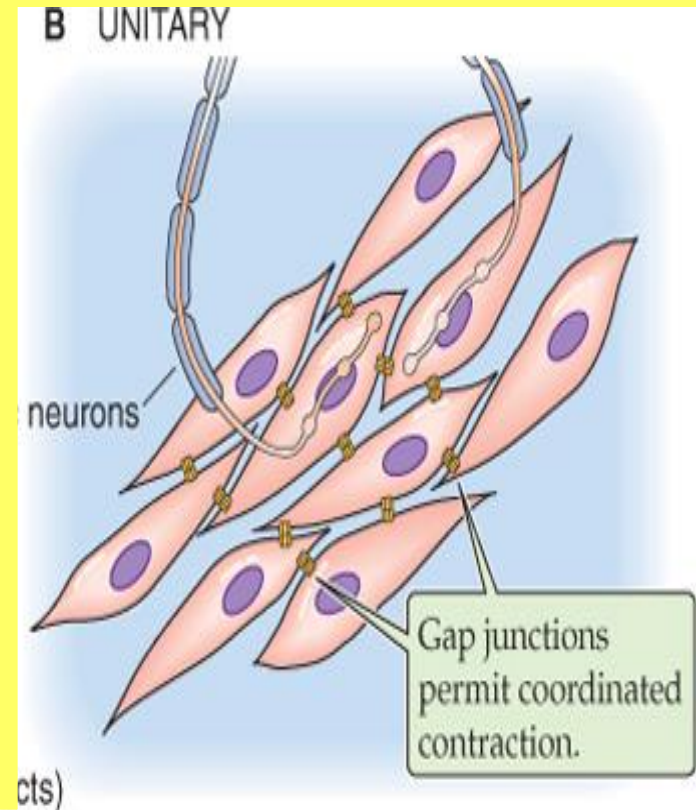
- ein Kern pro Zelle
- cholinerge und (nor)adrenerge Rezeptoren (A)
- Filamentsysteme (dense bodies und plaques (B))
- Kraftübertragung über Integrine (C)
- gap junctions



# Histologie der glatten Muskeln

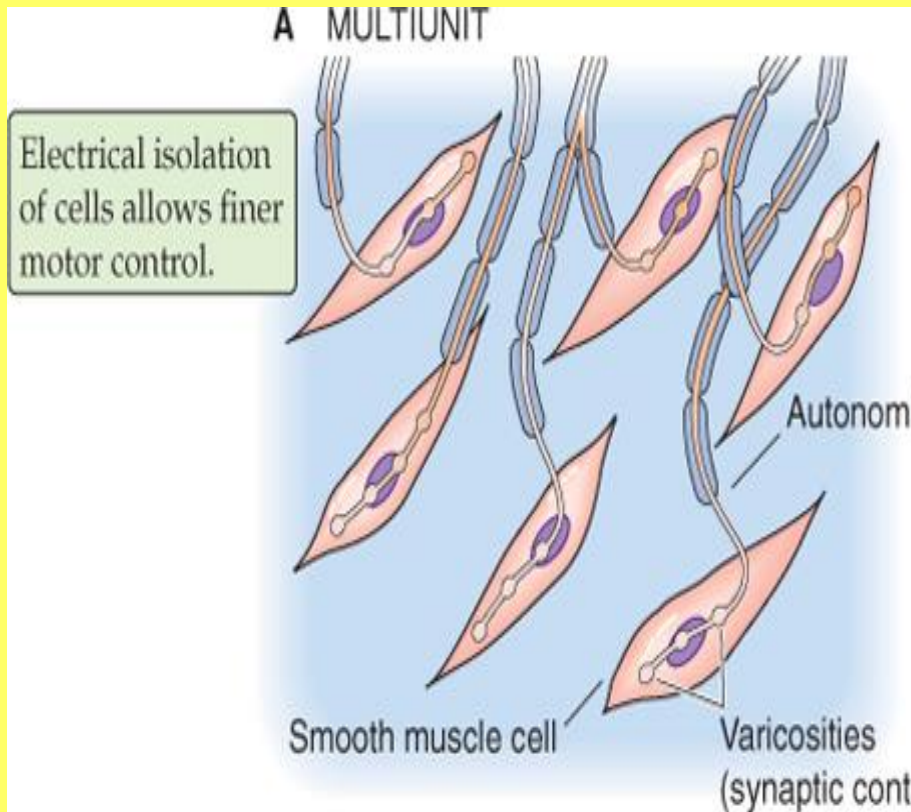
## Single-Unit-Typ

- viele gap junctions
- funktionelle Einheit (wie Synzytium Herz)
- selbstständige Erregung und Ausbreitung über Zellverband
- durch Hormone und Dehnung moduliert
- Magen- und Darmmuskulatur, Uterus, Ureter



