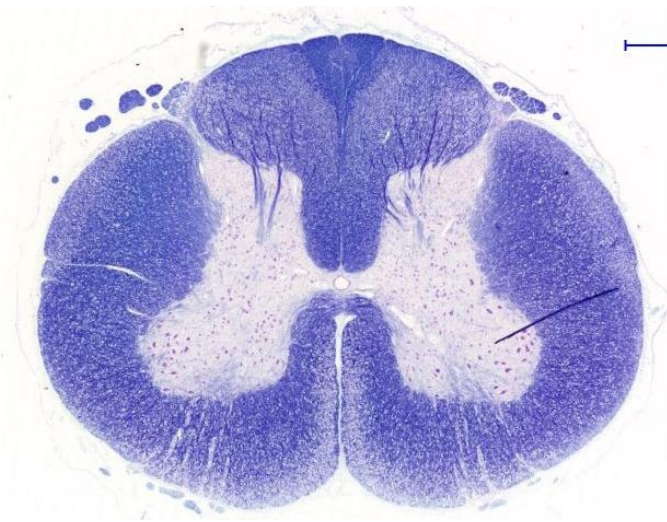


Mikroskopie des Rückenmarks



*Reflexbogen,
Rezeptoren,
Effektoren,
Eigenreflex*

Dr. Andrea D. Székely

Semmelweis Universität

Anatomisches, Embryologisches und Histologisches Institut

BUDAPEST

Herzlichst bedankend: Dr Cs. Dávid



FEINSTRUKTUR UND GLIEDERUNG DES RÜCKENMARKS

Das Rückenmark besteht aus **grauer Substanz** und **weißer Substanz**. Die graue Substanz besteht überwiegend aus Perikaryen, die weiße Substanz aus Axonen

Unterschiedliche Bereiche - Querschnitte

Die **graue Substanz** umfasst den **canalis centralis** (Vorderhorn, Hinterhorn, Seitenhorn)

Die graue Substanz hat im Rückenmarksquerschnitt die Form eines Schmetterlings

Rexedsche Laminen

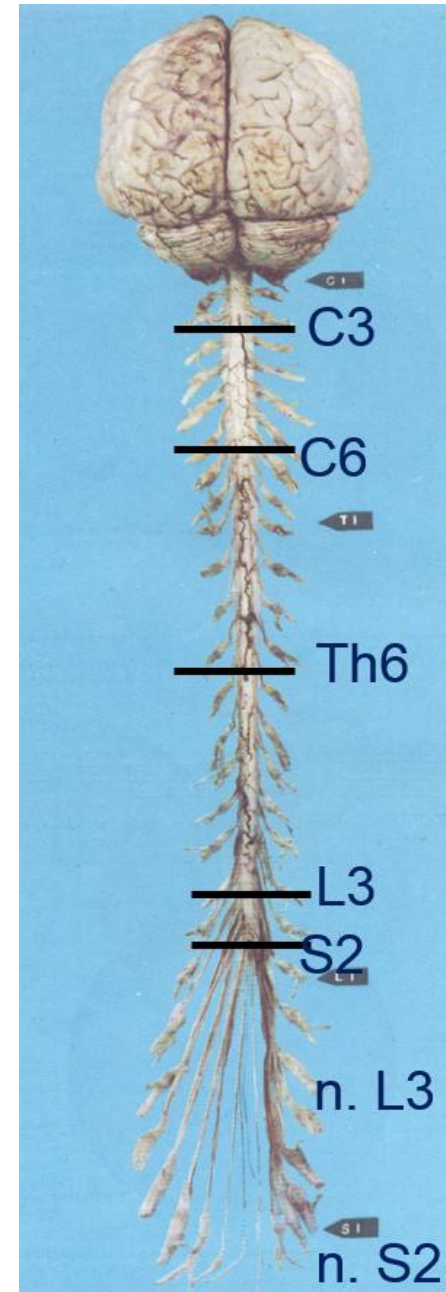
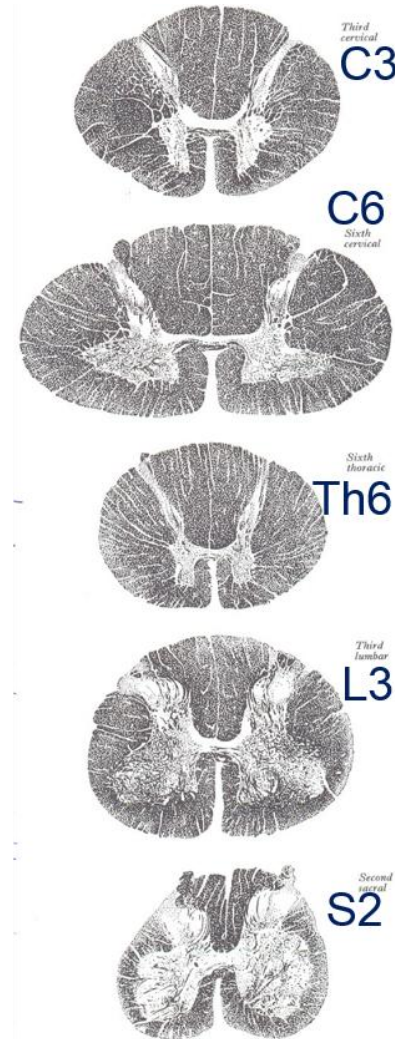
Kerne

Die **weisse Substanz** enthält Bahnen/Projektionen die die Zentren des Zentralnervensystem miteinander verbinden.

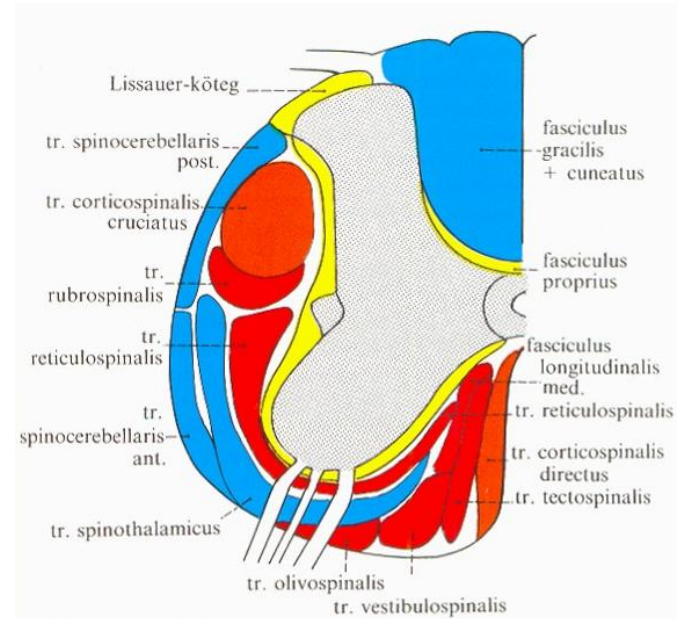
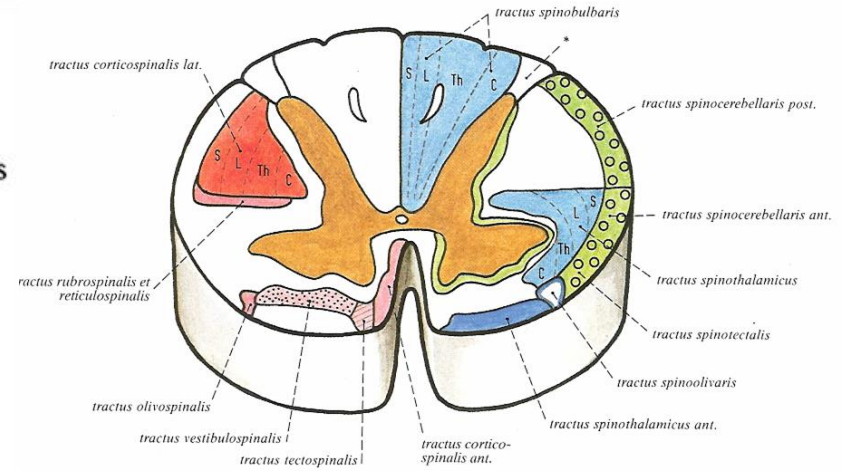
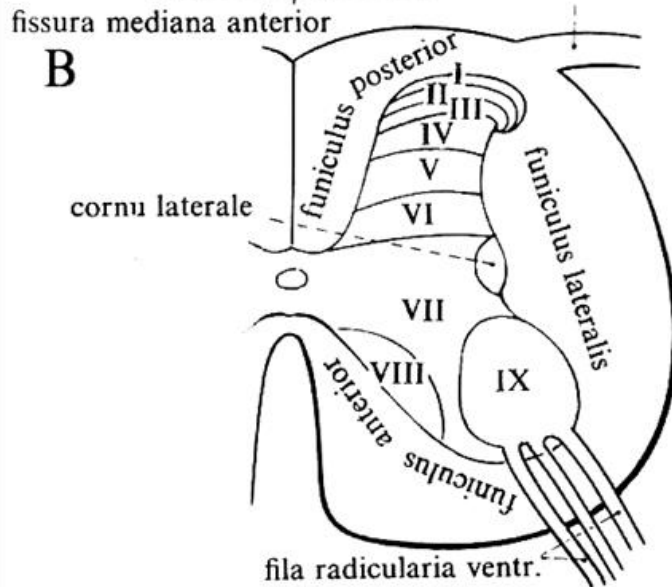
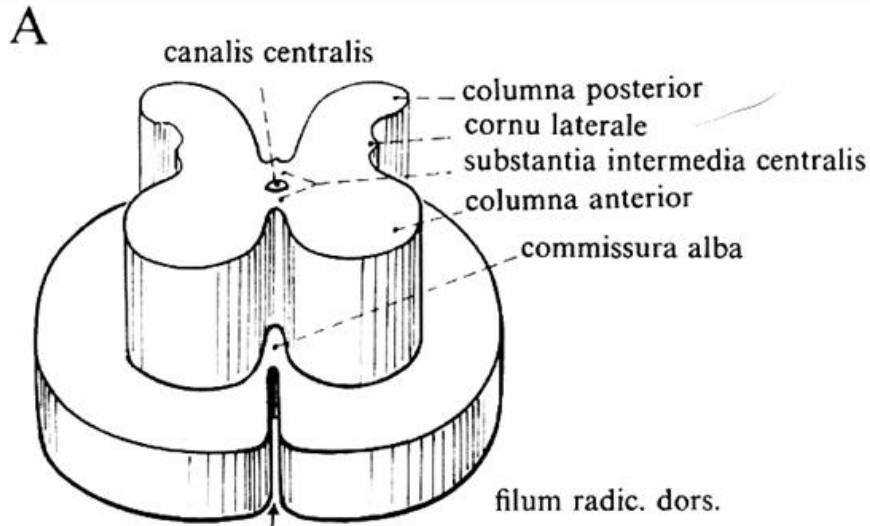
Aufsteigende, absteigende und Assoziationsbahnen

3 Faserbündeln

(funiculi anterior, lateralis & posterior)



TEILE DES RÜCKENMARKS



BAHNEN DES RÜCKENMARKS

Funiculus posterior

tractus spinobulbaris – läuft weiter als
lemniscus medialis

Funiculus lateralis

AUFSTEIGEND

tractus spinothalamicus lateralis
tractus spinotectalis (egyik fele)
tractus spinocerebellaris anterior
tractus spinocerebellaris posterior

