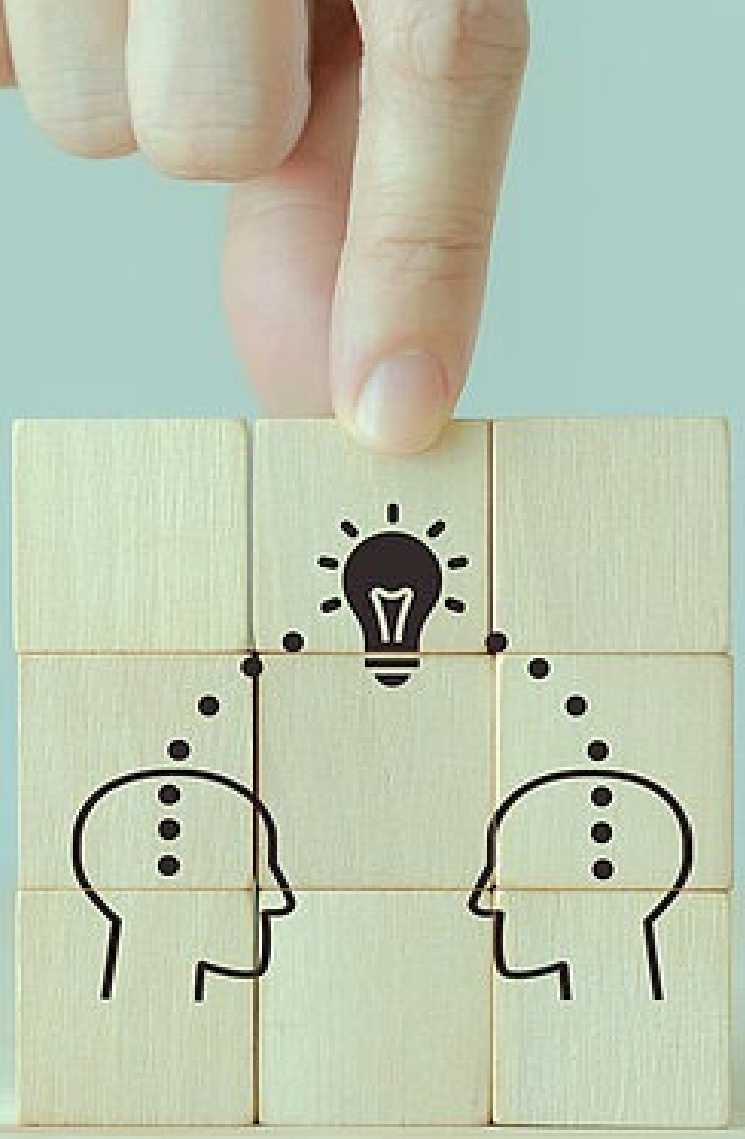
OTH REGENSBURG

5. „mit Physio“ Netzwerk-Treffen

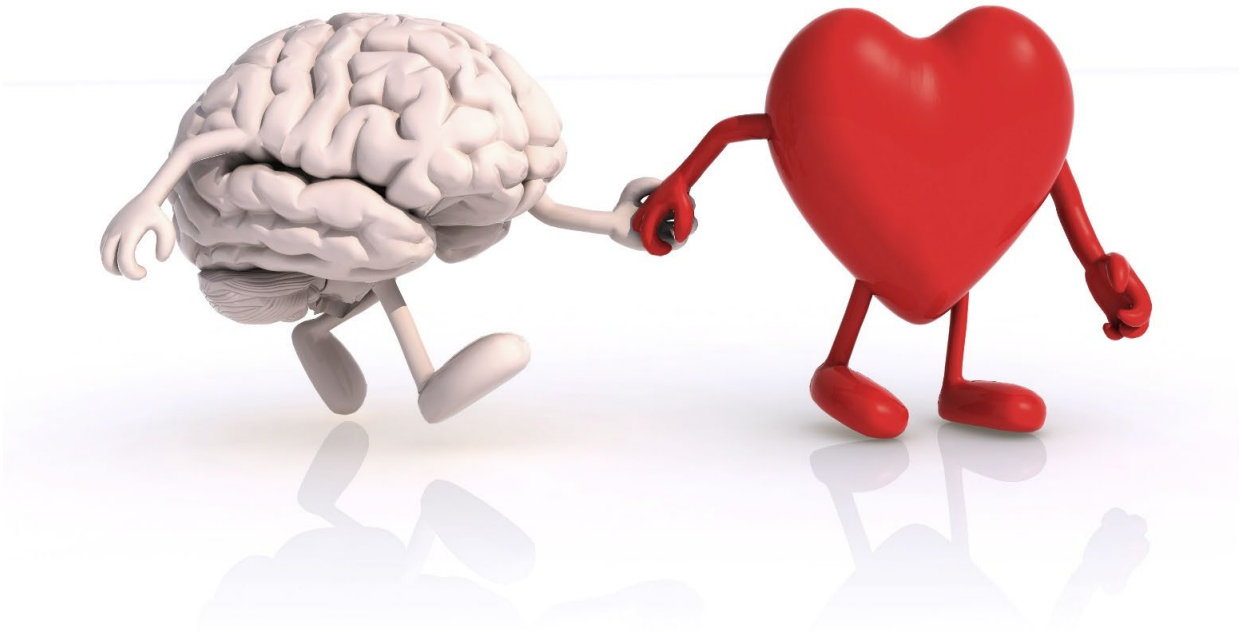


5. Mai 2025
18:00 bis 20:00 Uhr

Am Biopark 9
93053 Regensburg

Gemeinsame Schritte

Ob Forschung oder Praxis – mit der Physiotherapie, das ist die Vision des „mit Physio“ Netzwerks!



Austausch in Präsenz 2x im Jahr

Themen- und Projektentwicklung, Vorträge, Fallbesprechungen, Newsletter…

OTH REGENSBURG

Foto: Elke Schulze

Praktische Testverfahren zur Differenzierung von Schmerzen

Praktische Testverfahren zur Differenzierung von Schmerzen

OTH REGENSBURG

Agenda

18:00 - 18:10

Begrüßung, Einführung und Zielsetzung

Prof. Dr. Andrea Pfingsten

18:10 - 19:00

Grundlagen Schmerzarten, sensorische Tests und praktische Anwendung

Elke Schulze, PT M.Sc. | Johannis Mertens, PT M.Sc.

19:15 - 20:00

Klinische Fallarbeit mit Diskussion, Zusammenfassung und Feedback

Elke Schulze, PT M.Sc. | Johannis Mertens, PT M.Sc. | Prof. Dr. Andrea Pfingsten

Grundlagen der Schmerzentstehung

Was ist Schmerz?

„Schmerz ist eine unangenehme sensorische und emotionale Erfahrung, die mit tatsächlicher oder potenzieller Gewebeschädigung verbunden ist oder dieser ähnelt.“ (IASP, 2020)

Abb. 1 Knieschmerz. Lizensierte Adobe Stock Abbildung Nr.: 940971515. https://stock.adobe.com

Fallbeispiel

Elisabeth S., 58 Jahre

Akuter Schmerz seit 5 Wochen

Lokalisation: in Rücken, Leiste und Unterbauch re
Intensität: 3-9 (NRS), Qualität: tief, scharf
Verstärkung: nachts, beim langen Stehen, Sitzen, Gehen
Verbesserung: kurzzeitig im Liegen, Schmerzmedikation

Historie:

Frühere Leistungsturnerin, initiale Koxarthrose re, immer wieder mal Rückbeschwerden (andere Schmerzen als der jetzige)
∅ bekannter Auslöser, MRT untere LWS: o.B./altersentsprechend

Funktionsuntersuchung:

Im Stand Schmerzschonhaltung: ROM LWS ↓, Schutzspannung ↑

Sensorische Tests im Schmerzgebiet re im Vergleich zu li:

- Kaltes/warmes Geldstück: keine Kälte-/Wärme-Unterscheidung
- Wattebausch: keine Behrührungswahrnehmung
- Zahnstocher, Algesie-Rädchen: Schmerzwahrnehmnug ↓
- Kraft M. iliopsoas MFW 4

Erneutes MRT: Bandscheibenvorfall L2 mit NWR re
→ Neuropathischer Schmerz, negative sensorische Zeichen

Klassifizierung nach dem Schmerzmechanismus

Nozizeptiv, neuropathisch, noziplastisch

- Nozizeptiver Schmerz ist Schmerz, der durch eine **tatsächliche oder drohende Schädigung von nicht-neuralem Gewebe** entsteht und auf die **Aktivierung von Nozizeptoren** zurückzuführen ist.
- Neuropathischer Schmerz ist Schmerz, der als direkte Folge einer **Läsion oder Erkrankung des somatosensorischen Nervensystems** entsteht.
- Noziplastischer Schmerz entsteht durch **veränderte Schmerzverarbeitung**, ohne das eine tatsächliche oder drohende Gewebsschädigung (Aktivierung von Nozizeptoren) oder eine Läsion oder Erkrankung des somatosensorischen Nervensystems nachweisbar ist.

IASP, 2020

- Oft Patient*innen mit zwei oder mehr Schmerztypen
- Klassifizierung von Schmerzen kann besonders schwierig sein, wenn mehr als ein Schmerztyp in demselben Körperbereich auftritt

Finnerup 2016, S. 1604

Klassifizierung nach dem Schmerzmechanismus

Nozizeptiv, neuropathisch, noziplastisch

Mixed Pain

Nozizeptiver Schmerz

- **Tatsächliche oder drohende Schädigung von nicht-neuralem Gewebe** (Aktivierung von Nozizeptoren)
- Beispiele: lokaler Schmerz nach Verstauchung, Zerrung, nicht-entzündliche Arthrose, Frakturen, postoperative Schmerzen, Muskelkater

Neuropathischer Schmerz

- **Läsion oder Erkrankung des somatosensorischen Nervensystems**
- Beispiele: Verletzung peripherer Nerv, Plexus-Läsion, Radikulopathie, Herpes-Zoster-Neuralgie, Amputationsschmerz, Myelopathie schmerzhafte Polyneuropathie oder Multiple Sklerose

Noziplastischer Schmerz

- **Veränderte Schmerzverarbeitung**, ohne nachweisbare Gewebsschädigung oder Erkrankung
- Beispiele: chronisch verbreitete Schmerzen wie chronischer unspezifischer Rücken- oder Nackenschmerz, Fibromyalgie

Sensorische Tests zur Schmerzdifferenzierung

Oberflächensensibilität
(Hautsinne)

- Tastsinn (Mechanorezeptoren)
- Temperaturempfinden
- Schmerzempfinden

Epikritische Sensibilität

- Fein differenzierte Wahrnehmung
  - Leichte Berührungen, Vibrationen, leichter Druck
  - Fähigkeit zur exakten Lokalisation
  - Hohe räumliche Auflösung
  - Kleine Temperaturunterschiede
- V.a. Meissner-Körperchen, Merkel-Zellen, Pacini- und Ruffini-Körperchen
- Nervenbahnen: Hinterstrangsystem

Protopathische Sensibilität

- Grobe, wenig differenzierte Wahrnehmung
  - Starke Druckreize, grobes Berührungsempfinden
  - Schmerzempfindung (Nozizeption)
  - Grobe Temperaturempfindungen
  - Ungenaue Lokalisation des Reizes
- V.a. Freie Nervenendigungen
- Nervenbahnen: Vorderseitenstrangsystem