Boron & Boulpaep: Medical Physiology, 2nd Edition.  
Copyright © 2009 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

# Histologie der glatten Muskeln



## Multi-Unit-Typ

- weniger autonom
- Kontrolle durch vegetative Nerven
- über Rezeptoren Erregung der Einheit
- Iris, Ziliarkörper, Pilomotoren, Samenleiter, Bronchien

Boron & Boulpaep: Medical Physiology, 2nd Edition.

Copyright © 2009 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

# Inhalt

Definition

Embryologie

Histologie

Physiologie

Pathologie der glatten Muskeln

zum Procain

# Physiologie der Muskeln

---

## Skelett-Muskeln

---

Kalzium an **Troponin**

Aktivierung von Myosin

Ruderschlag (Kontraktion)

Anwesenheit von Ca und Mg  
(Relaxation)

Stoffwechsel: **erst anaerob**  
(Kreatin(in)phosphat und  
Glycogen) und **dann aerob**  
(Fettsäuren, Zitratzyklus und  
O<sub>2</sub> zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O)

## glatte Muskeln

---

Kalzium an **Calmodulin**

Myosin-Leichtketten-**Kinase**

Ruderschlag (Kontraktion)

Myosin-Leichtketten-  
**Phosphorylase** (Relaxation)

Stoffwechsel: **nur aerob**  
(Fettsäuren, Zitratzyklus und  
O<sub>2</sub> zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O)



# Physiologie der glatten Muskeln

---

## Single-unit-Typ

---

- Einfluss durch Noradrenalin, Acetylcholin, Östrogen, Oxytocin, Prostaglandine, Histamin, pH-Wert, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Temperatur und Dehnung
- reaktive Kontraktion
- Magen-Darmmuskulatur, Uterus, Ureter, teilweise in großen Gefäßen

