
Rückenmark

Verbindungen und Bahnsysteme

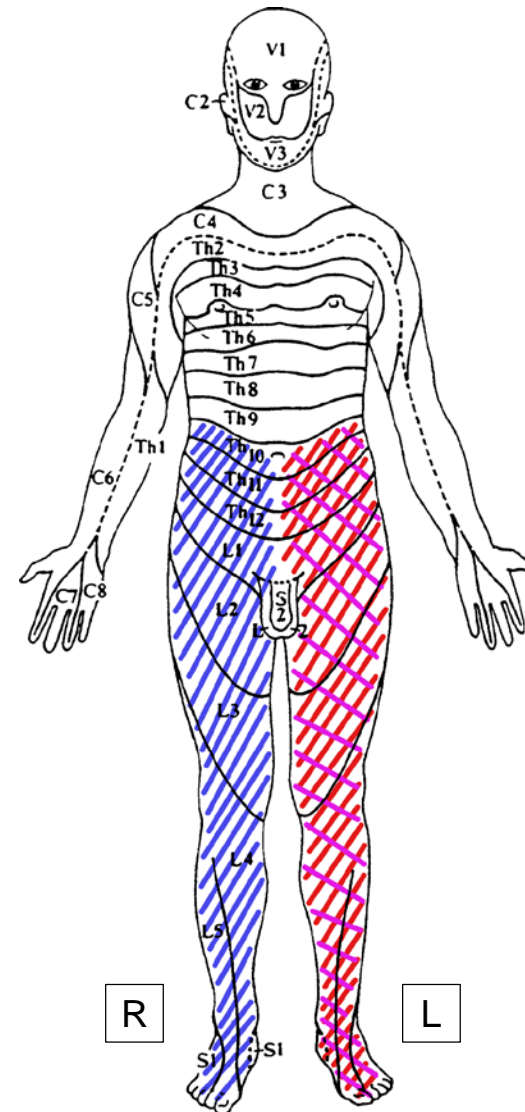
David P. Wolfer
Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

377-0107-00 Nervensystem, Di 21.11.2017 10:00

Fallbeispiel: Problem

- *Willkürmotorik*
 - ✎ *spastische Lähmung:*
Ausfall Willkürmotorik, erhöhter Muskeltonus
- *Reflexe*
 - ✎ *Muskeldehnungsreflexe einseitig gesteigert:*
Patellarsehnenreflex (PSR),
Achillessehnenreflex (ASR)
 - ✎ *pathologischer Reflex: positives BABINSKI-Zeichen*
- *Sensibilität*
 - ✎ *Ausfall Berührungssensibilität (Pinsel)*
 - ✎ *Ausfall Vibrationsempfindung (gedämpfte Stimmgabel)*
 - ✎ *Ausfall Propriozeption (Bewegungs- und Lagesinn)*
 - ▨ *Ausfall Schmerzempfindung (Unterscheidung spitz/stumpf)*
 - ▨ *Ausfall Temperaturempfindung (Unterscheidung kalt/warm)*

→ *dissoziierte Sensibilitätsstörung*



Übersicht Verschaltungen, 3 Ebenen der Informationsverarbeitung

□ *Intrinsische Systeme*

- *Reflexzentren für monosynaptische (z.B. Muskeldehnungsreflexe) und polysynaptische Reflexe (gesteigert bei dauerhaftem Ausfall absteigender Systeme)*
- *sensible Verarbeitung (v.a. Schmerzreize)*
- *prämotorische Netzwerke: Koordinierte Aktivierung und Erschlaffung von synergistischen und antagonistischen Muskeln*
- *CPG (central pattern generators): generieren autonom rhythmische Bewegungen, z.B. Gehen, Laufen, Flügelschlag*