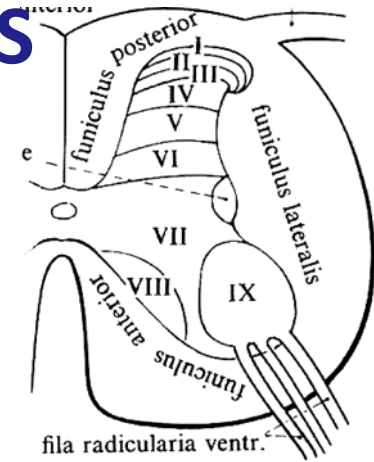
Funiculus anterior

AUFSTEIGEND

tractus spinothalamicus anterior
tractus spinotectalis (másik fele)
tractus spinoreticularis
tractus spinoolivaris

F
A
S
C
I
C
U
L
U
S
P
R
O
P
R
I
U
S

– eigenes System
Grundbündel

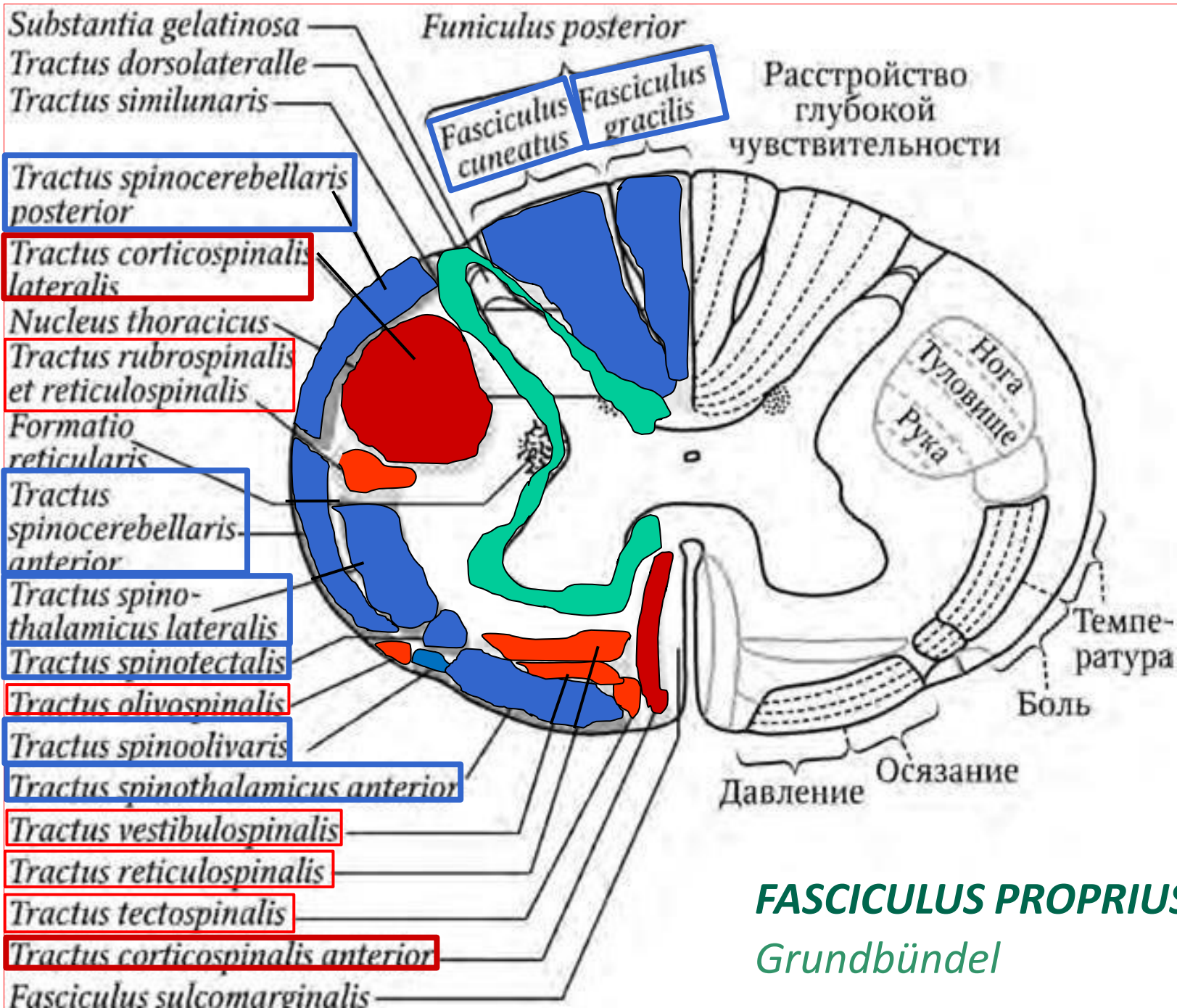


ABSTEIGEND

tractus corticospinalis lateralis (X)
tractus reticulospinalis (eine Hälfte)
tractus rubrospinalis

ABSTEIGEND

tractus corticospinalis anterior
tractus vestibulospinalis
tractus reticulospinalis (andere Hälfte)
tractus tectospinalis
tractus interstitiospinalis
tractus raphespinalis

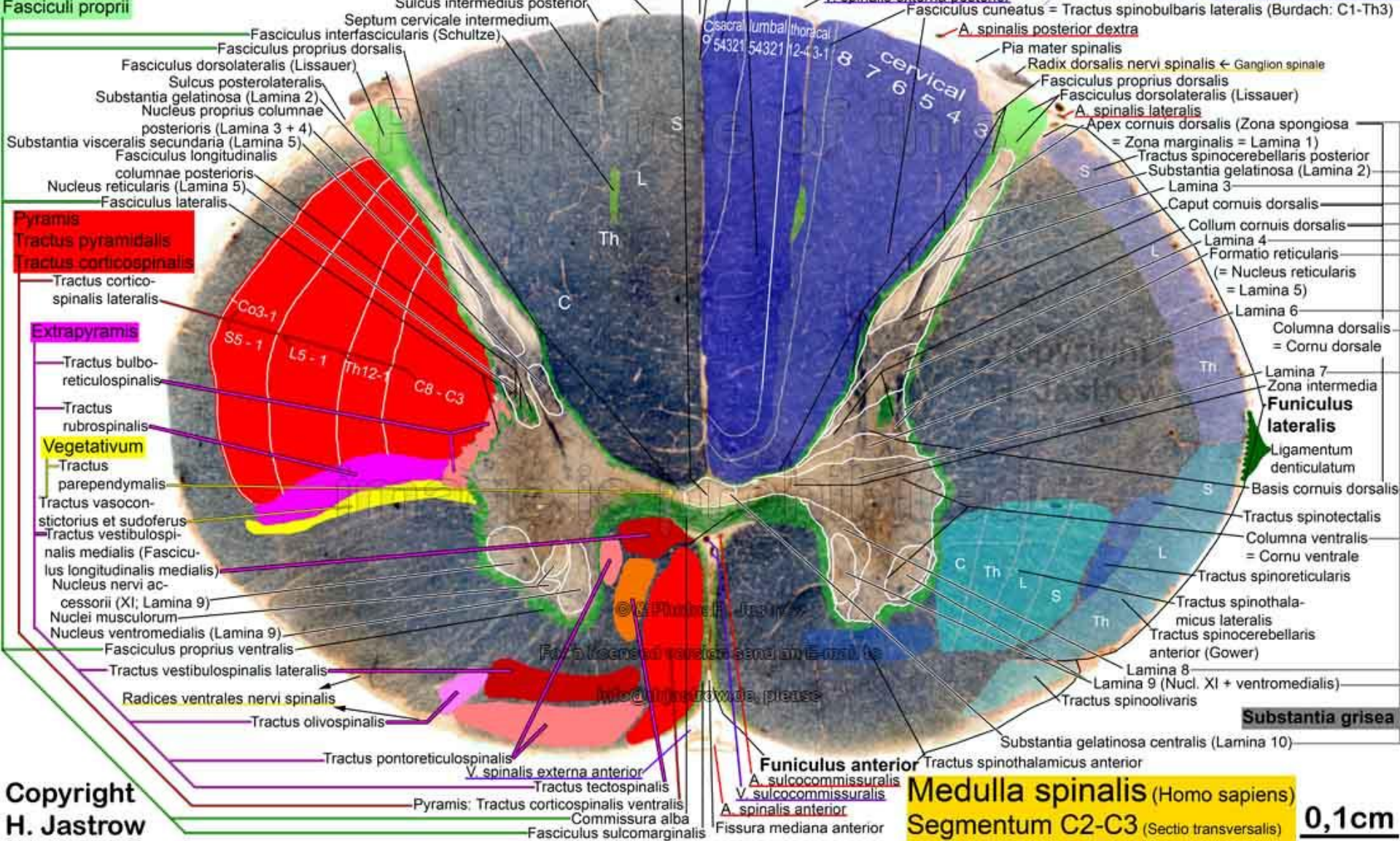


↓ Tractus descendentes ↓

↑ Tractus ascendentes ↑

Fasciculi proprii

Funiculus posterior = Tractus spinobulbaris



Copyright H. Jastrow

Medulla spinalis (Homo sapiens) Segmentum C2-C3 (Sectio transversalis)