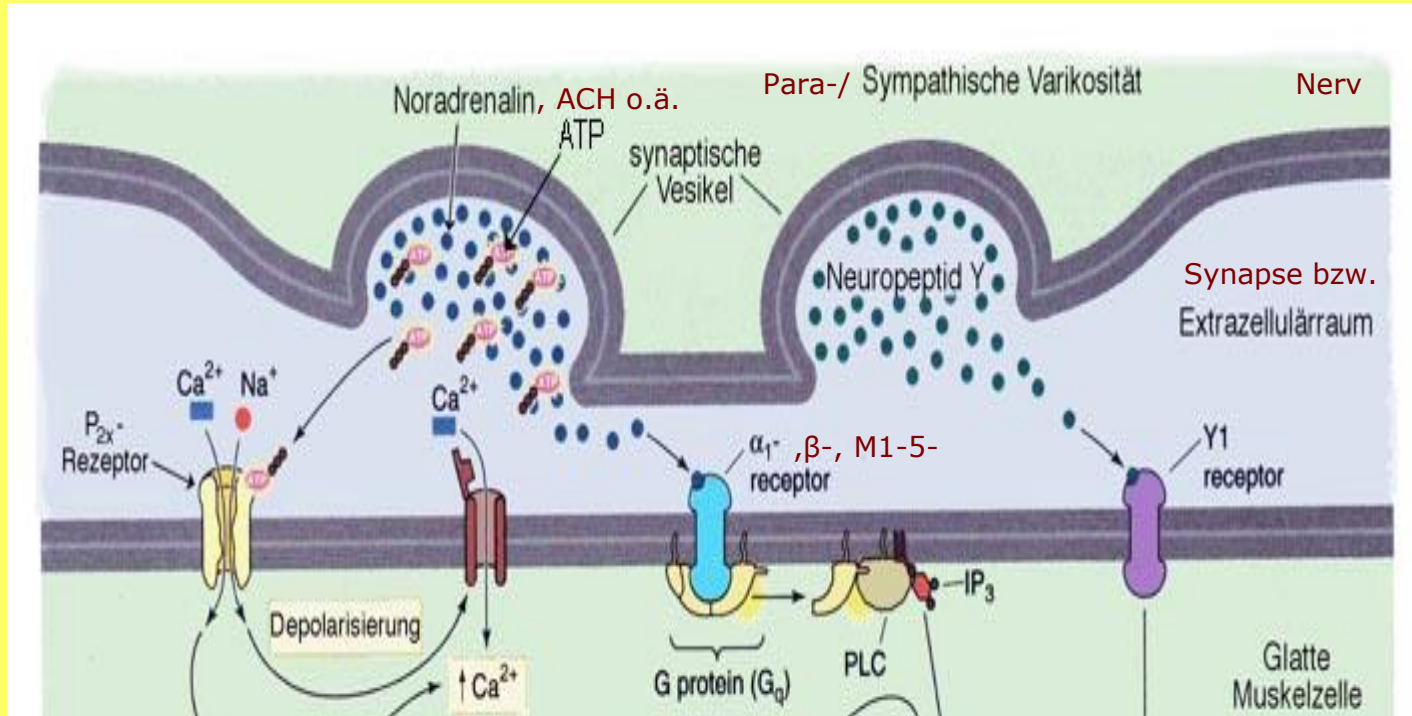
## Multi-unit-Typ

---

- Einfluss v.a. je nach Varikositäten und Rezeptor(typ) vom Parasympathikus und vom Sympathikus
- abgestufte Kontraktion
- Iris, Ziliarkörper, Pilomotoren, Samenleiter, Bronchien, kleine Gefäße



# Physiologie der glatten Muskeln



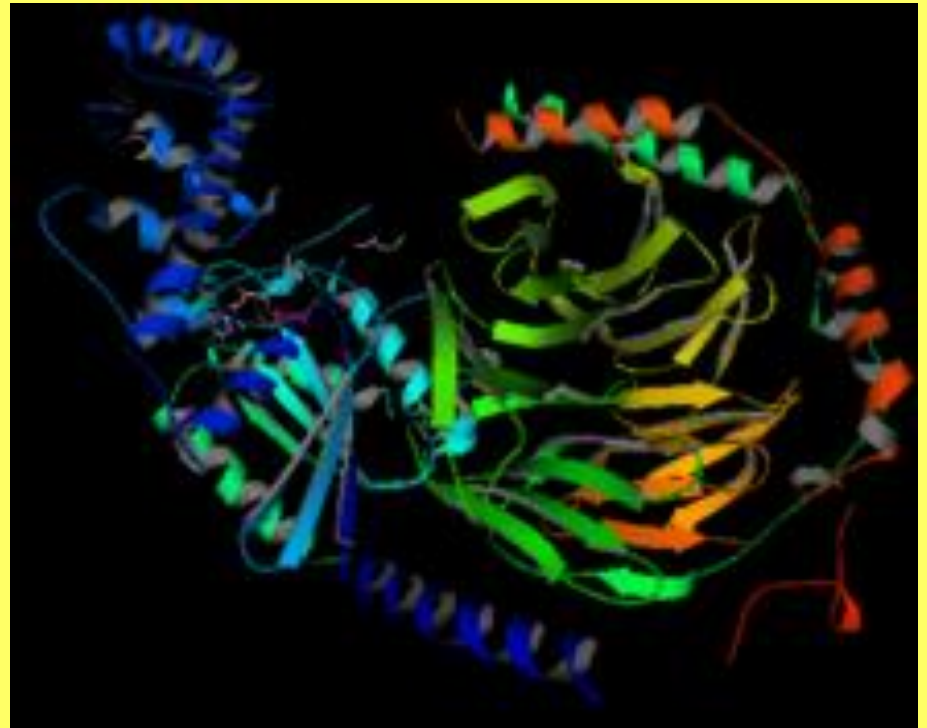
<http://...medunigraz.at/helmut.hinghofer-szalkay/Cotransmission.jpg>

# Physiologie der glatten Muskeln

- Sympathikus: zentral cholinerge (nikotinerge) und peripher (nor)adrenerge und in Schweißdrüsen cholinerge Rezeptoren
- Parasympathikus: cholinerge (nikotinerge und muskarinerge) Rezeptoren
- an glatten Muskelzellen: neben adrenergen nur muskarinerge Rezeptoren und keine nikotinerge Rezeptoren
- v.a. im Magen-Darm-System muskarinerger Typ „M3“
- M3 gehören zur Gruppe der G-Protein gekoppelten Rezeptoren (GPCR)

# Physiologie der glatten Muskeln

- G-Protein
- 7 Helices als Bindeglied zwischen Signal-Akzeptor an extrazellulärem Anteil und Signal-Effektor an intrazellulärem Anteil
- 800 G-Protein gekoppelte Rezeptoren (GPCR) bekannt (Hollmann et al. 2001)