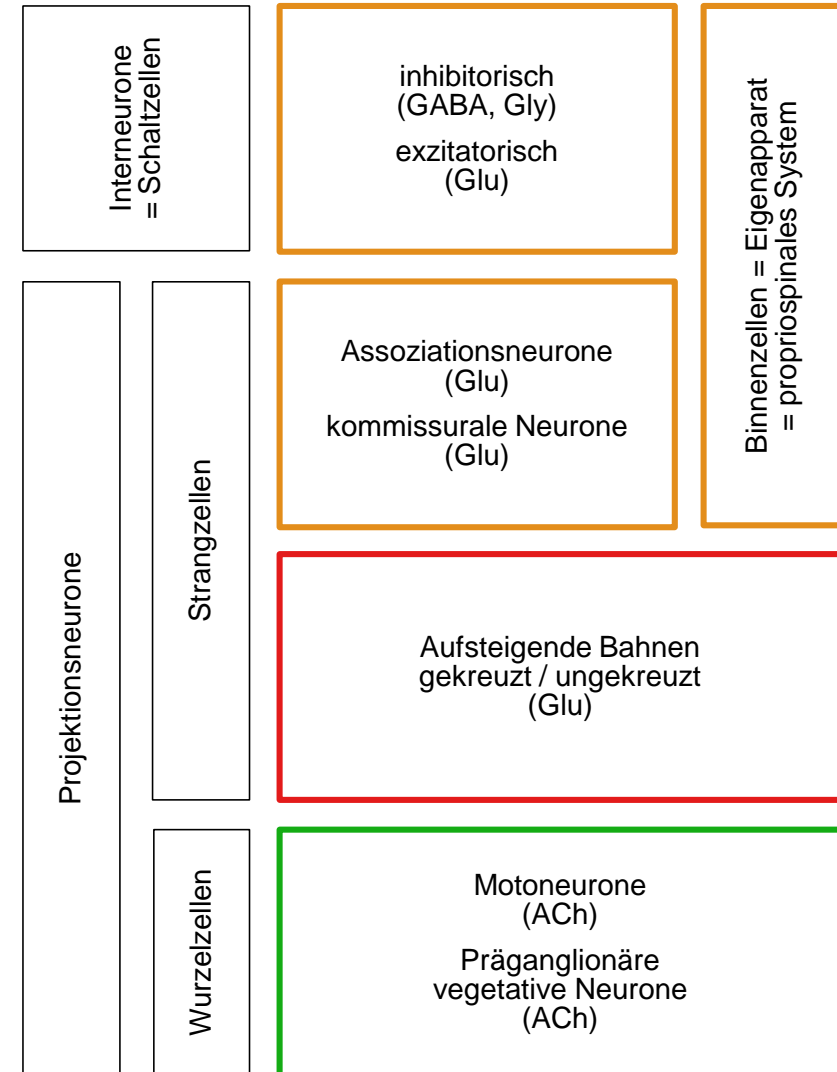
□ *Verbindungen mit Gehirn*

- *aus Rückenmark aufsteigende Bahnen*
- *aus Gehirn absteigende Bahnen**
- *somatisch, vegetativ*

□ *Verbindungen mit Peripherie*

- *efferent (motorisch), afferent**
- *somatisch, vegetativ*

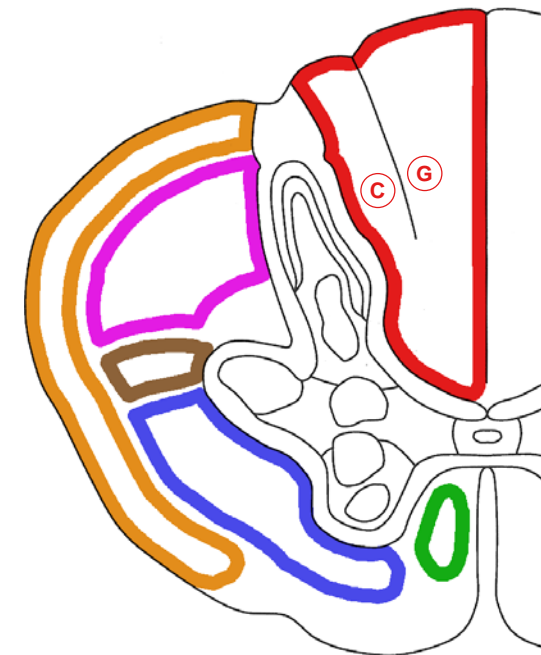
* *Zellkörper ausserhalb Rückenmark*



Aufsteigende Bahnsysteme

- *Spinozerebelläres System*
 - *Tractus spinocerebellaris posterior, anterior*
 - → *Kleinhirn, keine bewusste Empfindung, bei Ausfall Ataxie*
- *Lemniskales System**
 - *Berührung/Druck, Vibrationsempfindung, Propriozeption (Lage- und Bewegungssinn)*
- *Anterolaterales System**
 - *Schmerzempfindung (Nozizeption), Temperaturempfindung, grobe Druck und Berührungsempfindung*
- **3 Neurone in Serie → Grosshirnrinde*
 - *2x Umschaltung an erregender Synapse mit Signalverarbeitung*
 - *1 Kanal vermittelt Signale aus kleinem rezeptivem Feld oder Muskelsensor, alle Kanäle zusammen bilden Körperoberfläche & Bewegungsapparat ab*
 - *mindestens Teil der Fasern erreicht Grosshirn: bewusste Empfindung*
 - *gleiches Prinzip für lemniskales und anterolaterales System, aber unterschiedlicher Faserverlauf und unterschiedliche Lokalisation der Umschaltungen*