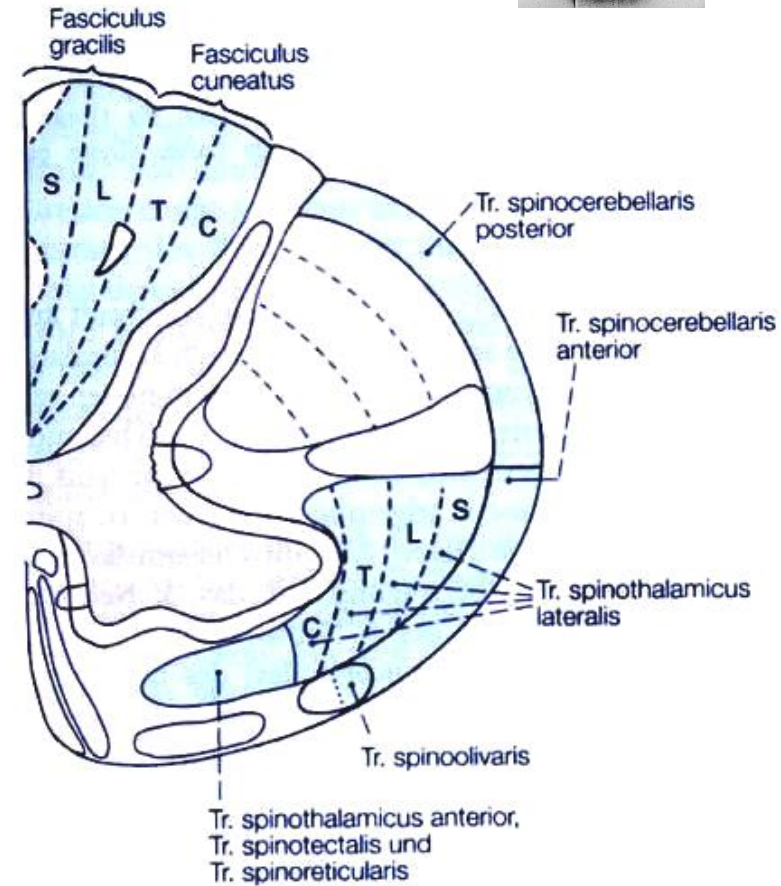
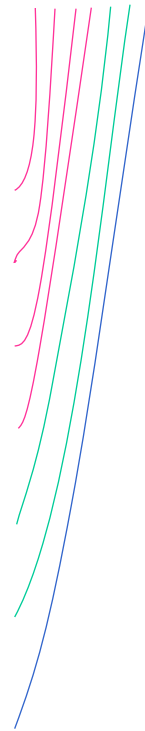
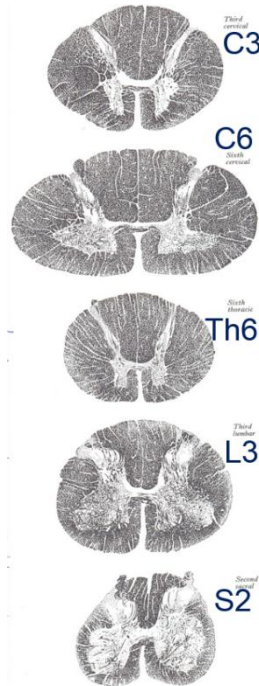
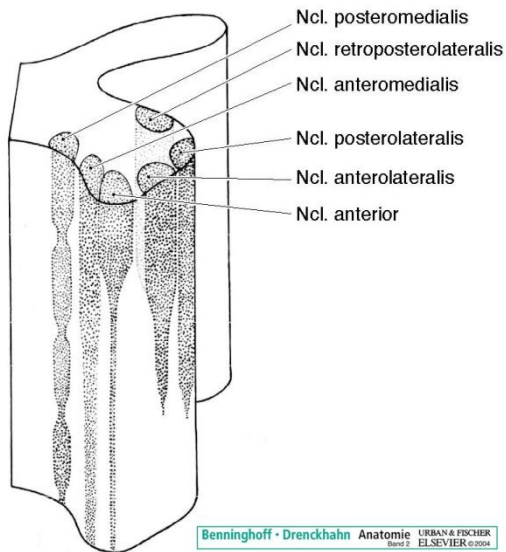
0,1cm

ANORDNUNG DER FASER – KAHLER REGEL



Somatotopische Gliederung

Die **längere** ab- und aufsteigende Fasern liegen immer **oberflächlicher** (weiter weg von der grauen Substanz), als die kürzeren



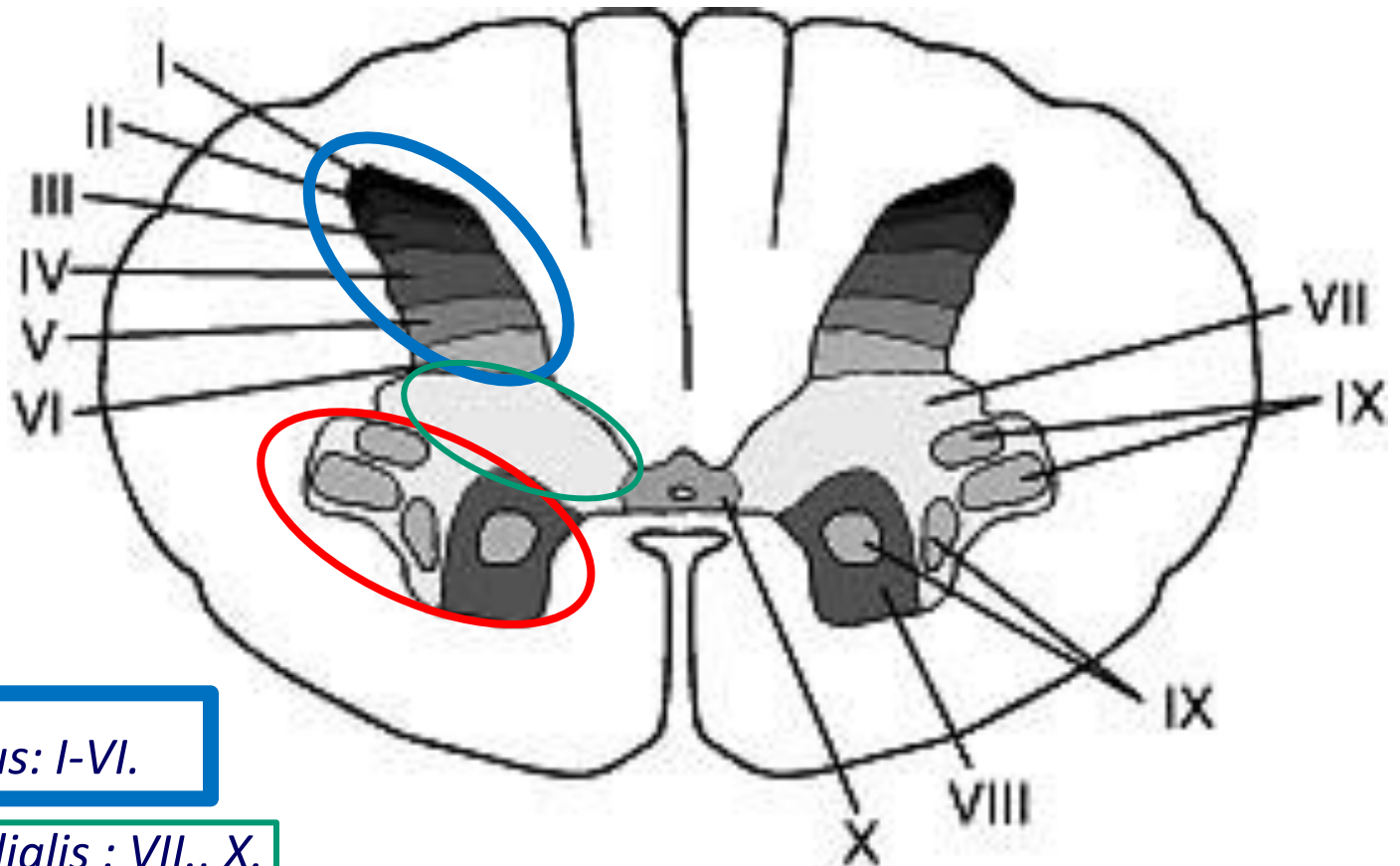
S – sakral
 T – thorakal

L – lumbal
 C – zervikal



DIE GRAUE SUBSTANZ

Bror Rexed
(1914-2002)

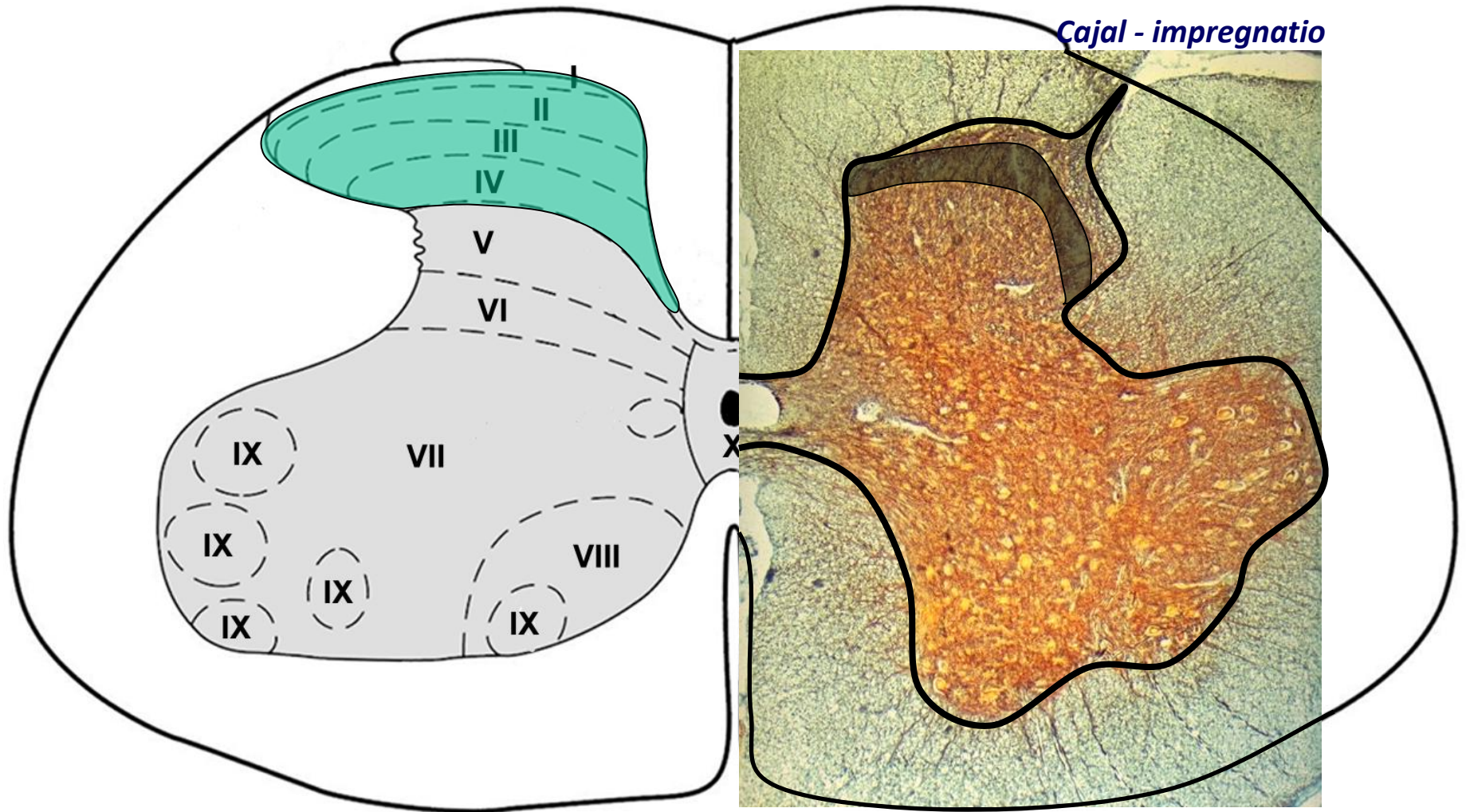


Cornu posterius: I-VI.

Zona intermedialis : VII., X.

