Schmerzphysiologie & Schmerzdiagnostik

Kurs / Modul: Schmerz – Grundlagen & klinische Untersuchung **Dozentin:** Melanie Bruns MSc, PT-OMT

1. Definition & Grundlagen von Schmerz

- **WHO-Definition:** Schmerz ist *„eine unangenehme sensorische und emotionale Erfahrung, die mit einer tatsächlichen oder potenziellen Gewebeschädigung in Zusammenhang steht oder einer solchen ähnelt“*.
- **Biopsychosoziales Verständnis:** Schmerz umfasst neben dem rein körperlichen Unbehagen auch Emotionen, Überzeugungen, Einstellungen sowie soziale Faktoren. Es geht in der Therapie nicht nur um Neurophysiologie, sondern um die Behandlung von Menschen.
- **Nozizeption vs. Schmerz:**
  - *Nozizeption* beschreibt die peripheren und zentralen Vorgänge der Reizweiterleitung (Gefahreninformationen).
  - *Schmerz* entsteht erst durch die Bewertung und Verarbeitung dieser Informationen im Gehirn.

2. Neurophysiologische Grundlagen

Periphere Schmerzleitung & Entzündung

- **Nervenfasern (nach Erlanger & Gasser):**
  - **Aδ-Fasern** (myelinisiert, 12–30 m/s): Leiten den *hellen, scharfen, stechenden* Schmerz (Oberflächensensibilität).
  - **C-Fasern** (unmyelinisiert, 0,5–2 m/s): Leiten den *dumpfen, brennenden* Schmerz sowie viszerale Schmerzen.
- **Entzündungsmediatoren & Neurogene Entzündung:**
  - Bei Gewebeschäden werden chemische Substanzen (u. a. Bradykinin, Prostaglandine, Zytokine, Histamin, Serotonin) freigesetzt, die Nozizeptoren aktivieren und sensibilisieren.
  - Über den **Axonreflex** schütten aktivierte Nozizeptoren Neuropeptide (**Substanz P**, **CGRP**, Neurokinin A) aus, die die Gefäßpermeabilität steigern und selbst eine *neurogene Entzündung* in benachbarten Arealen auslösen.

Zentrale Verarbeitung, Plastizität & Sensibilisierung

- **Umschaltung & Weiterleitung:** Primärafferenzen enden im Hinterhorn des Rückenmarks (Rexed-Laminae I, II, IV–VI) und schalten dort (u. a. über L-Glutamat und Substanz P) auf aufsteigende Bahnen um:
  - *Rumpf/Extremitäten:* Tractus spinothalamicus lateralis (neospinothalamisch = Lokalisation/ Intensität; paleospinothalamisch = affektive Komponente), Tractus spinomesencephalicus, Tractus spinoreticularis.
  - *Kopf:* Trigeminale Afferenzen (Nucleus spinalis n. trigemini auf Höhe C1–C3) und Tractus trigeminothalamicus.
- **Wide-Dynamic-Range-Neurone (WDR):** Multirezeptive Neurone im Hinterhorn, die Reize summieren, Konvergenzphänomene erklären und über Kollateralen zum Vorderhorn (Aα-/Aγ-Motoneurone) motorische Schutzreflexe auslösen.
- **Sensibilisierung & Plastizität:**
  - *Primäre Hyperalgesie:* Periphere Sensibilisierung direkt am Ort der Gewebeschädigung (niedrigere Reizschwelle, Rekrutierung stummer Nozizeptoren).
  - *Sekundäre Hyperalgesie & Zentrale Sensibilisierung:* Verstärkte Reizantwort im 2. Neuron (Rückenmark) und Gehirn. Durch Langzeitpotenzierung (**LTP**) und veränderte Ionenkanal-Expression (mehr Na^+-Kanäle, weniger K^+-Kanäle) kann es zu ektopischen Aktionspotenzialen und Schmerzchronifizierung kommen.

Körpereigene Schmerzhemmung & Neurotransmitter

- Die meisten peripheren Signale werden bereits auf Rückenmarksebene gehemmt.
- **Absteigendes schmerzhemmendes System:** Gesteuert über das periaquäduktale Höhlengrau (PAG), den Ncl. pretectalis anterior sowie höhere Zentren (präfrontaler Kortex, Hypothalamus, Amygdala).
- **Inhibitorische Systeme:** GABA-erges System, opioiderges System sowie deszendierendes serotoninerges und noradrenerges System.