[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

# Inhalt

Definition

Embryologie

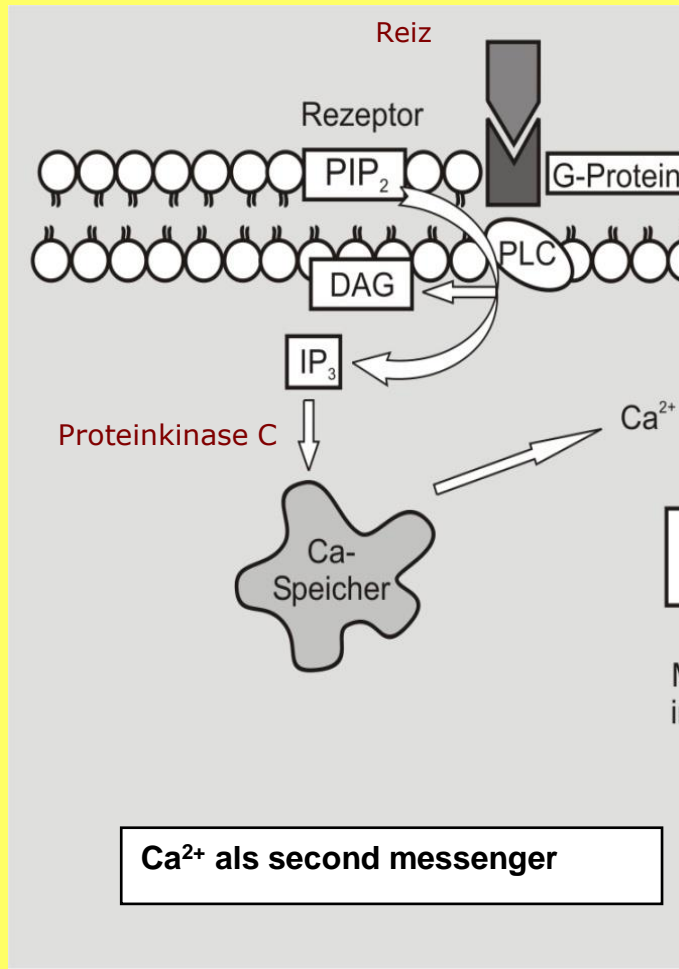
Histologie

Physiologie

Pathologie der glatten Muskeln

zum Procain

# Pathologie der glatten Muskeln

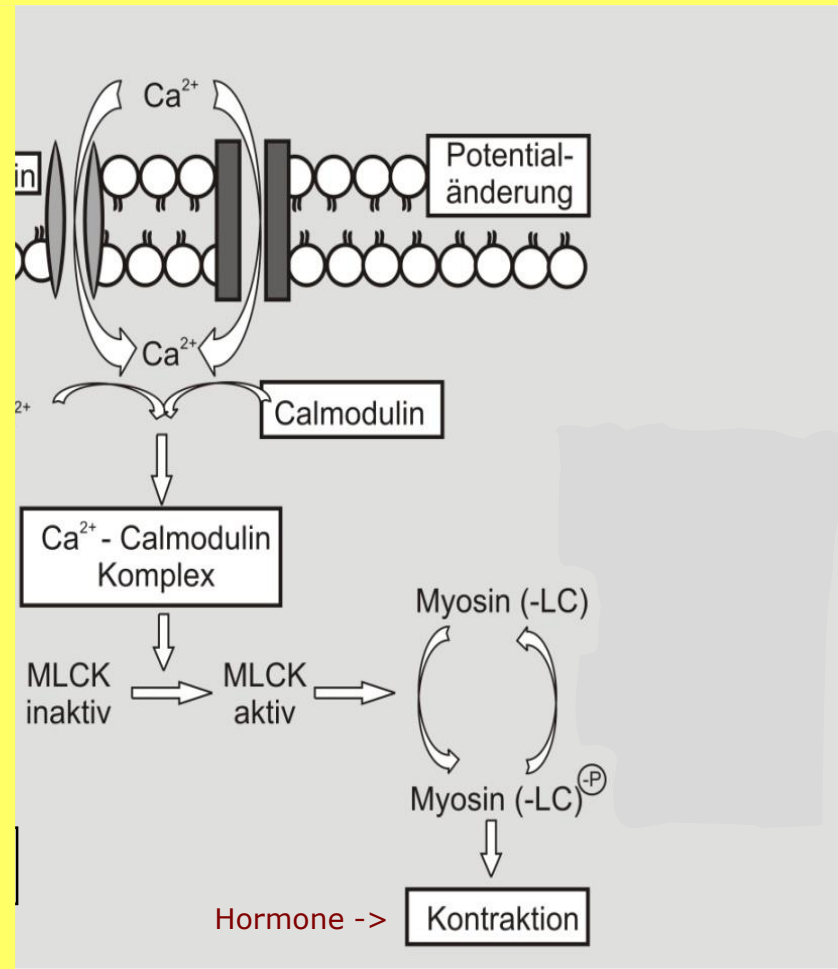


[www.physio.uni-luebeck.de](http://www.physio.uni-luebeck.de)