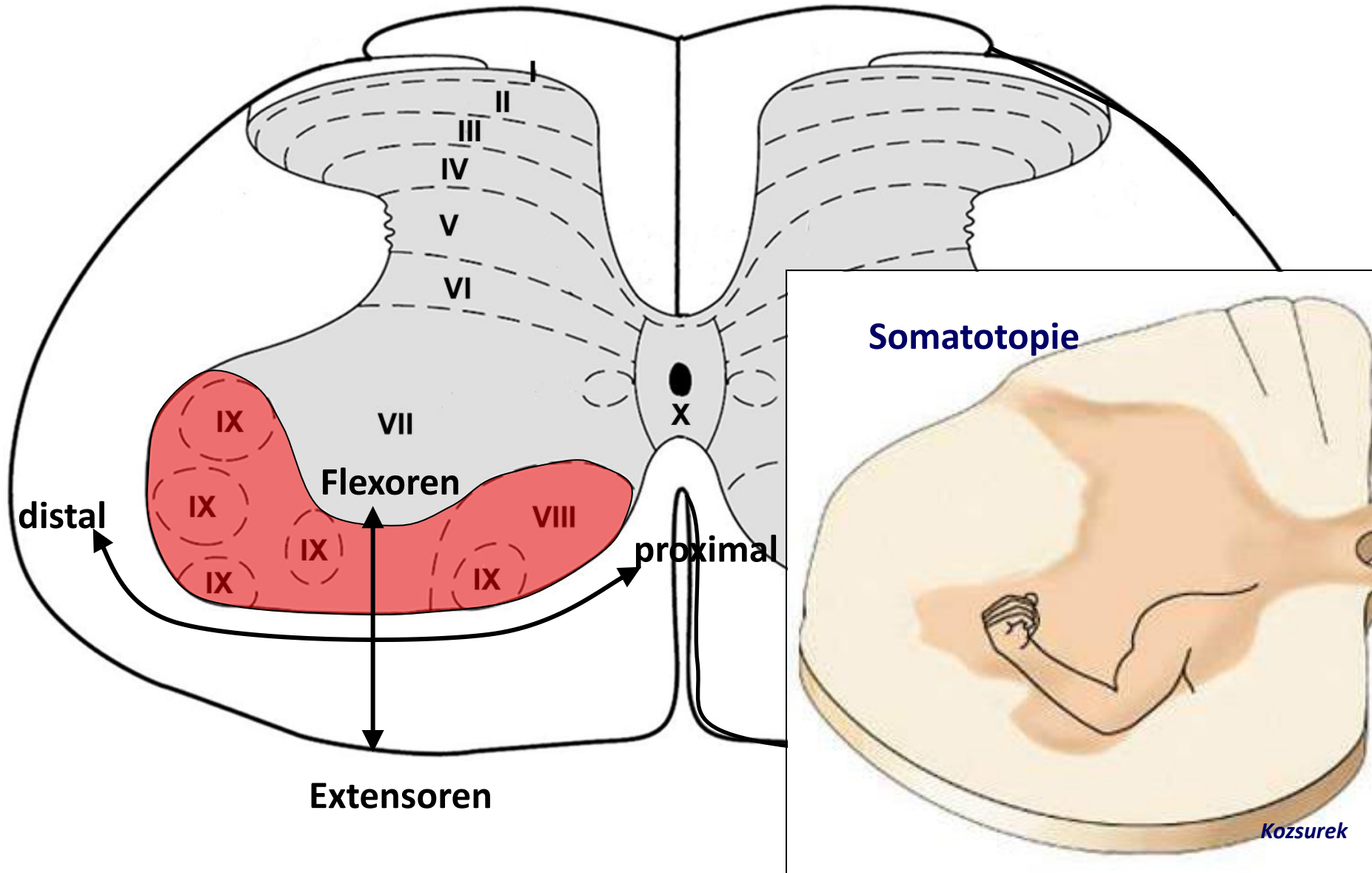
Cornu anterius : VII-VIII-IX.

CORNU POSTERIUS



lamina II: substantia gelatinosa Rolandi

CORNU ANTERIUS



KERNE DES RÜCKENMARKS

1 HINTERHORN – somatosensorische Kerne

- 1.1 **nucleus marginalis/apicalis** – besteht aus Interneurone (moduliert afferente Signale)
- 1.2 **substantia gelatinosa Rolandi** – besteht aus Interneurone (moduliert afferente Signale)
- 1.3 **Nucleus proprius** – erste Umschaltstelle des Anterolateralsystems (Synapse)
 - Neuronen modulieren Schmerz, grobe Druck, Temperatur
 - Das Axon vom 2-ten Neuron kreuzt die Mittellinie und steigt kontralateral zum Thalamus (tract. spinothalamicus), oder Formatio reticularis (tract. spinoreticularis) oder Tectum mesencephali (tract. spinotectalis) auf.
- 1.4 **nucleus thoracicus posterior (nucl. dorsalis, Clarke - Stilling)**
 - Propriozeption aus der unteren Extremität bzw unterer Körperhälfte schaltet hier um zu 2. Neuron

– Spinozerebellare Efferenzen

2 Zona intermedia – viszerosensorische Area

- 2.1 **nucleus intermediomedialis**
 - Aufarbeitung der Information aus Eingeweide (Dehnung, Schmerz, Temperatur, mechanorezeptoren, Chemorezeptoren) Umschaltstelle zu 2. Neuron

3 SEITENHORN – viszeromotorische Kerne

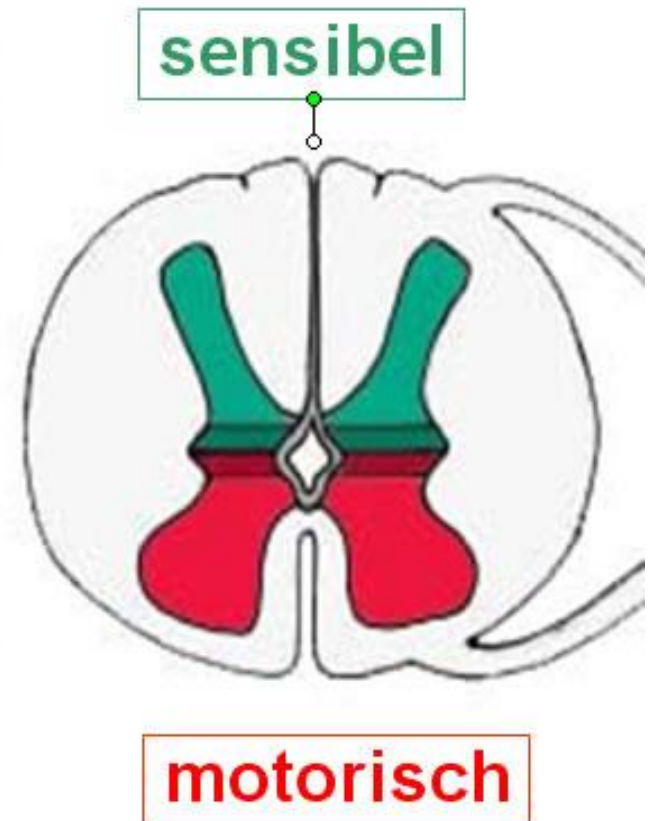
- 3.1 **nucleus intermediolateralis**
 - sympathische preganglionäre Axone stammen aus den (C8 - L3 segm.
 - parasympathische preganglionäre Axone stammen aus den S2 - S4 segm.

4 VORDERHORN – somatomotorische Zellen

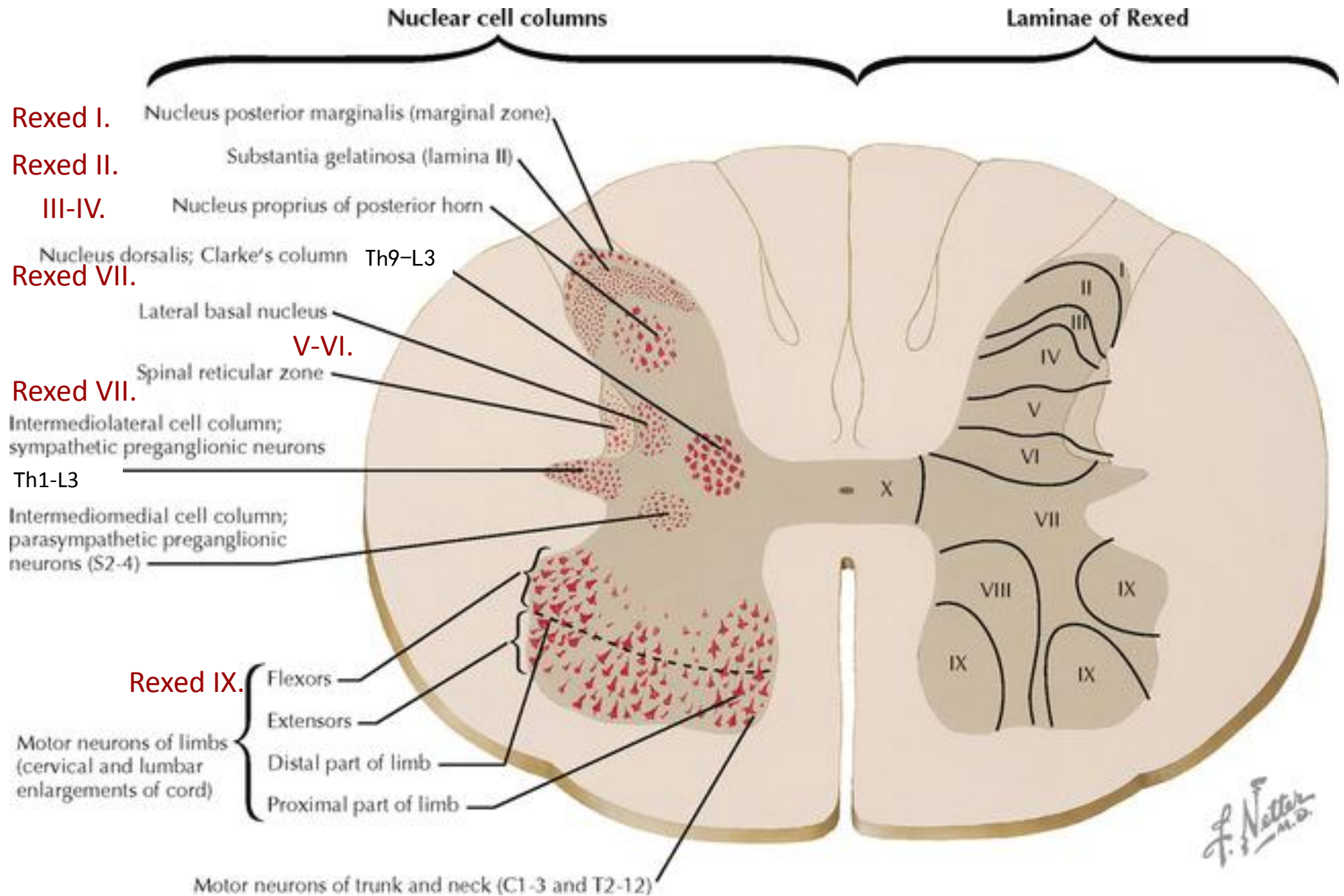
- 4.1 **Motorische Kerne**
 - alpha motoneuronen – innervieren die extrafusalen Muskelfasern
 - gamma motoneuronen - innervieren die intrafusalen Fasern des Muskelspindel

KERNE DES RÜCKENMARKS

Laminae	Kerne
Hinterhorn: I	Zona marginalis (Ncl. postero-marginalis)
II	Substantia gelatinosa
III-VI	Nucleus proprius (Ncl. centro-dorsalis).
Seitenhorn: VII	Ncl. dorsalis (Ncl. thoracicus, Clarke 'sche Säule)
VII	Ncl. intermedio-lateralis (viszero-motorische Zellen)
Vorderhorn: VIII, IX	somato-motorische Zellen
X (Zentralregion)	perikanalikuläres Grau



KERNE UND LAMINEN DES RÜCKENMARKS



TYPEN DER NERVENZELLEN

1. die zentralen Fortsätze der primär sensiblen (afferenten) Neurone (deren Zelleib im Spinalganglion liegt),

2. Projektionsneurone:

2a. Neurone, deren Axone das Rückenmark verlassen um Skelettmuskeln oder vegetative Ganglien zu innervieren (Motoneurone),