- lemniskales System
- G Fasciculus gracilis
- C Fasciculus cuneatus
- anterolaterales System
- Tr. spinocerebellaris post., ant.
- Tr. rubrospinalis
- Tr. corticospinalis lat.
- Tr. corticospinalis ant.



Lemniskales System

- 1. Neuron

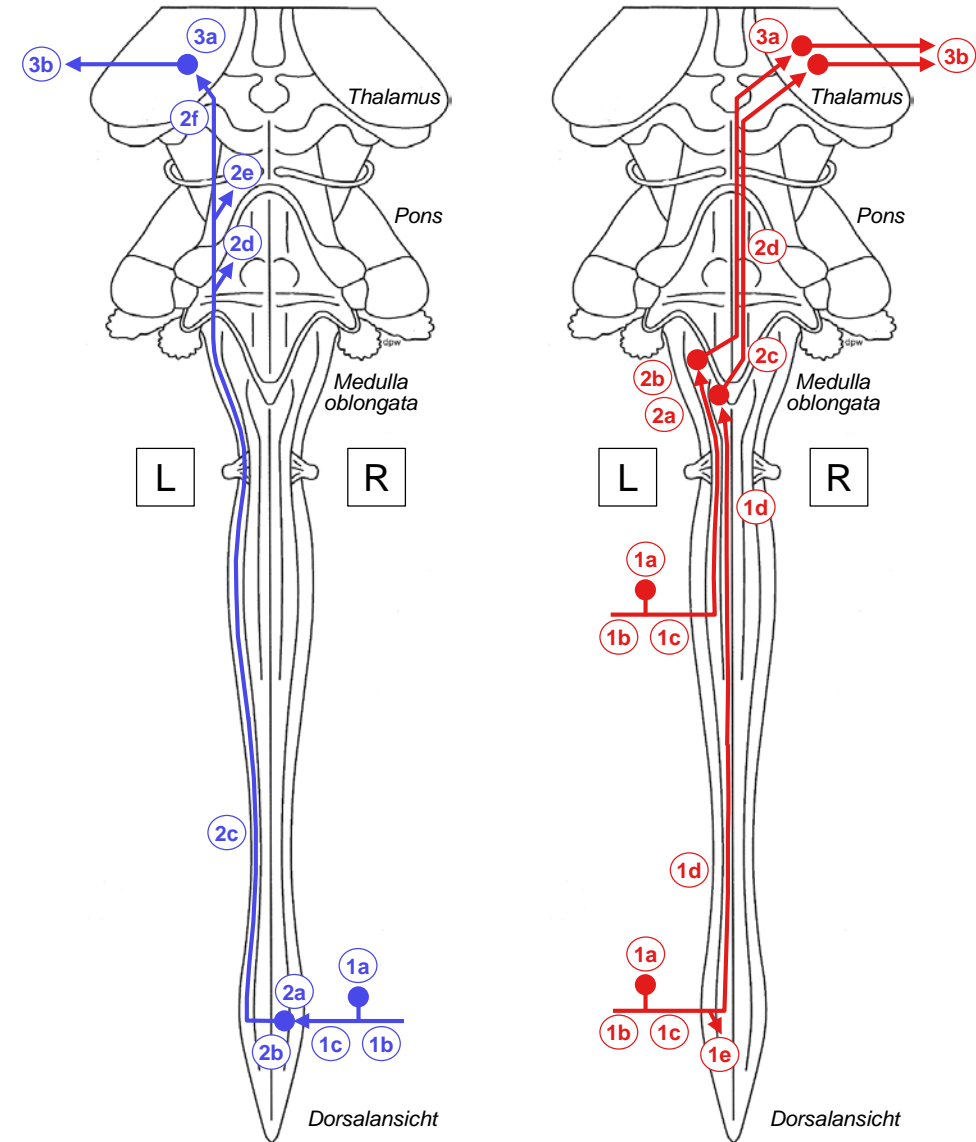
- ①a primärafferentes Neuron mit Zellkörper im Spinalganglion
- ①b peripherer Fortsatz kommt aus Spinalnerv
- ①c zentraler Fortsatz in Radix dorsalis zum Rückenmark
- ①d im Rückenmark Eintritt in Funiculus dorsalis → Fasciculus gracilis (aus S5-Th7), bzw Fasciculus cuneatus (aus Th6-C1)
- ①e Kollateralen endigen in grauer Substanz (Reflexe)