Erregende Neurotransmitter (Schmerzverstärkung)	Hemmende Neurotransmitter (Schmerzlinderung)
Adrenalin, Kortisol, Substanz P, Glutamat, Cholezystokinin	Serotonin, Dopamin, Oxytocin, körpereigene Opioide, Enkephaline
Auslösung: Angst, Stress, Bedrohungsgefühl	*Auslösung:* Zuversicht, Entspannung, „gute Laune“

> **Klinisches Fazit für die Therapie**
> Das wichtigste Behandlungsziel bei drohender Chronifizierung ist es, Patient*innen Sicherheit zu vermitteln und Vertrauen in die zukünftige Genesung aufzubauen.

3. Therapeutische Ansatzpunkte entlang der Schmerzleitung

1. **Gewebeschaden / Entzündung:** Ruhigstellung, Kühlung, Analgetika, Antiphlogistika.
2. **Peripherer Nerv:** Periphere oder rückenmarksnahe Nervenblockaden.
3. **Rückenmark:** Medikamente, Stimulationsverfahren (z. B. TENS), Manuelle Therapie, Akupunktur.
4. **Gehirn (Wahrnehmung & Bewertung):** Psychologische Verfahren, therapeutisches Gespräch/ Edukation, Manuelle Therapie, Hypnose, Akupunktur.

4. Mehrdimensionale Schmerzdiagnostik in der Praxis

Jede Schmerzregion sollte systematisch auf **fünf Ebenen** untersucht werden:

1. **Lokal:** Spezifische Untersuchung der Gelenk- und Gewebsstrukturen.
2. **Faszial:** Prüfung faszialer Spannungen und Ketten (inkl. Narben).
3. **Segmental:** Differenzialdiagnostik Nervenwurzel vs. Plexus vs. peripherer Nerv über Dermatome, Myotome und Sklerotome.
4. **Vegetativ:** Sympathische/parasympathische Steuerungseinheiten (Grenzstrang/Ganglien).
5. **Viszeral:** Organbezüge über gemeinsame segmentale Verschaltungen.

Klinische Referenzübersicht der Regionen

Region	Dermatome	Wichtige Myotome (Auswahl)	Vegetative / Viszerale Bezüge
Fuß *(z. B. Achillodynie)*	L4–S2	**L5–S2:** M. peroneus long./brev., M. triceps surae **S1–S3:** Fußmuskulatur	**Th10–L3** (Truncus sympathicus thoracolumbalis): Leber, Galle, Darm, Niere, Nebenniere, Beckenorgane
Knie	L3–L5	**L1–L4:** M. sartorius **L2–L4:** M. quadriceps, gracilis, adductores **L3–L5:** M. adductor magnus	**Th10–L3** (Truncus sympathicus thoracolumbalis): Leber, Galle, Darm, Niere, Nebenniere, Beckenorgane
Hüfte	Th10–L1	**L1–L4:** M. iliopsoas **L4–S1:** M. gluteus med./min., TFL **L5–S2:** M. piriformis, Mm. gemelli	**Th10–L3** (Truncus sympathicus thoracolumbalis): Leber, Galle, Darm, Niere, Nebenniere, Beckenorgane
Schulter	C3–C5	**C2–C4:** M. trapezius **C4–C6:** M. deltoideus, supraspinatus **C5–C6:** M. infraspinatus, biceps **C6–Th1:** M. triceps brachii	**C8–Th3** (Ggl. stellatum / N. phrenicus) & **Th3–Th7**: Herz, Lunge, Trachea, Schilddrüse, Magen, Leber, Galle, Pankreas, Milz, Darm (bis Cannon-Böhm-Punkt)
Ellenbogen	C6, C7, Th1	**C5–C6:** M. brachioradialis, biceps **C6–C7:** M. pronator teres **C7–Th1:** Hand-/Fingerflexoren	**C8–Th3** & **Th3–Th7**: Ösophagus, Herz, Lunge, Trachea, Schilddrüse, Oberbauchorgane, Darm

This is for informational purposes only. For medical advice or diagnosis, consult a professional. AI responses may include mistakes.