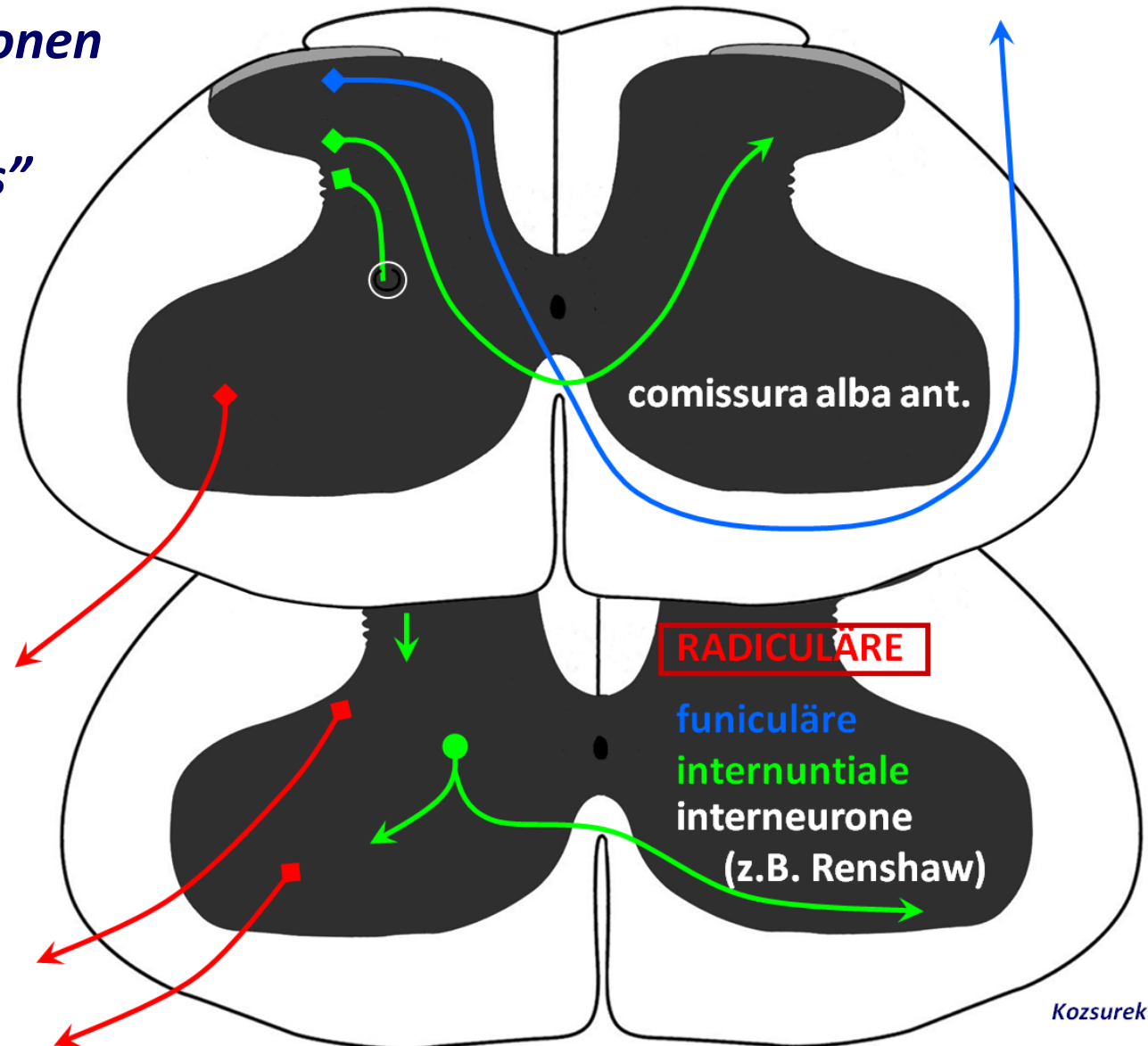
2b. Neurone, die als Ursprungsneurone von Rückenmarksverbindungen zu dienen (Trakt- oder Strangzellen).

3. Neurone, deren Axone im ZNS verbleiben um entweder segmental im Rückenmark zu enden (Interneurone).

NERVENZELLEN DER GRAUEN SUBSTANZ

- *Projektionsneuronen*

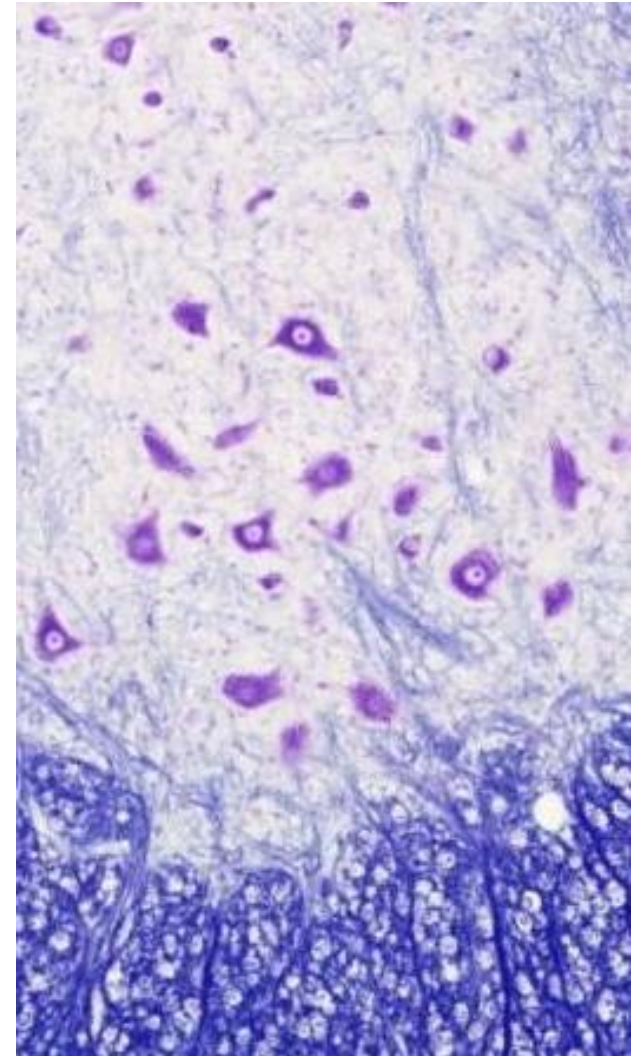
- „*local circuit cells*“



NERVENZELLEN DER GRAUEN SUBSTANZ

Motoneurone (radikuläre Neurone)

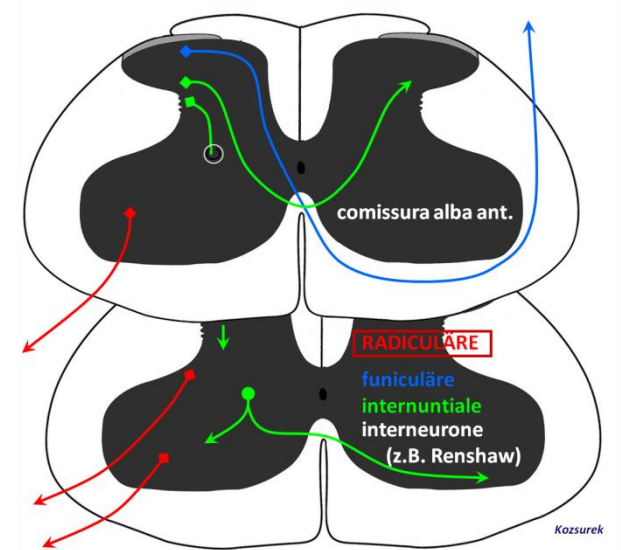
- a) Somatomotor
 - im Vorderhorn
 - α - und γ -Motoneurone
 - ihre Axone verlassen das ZNS durch die ***Radices ventrales***, und innervieren **quergestreifte Muskeln**
- b) Viszeromotor
 - im Seitenhorn
 - gehören zum vegetativen NS
 - ihre Axone verlassen das ZNS durch die ***Radices ventrales***, und enden in vegetativen Ganglien
 - die postganglinäre Fasern innervieren **glatte** Muskulatur und Drüsen