- 2. Neuron (sensibler Kerne)

- ②a Nucleus gracilis erhält Fasern aus S5-Th7
- ②b Nucleus cuneatus erhält Fasern aus Th6-C1
- ②c alle Fasern kreuzen in Decussatio lemniscorum
- ②d weiterer Verlauf durch Medulla oblongata, Pons und Mesencephalon als Lemniscus medialis

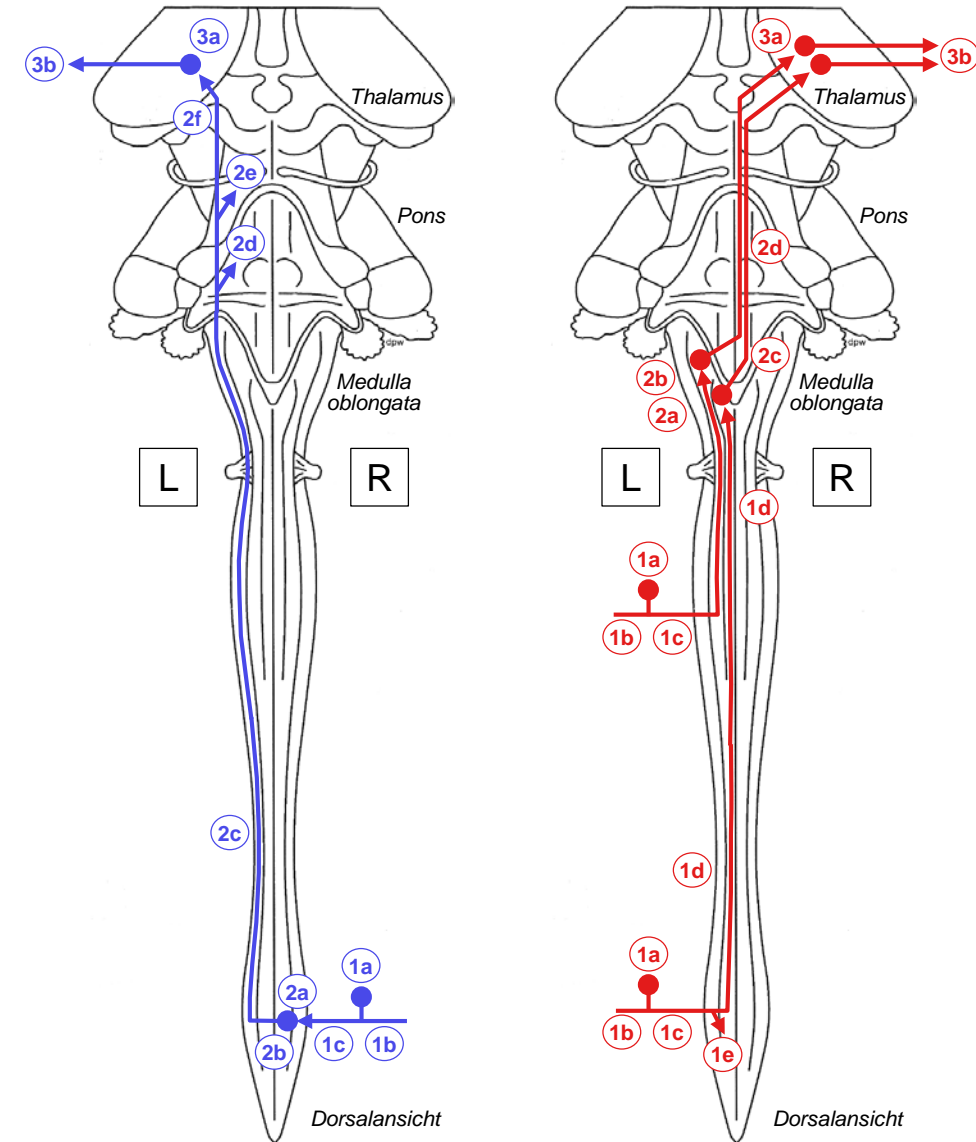
- 3. Neuron

- ③a Zellkörper im sensiblen Thalamus
- ③b Fasern steigen durch weisse Substanz zum primären somatosensorischen Rindenfeld auf (S1): sensibler Homunculus (topographische Ordnung)