- Reiz löst über GPCR Reaktion aus
- Gαq-Protein spaltet Phosphatidyl-Inositol-Bisphosphat (PIP<sub>2</sub>) in Inositol-3-Phosphat (IP<sub>3</sub>) und Diacylglycerol (DAG)
- Aktivierung Proteinkinase C

# Pathologie der glatten Muskeln

- über second messenger Kalzium -> Calmodulin-Kalzium-Komplex
- Aktivierung der Myosin-Leichtketten-Kinase (kontraktionsvermittelnd)
- Kontraktion auch direkt durch andere Substanzen
- Regulation über Phosphatase durch Phosphokinase G

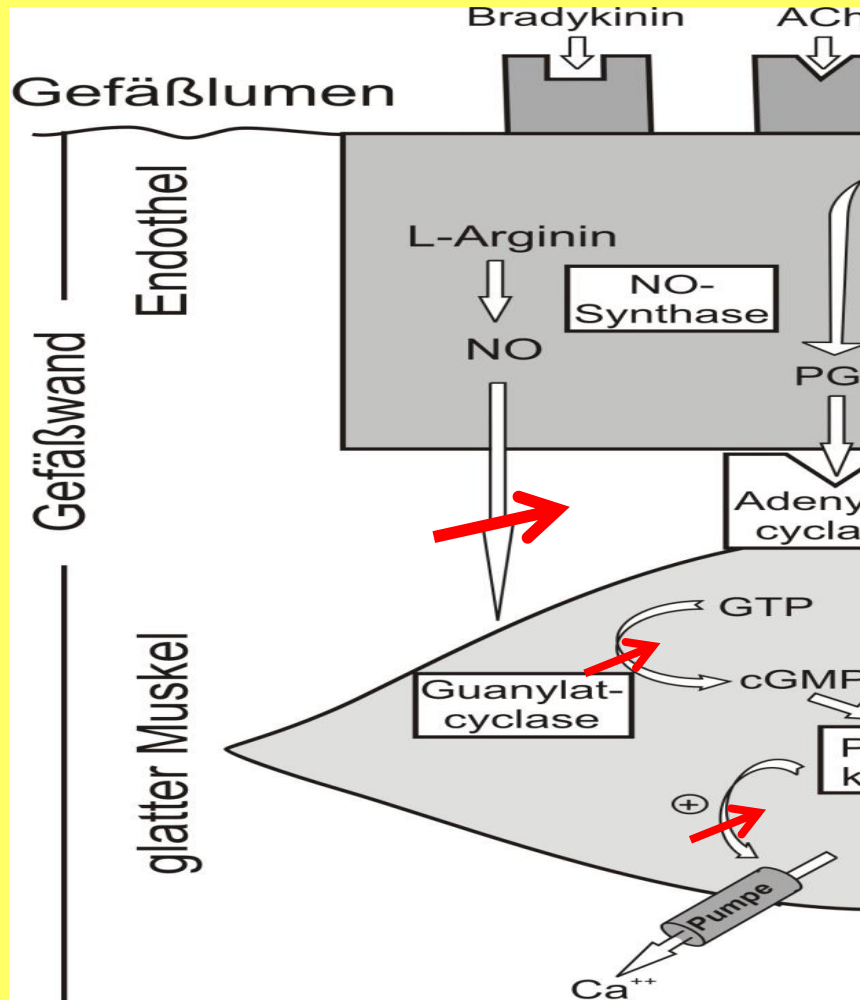


[www.physio.uni-luebeck.de](http://www.physio.uni-luebeck.de)

# Pathologie der glatten Muskeln

- Beispiel: Gefäßwandmyozyt
- bei nitrosativem Stress gestörte Regulation über verminderte Freisetzung von endothelialelem NO aus Arginin durch NO-Synthetase
- NO diffundiert weniger in Muskelzelle
- Guanylatcyclase aktiviert weniger GTP zur Energiegewinnung
- weniger Sensitivisierung von Kalzium über Phosphokinase G bzw. Myosin-Leichtketten-Phosphatase
- damit weniger Phosphorylierung bzw. Relaxation (höherer Tonus!)