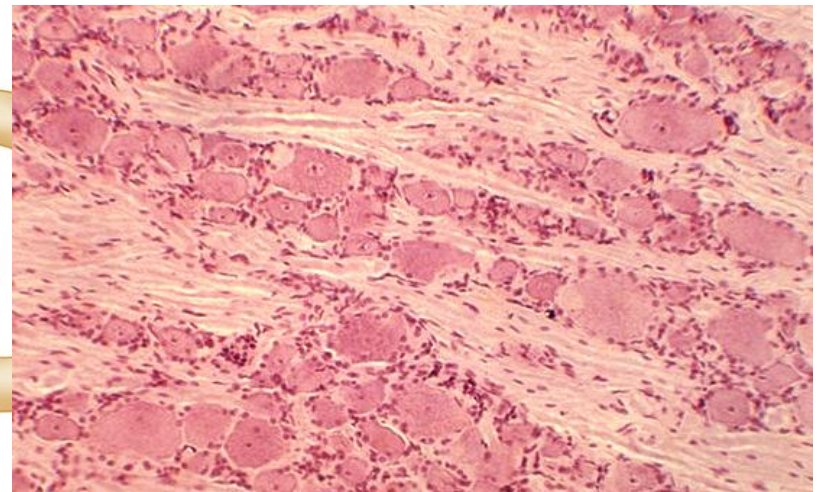
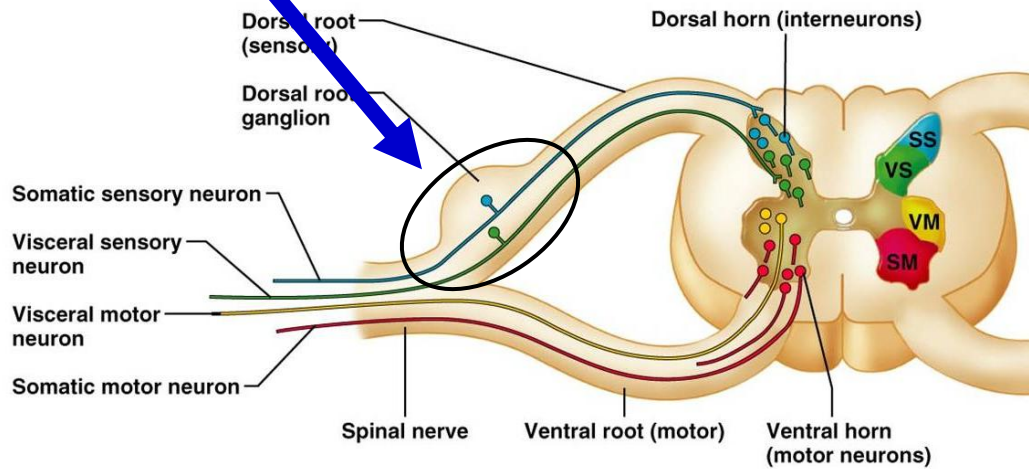
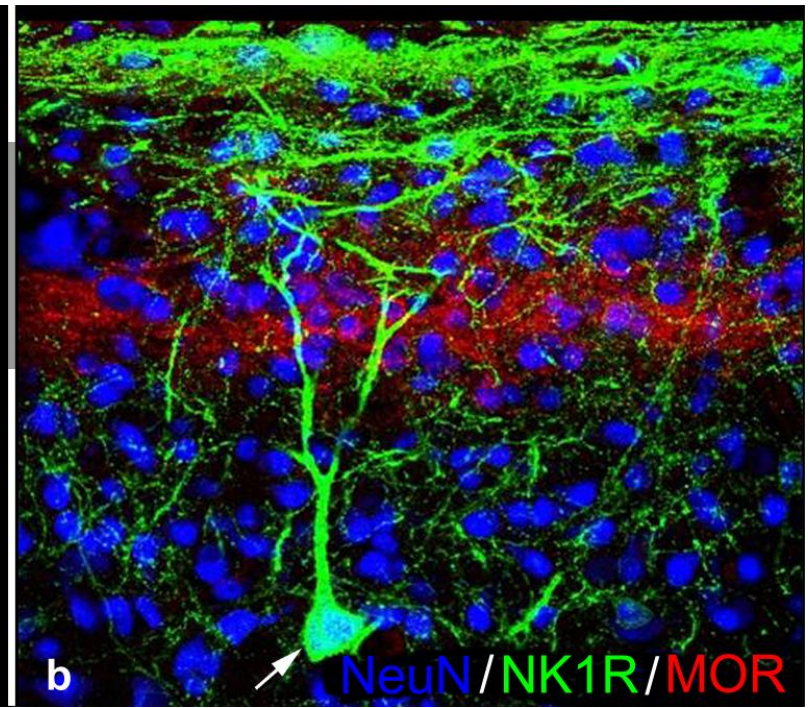
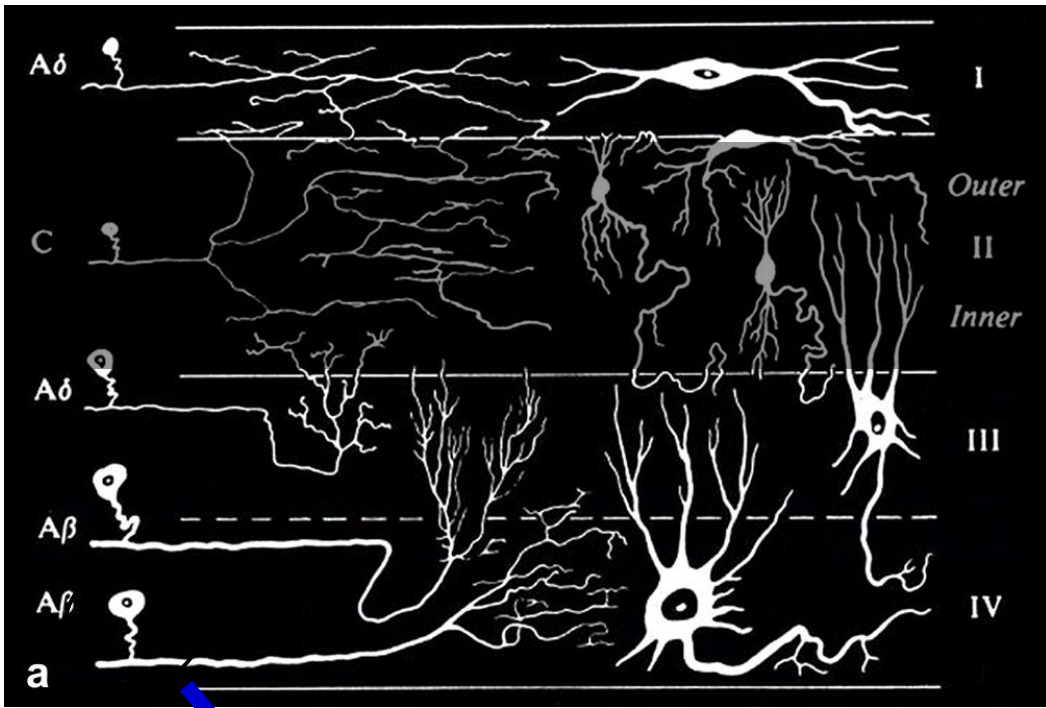


NERVENZELLEN DER GRAUEN SUBSTANZ

Binnenzellen

- **Strangzellen**
(verbinden Rückenmarksegmente)
- **Relayneurone**
(modulieren Informationsweitergabe)
- **Kommissurenzellen**
- **Interneurone**
 - GABA und/oder Glyzinerge Neurone
 - Vorwärtshemmung (z.B. bei reziproke Antagonisten)
 - Rückwärtshemmung (Motoneuron -> Renshaw Zelle)
 - laterale Hemmung (sensorische Systeme, Kontrasterhöhung)





RÜCKENMARKSREFLEXE

REFLEX

- eine unwillkürliche, vorgeformte, automatische, schnelle Reaktion des Organismus auf einem Reiz
- Neurone sind nötig
- Angeborene (unbedingte) und gelernte (erworbene, konditionierte) Reflexe

Somatische Reflexe

Eigenreflexe

Fremdreflexe

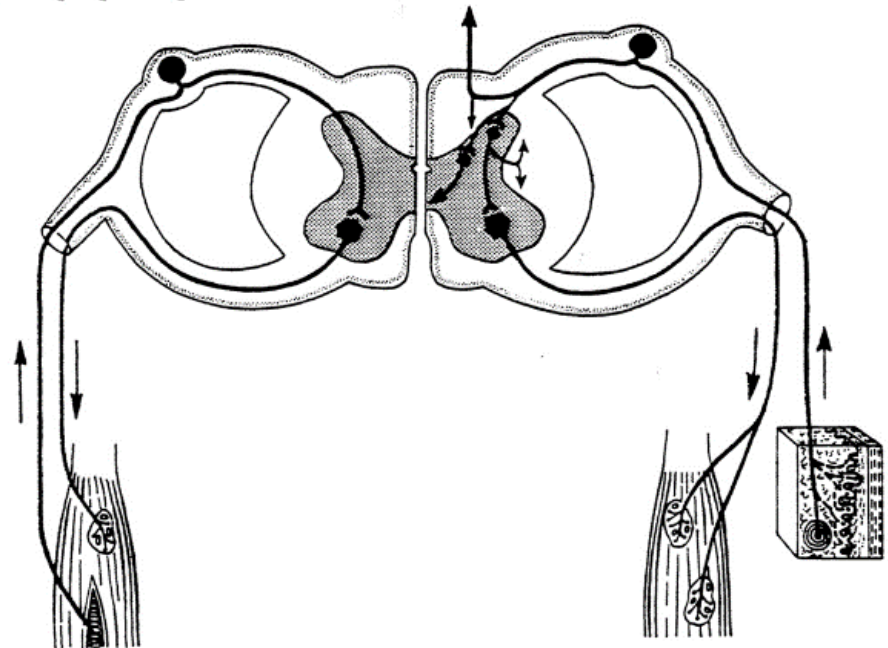
Vegetative Reflexe

Gemischte Reflexe

REFLEXBOGEN

- Rezeptor
- ZNS
- Effektor

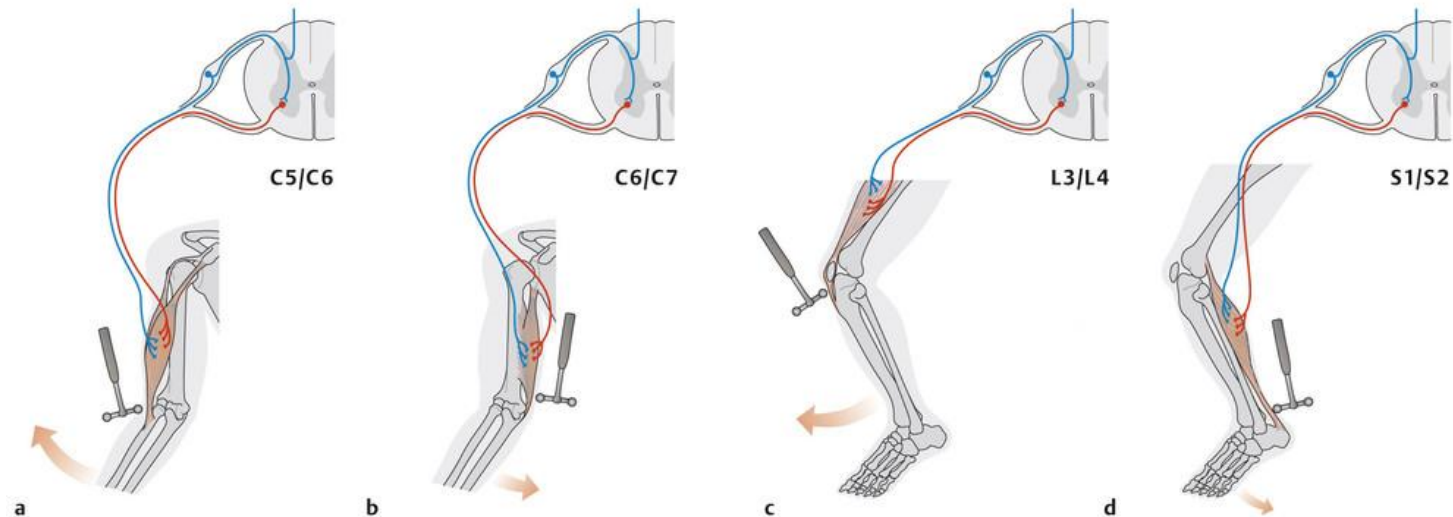
1. Spinal proprioceptive reflex arc 2. Spinal flexor (withdrawal) reflex arc



EIGENREFLEX

Propriozeptiver Reflex

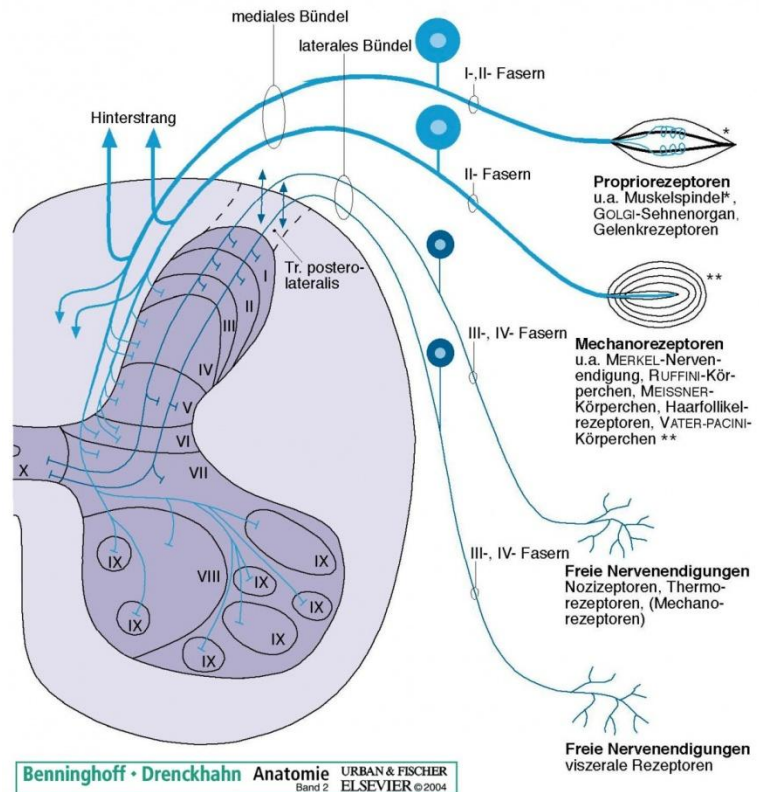
- Einfachster Reflexbogen
- zwei Neurone
- eine Synapse
- Reguliert Muskeltonus
- Synonyme: Muskeleigenreflex, monosynaptischer Dehnungsreflex,