Anterolaterales System

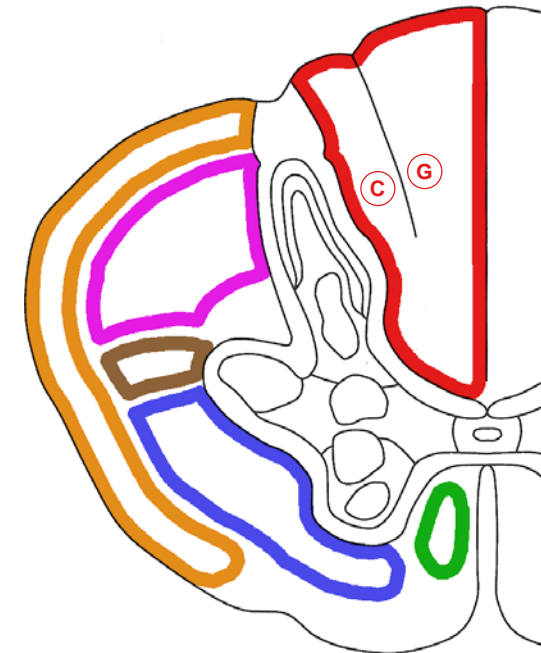
- 1. Neuron
 - ①a ①b primärafferentes Neuron wie lemniskales System, aber ...
 - ①c Endigung der Fasern in grauer Substanz des Rückenmarks, dort Modulation der Signale durch lokale Interneurone (Lamina II) und absteigende Bahnen (z.B. aus Mittelhirn)
- 2. Neuron (sensible Kerne)
 - ②a Zellkörper in Columna post. oder intermedia
 - ②b Axon kreuzt Mittellinie in Commissura alba
 - ②c nach Kreuzung Aufstieg im Vorder/Seitenstrang
 - ②d Tr. spinoreticularis → Formatio reticularis des Hirnstamms
 - ②e Tr. spinomesencephalicus → Mittelhirn
 - ②f Tr. spinothalamicus → Thalamus
- 3. Neuron
 - ③a Zellkörper im sensiblen Thalamus, erreicht nur durch Tr. spinothalamicus
 - ③b Fasern steigen zum primären somatosensorischen (S1) und anderen (z.B. des limbischen Systems) Rindenfeldern auf.



Absteigende Bahnsysteme

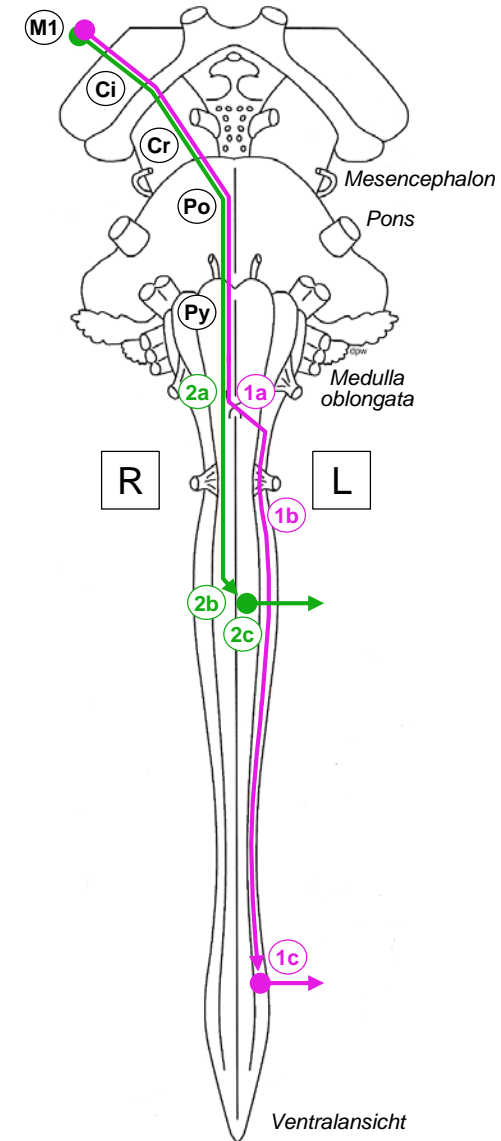
- *Retikulospinales System*
 - *Sammelbegriff für verschiedene Bahnen mit Ursprung aus Formatio reticularis des Hirnstamms*
 - *heterogene Funktionen: Modulation spinaler Reizverarbeitung; Kontrolle präganglionärer vegetativer Neurone; Steuerung von prämotorischen Netzwerken, CPG und Motoneuronen*
- *Motorische Bahnen*
 - *Tr. vestibulospinalis (Nuclei vestibulares) und Anteile des retikulospinalen Systems: steuert rumpfnaher Muskulatur, wichtig für Gleichgewicht, Körperhaltung*
 - *Tr. tectospinalis (Colliculus superior): steuert va. Hals- und Nackenmuskulatur (Blickfolgebewegungen)*
 - *Tr. rubrospinalis (Nucleus ruber): beeinflusst va. rumpferne Extremitätenmuskulatur*
 - *Tr. corticospinalis (lateralis, anterior) = Pyramidenbahn: essentiell für Willkür- und Feinmotorik bei Primaten, spastische Lähmung bei dauerhaftem Ausfall*
Σ übrige Bahnen = extrapyramidale Bahnen