# Pathologie der glatten Muskeln



- verminderte Freisetzung von NO
- NO diffundiert weniger in Muskelzelle
- Guanylatcyclase aktiviert weniger GTP
- weniger Sensitivisierung von Kalzium durch Phosphokinase G
- weniger „Relaxation“ bzw. höherer Tonus!



# Inhalt

Definition

Embryologie

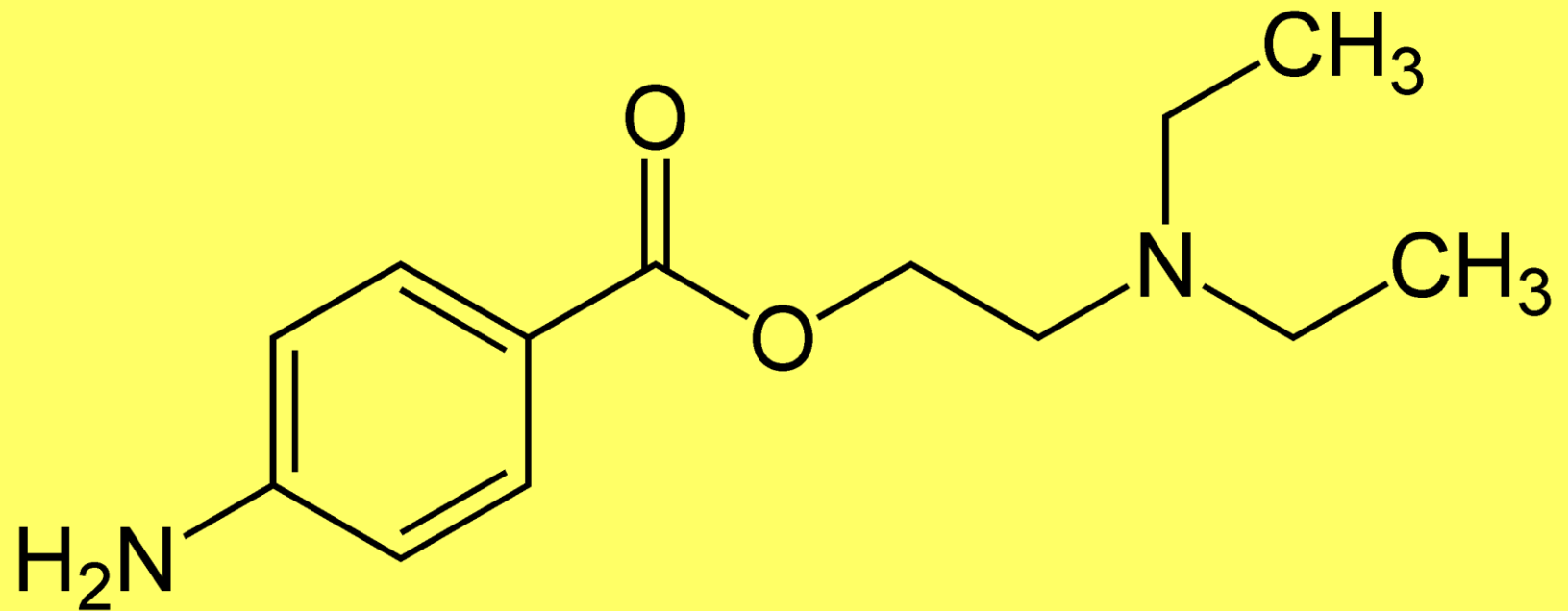
Histologie

Physiologie

Pathologie der glatten Muskeln

zum Procain

# zum Procain



# Procainwirkung auf die glatten Muskeln

- Blockade am Natrium-Kanal (Senkung Membranpotential)
- senkt v.a. über M3-Rezeptoren (Gaq-Anteil) den Tonus in glatten Muskeln (Ca-Konzentration?)
- DEAE wirkt vasodilatierend, hyperämisierend, bindet ungesättigte FS, erhöht Aktivität des Endocannabinoidsystem
- PABA wirkt antihistaminerg, demethylierend, kapillarabdichtend, bindet Ceramid, ein verändertes Sphingolipid und Mitochondriengift v.a. aus glatten Muskelzellen der Gefäße) *(Heine 2010)*