EIGENREFLEX

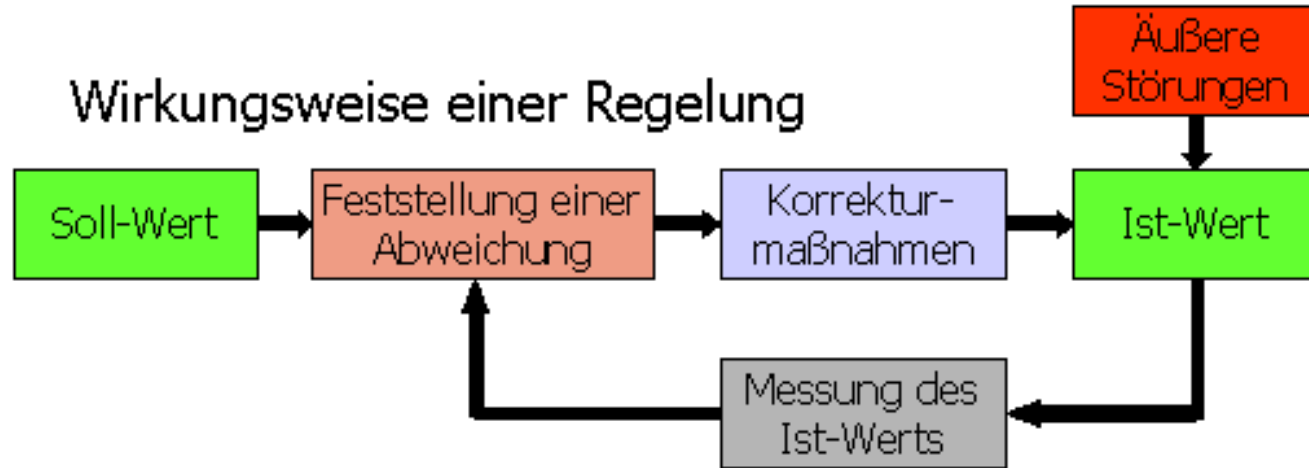
Propriozeptiver Reflex (monosynaptisch)

- **Reiz**
- **Rezeptor (Muskelspindel)**
- **afferente Nervenfasern**
- **ZNS (Motoneuron)**
- **efferente Nervenfasern**
- **Effektor (extrafusale Muskelfasern)**



EIGENREFLEX

Propriozeptiver Reflex (monosynaptisch)

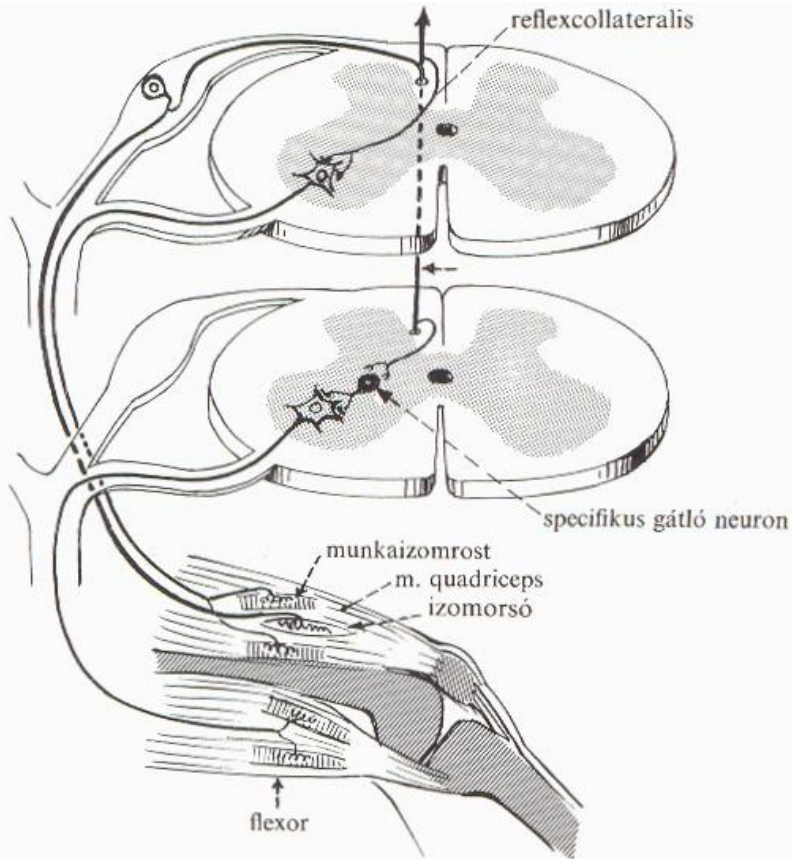


- **Soll-Wert:** durch das ZNS bestimmte Länge eines Muskels
- **Äußere Störung:** Dehnung des Muskels
- Muskelspindel: Messung des Ist-Wertes, und
- **Feststellung einer Abweichung**
- **Korrekturmaßnahmen:** Kontraktion des Muskels

EIGENREFLEX



Propriozeptiver Reflex (monosynaptisch)



8/12. ábra. A propriozeptív reflexív sémája, reciprok gátlópályájával együtt

1. Receptor

Muskelspindel + anulospirale Endigungen

2. Afferenzen: 1. neuron (ggl. Spinale)

α Faser (Die kollaterale Fasern terminieren auf Motoneurone in demselben Segment, oder auf hemmenden Zellen von einem kaudalen Segment)

3. Zentrum (Umschaltung)

Monosynaptisch

4. Efferenzen

2. neuron $A\alpha$ motoneuron

5. Effektor:

Arbeitsmuskulatur (extrafusale Fasern)

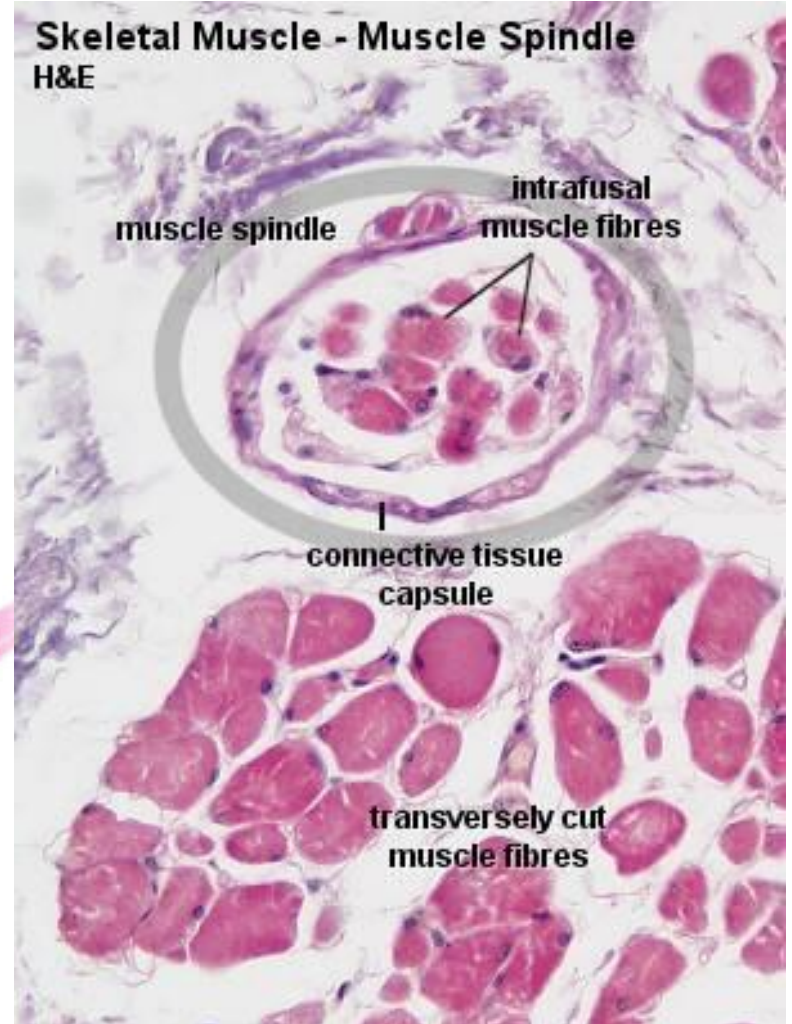
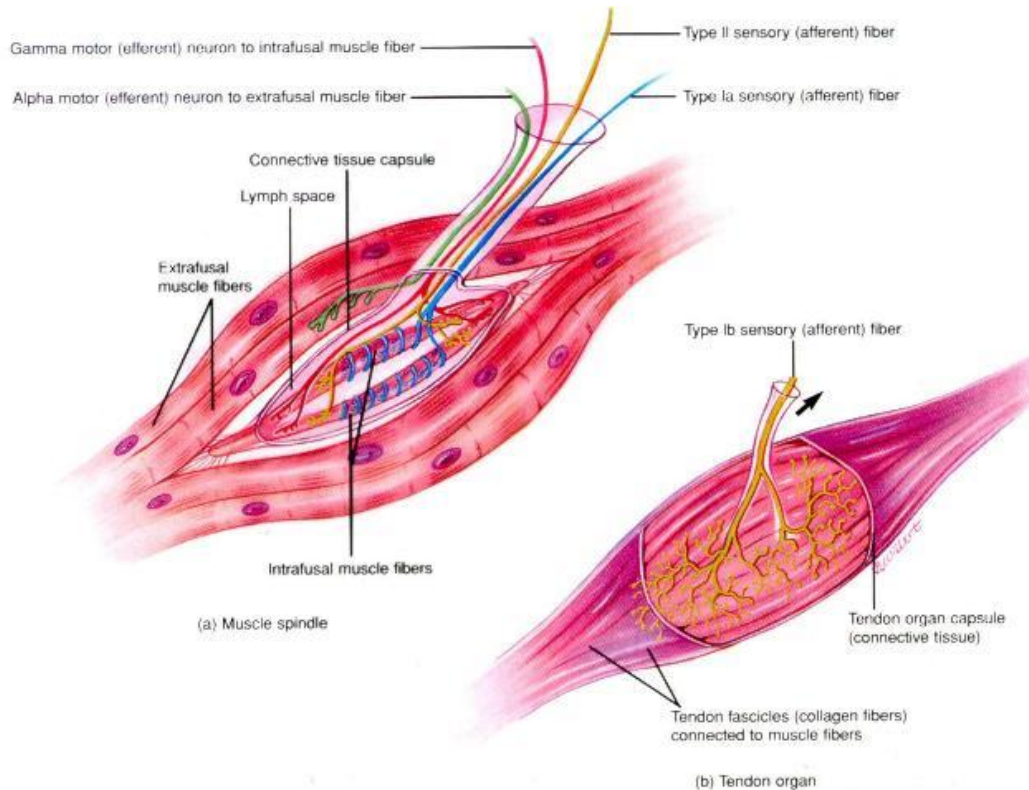
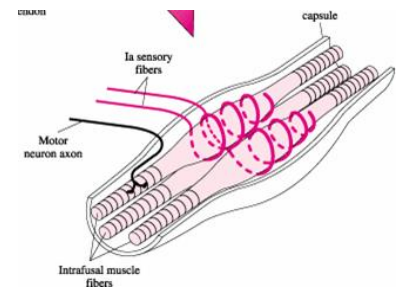
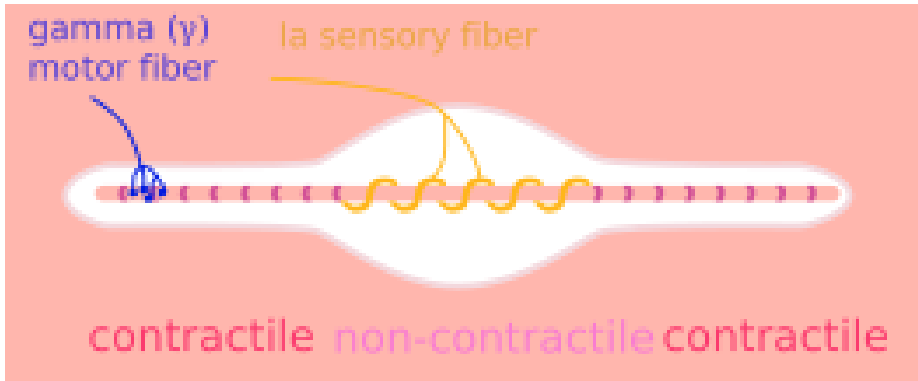
6. Weitere Nachstellung:

a., reziprokale Hemmung

b., gamma-Schleife

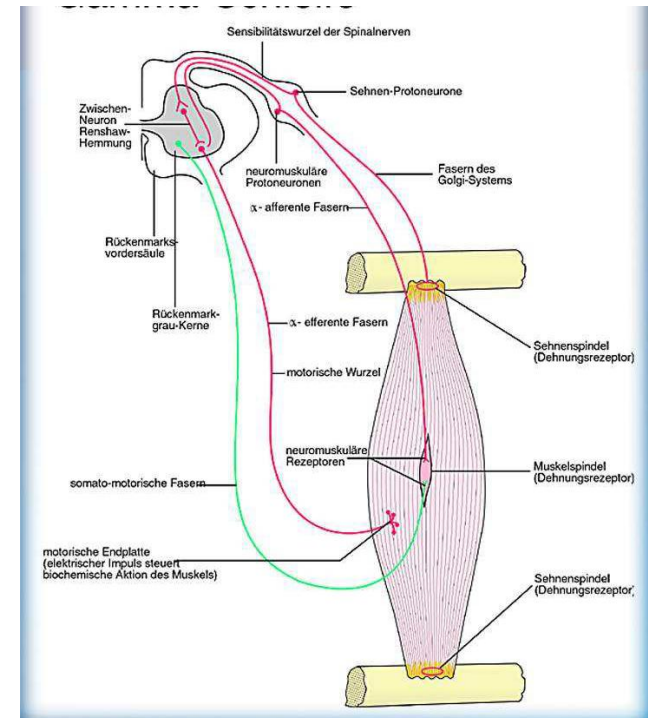
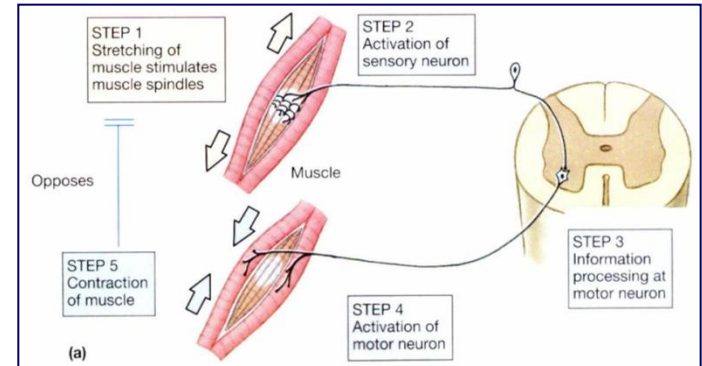
patella-reflex, biceps-reflex, triceps-reflex, brachioradialis-reflex

MUSKELSPINDEL

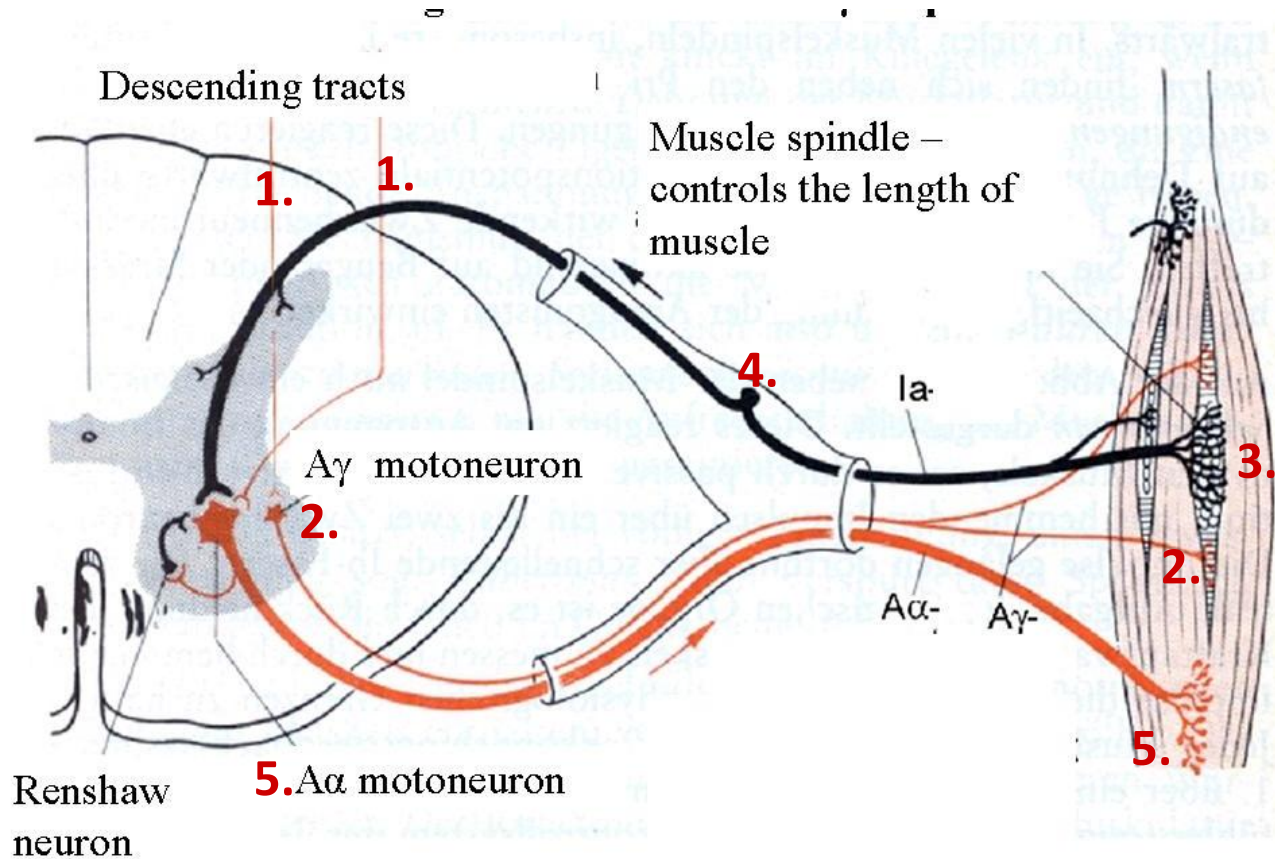


GAMMA-SCHLEIFE

- *Supraspinale Kontrolle des Muskeltonus*
- *Gamma Motoneurone werden reguliert*
- *Muskelspindeln (intrafusale Muskelfasern) kontrahieren (Änderung des Soll-Wertes)*
- *Nicht kontrahierende mittlere Anteil der Muskelspindeln werden durch die Dehnung gereizt (messen des Ist-Wertes)*
- *Sensorische Fasern leiten diese Information zum ZNS*
- *Alpha Motoneurone werden monosynaptisch aktiviert*
- *Extrafusale Muskelfaser werden kontrahiert, bis der Muskel so kurz ist, dass Signale von Muskelspindel nicht mehr gesendet werden*



GAMMA-SCHLEIFE



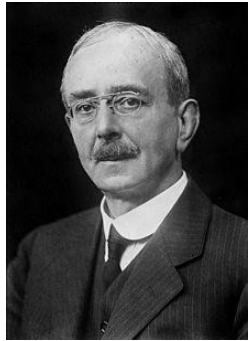
1. Absteigende axon
(tr. reticulospinalis,
tr. vestibulospinalis)

2. $A\gamma$ neuron
(intrafusaler Faser
wird innerviert)

**3. Anulospirale
Endigung (Rezeptor)**
(auf dem
intrafusalen Faser)

**4. Ia Muskelspindel
sensibl. Neuron**
(ggl spinale)

5. $A\alpha$ motoneuron
(extrafusaler Faser
wird innerviert)

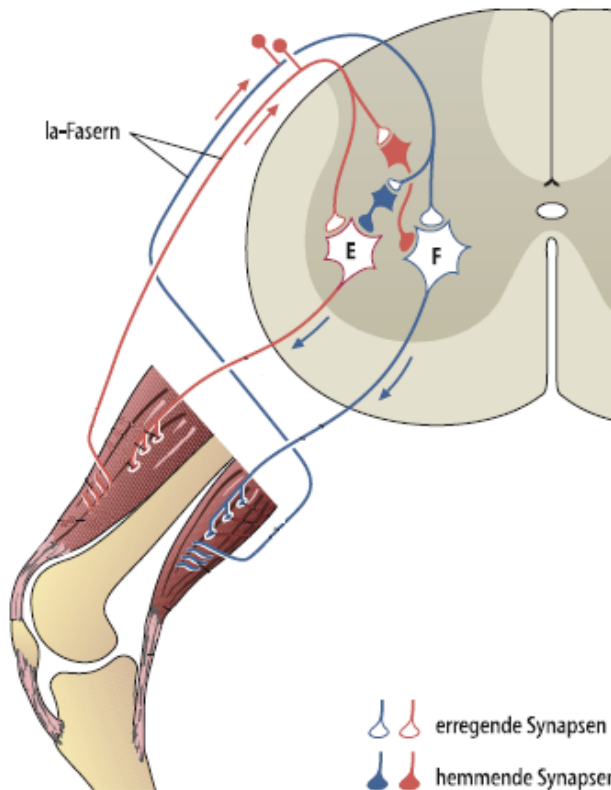


1906
Charles Scott Sherrington

REZIPROKE HEMMUNG

Eine gleichzeitige Hemmung des antagonistischen Muskels bei passiver Dehnung des agonistischen Muskels.

Kollateralen der Ia-Afferenzen projizieren auf hemmende Ia-Interneurone. Diese lösen nun die reziproke Hemmung aus



KOLLATERALE HEMMUNG

*Die Ia-Interneurone werden durch rekurrente Hemmung über die **Renshaw-Zellen** gehemmt, die mit dem entsprechenden α -Motoneuron des Agonisten assoziiert sind. Dies reguliert die Stärke der Antagonistenhemmung, die so auf einem konstanten Niveau gehalten wird und nicht überschießend hemmt*



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