- lemniskales System
- G Fasciculus gracilis
- C Fasciculus cuneatus
- anterolaterales System
- Tr. spinocerebellaris post., ant.
- Tr. rubrospinalis
- Tr. corticospinalis lat.
- Tr. corticospinalis ant.



Pyramidenbahn

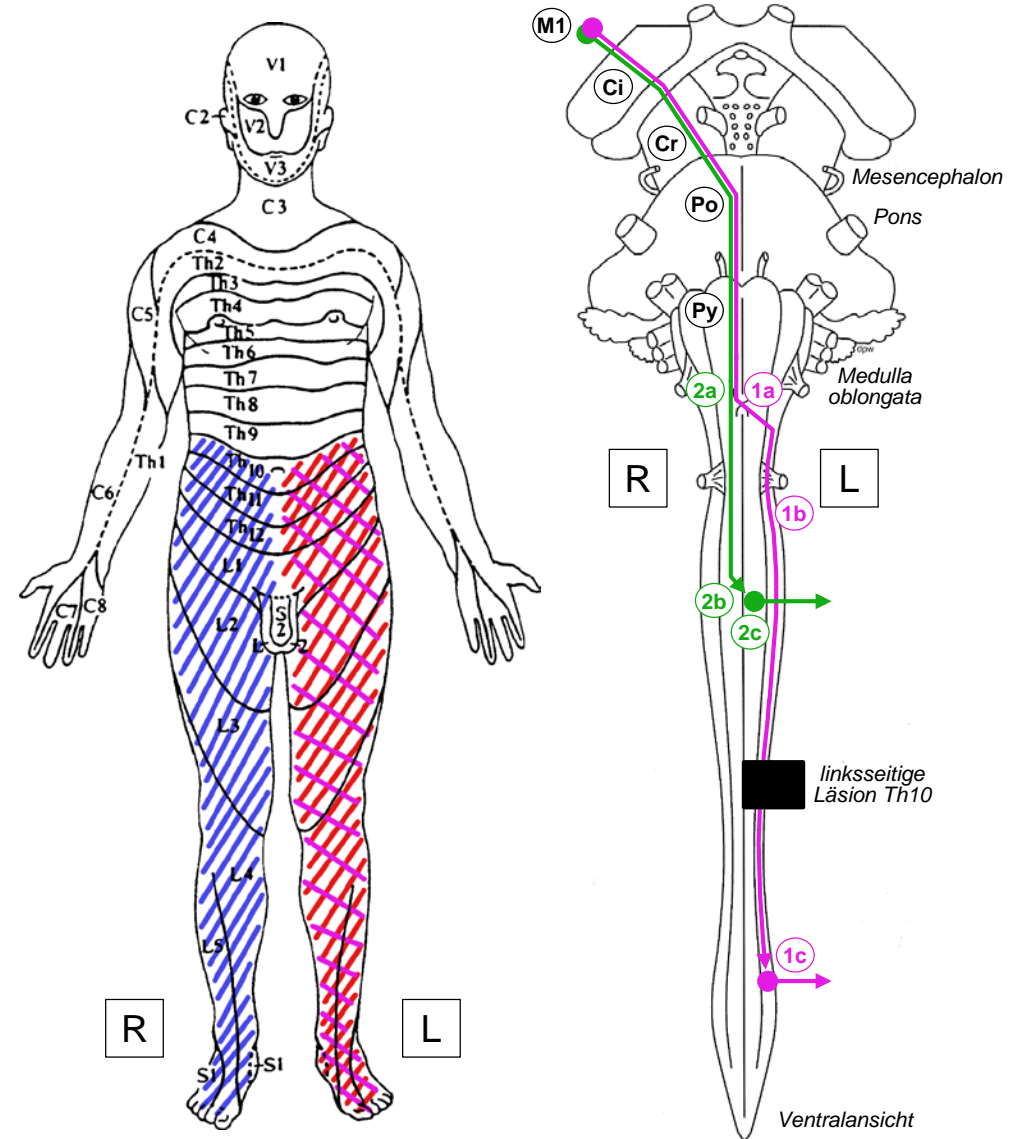
- *Gemeinsam*
 - Ⓜ1 Zellkörper (Pyramidenzellen) im primären motorischen Rindenfeld (Gyrus praecentralis), Muskelgruppen als motorischer Homunculus repräsentiert
 - ⓐ Abstieg durch Capsula interna (Schlaganfall!)
 - ⓑ Verlauf im Crus cerebri
 - ⓐ verteilter Durchtritt zwischen Ponskernen
 - ⓑ Kompaktes Faserbündel in ventraler Medulla oblongata, Vorwölbung als Pyramis
- *Tr. corticospinalis lat. (70-90% der Fasern)*
 - ⓐ Decussatio pyramidum bei Übertritt in Rückenmark
 - ⓑ Abstieg im Funiculus lat.
 - ⓒ Endigung an prämotorischen Netzwerken und Motoneuronen aller Segmente
- *Tr. corticospinalis ant. (10-30% der Fasern)*
 - ⓐ Übertritt in Funiculus ant. ohne Kreuzung
 - ⓑ Kreuzung durch Commissura alba nahe beim Zielsegment
 - ⓒ Endigung an prämotorischen Netzwerken und Motoneuronen bis Segment Th6



Fallbeispiel: Lösung I

- *Willkürmotorik*
 - ✘ *spastische Lähmung:*
Ausfall Willkürmotorik, erhöhter Muskeltonus
- *Reflexe*
 - ✘ *Muskeldehnungsreflexe einseitig gesteigert:*
Patellarsehnenreflex (PSR),
Achillessehnenreflex (ASR)
 - ✘ *pathologischer Reflex: positives BABINSKI-Zeichen*
- *Sensibilität*
 - ✘ *Ausfall Berührungssensibilität (Pinsel)*
 - ✘ *Ausfall Vibrationsempfindung (gedämpfte Stimmgabel)*
 - ✘ *Ausfall Propriozeption (Bewegungs- und Lagesinn)*
 - ✘ *Ausfall Schmerzempfindung (Unterscheidung spitz/stumpf)*
 - ✘ *Ausfall Temperaturempfindung (Unterscheidung kalt/warm)*

→ *dissoziierte Sensibilitätsstörung*



Fallbeispiel: Lösung II

- *Willkürmotorik*
 - ✘ *spastische Lähmung:*
Ausfall Willkürmotorik, erhöhter Muskeltonus
- *Reflexe*
 - ✘ *Muskeldehnungsreflexe einseitig gesteigert:*
*Patellarsehnenreflex (PSR),
Achillessehnenreflex (ASR)*
 - ✘ *pathologischer Reflex: positives BABINSKI-Zeichen*
- *Sensibilität*
 - ✘ *Ausfall Berührungssensibilität (Pinsel)*
 - ✘ *Ausfall Vibrationsempfindung (gedämpfte Stimmgabel)*
 - ✘ *Ausfall Propriozeption (Bewegungs- und Lagesinn)*
 - ✘ *Ausfall Schmerzempfindung (Unterscheidung spitz/stumpf)*
 - ✘ *Ausfall Temperaturempfindung (Unterscheidung kalt/warm)*

→ *dissoziierte Sensibilitätsstörung (Brown-Séquard-Syndrom)*
→ *halbseitige Rückenmarksläsion*