Literaturempfehlung Vaupel et al.2015

Verlust/Verstärkung der Somatosensorik

OTH REGENSBURG

Loss of Function

- Verminderte Empfindlichkeit mit Funktionsverlust
- Hypoästhesie, Hypoalgesie
- Wichtiges Merkmal neuropathischer Schmerzen häufig aufgrund von Demyelinisierung/ Axondegeneration nach einer Nervenverletzung

→ Hinweis Neuropathischer Schmerz mit negativen sensorischen Zeichen

Gain of Function

- Überempfindlichkeit (Hypersensivity)
- Und/oder spontane Schmerzen
- Hyperästhesie, Hyperalgesie, Allodynie
- Merkmal für neuronale Übererregbarkeit, einschließlich fehlender Hemmung

→ Oft Noziplastischer Schmerz, aber auch Neuropathischer/Nozizeptiver Schmerz

Tests der Somatosensorik liefern wichtige Anhaltspunkte der zugrundeliegenden Schmerzmechanismen und Pathophysiologie:

- ➢ Diagnosestellung
- ➢ Prognosestellung
- ➢ Gezielter Interventionsansatz

Zhu, 2019, S. 1828

Parameter der Somatosensorischen Testung

Englischer Begriff	Deutsche Übersetzung	Erklärung
Cold Detection Threshold	Kälte-Wahrnehmungsschwelle	Ab wann wird Kälte gespürt?
Warm Detection Threshold	Wärme-Wahrnehmungsschwelle	Ab wann wird Wärme gespürt?
Cold Pain Threshold	Kälte-Schmerzschwelle	Ab wann wird Kälte als schmerzhaft empfunden?
Heat Pain Threshold	Wärme-Schmerzschwelle	Ab wann wird Hitze als schmerzhaft empfunden?
Thermal Sensory Limen	Thermische Unterschiedsschwelle	Ab wieviel Grad wird ein Temperaturunterschied wahrgenommen?
Mechanical Detection Threshold	Mechanische Wahrnehmungsschwelle	Ab wann wird leichter Druck/Berührung gespürt?
Mechanical Pain Threshold	Mechanische Schmerzschwelle	Ab wann wird Druck mit einem Nadelreiz als Schmerz wahrgenommen?
Pressure Pain Threshold	Druckschmerzschwelle	Ab wann wird Druck als Schmerz wahrgenommen?
Mechanical Pain Sensitivity	Mechanische Schmerzempfindlichkeit	Wie intensiv wird Schmerz durch mechanische Reize empfunden?
Dynamic Mechanical Allodynia	Dynamische mechanische Allodynie	Schmerz durch leichte, bewegte Berührungen (Pinsel), Hinweis auf zentrale Sensibilisierung
Vibration Detection Threshold	Vibrations-Wahrnehmungsschwelle	Ab wann wird Vibration gespürt (z. B. mit Stimmgabel)?
Wind-up Ratio	Wind-up-Ratio (kein deutscher Begriff etabliert)	Schmerzsteigerung bei wiederholtem Reiz, Hinweis auf zentrale Sensibilisierung

QST: Normwerte und Veränderungen

Temperaturwahrnehmungsschwellen/-schmerzschwellen

Testparameter	Normwerte	Loss-of-Function „Hypoqualitäten“ oft bei Neuropathien	Gain-of-Function „Hyperqualitäten“ z. B. bei langanhaltendem Schmerz
Cold Detection Threshold	~28–32 °C	Schwelle ↑: Kälte wird erst bei stärkerer Abkühlung wahrgenommen	
Warm Detection Threshold	~34–36 °C	Schwelle ↑: Wärme wird später erkannt	
Cold Pain Threshold	<15 °C	Schmerz nur bei extremer Kälte oder gar nicht	Schwelle ↓: Schmerz bei mildem Kältereiz →Kälte-Hyperalgesie
Heat Pain Threshold	>42–45 °C	Schmerz erst bei sehr hoher Temperatur	Schwelle ↓: Schmerz bei moderater Hitze (z. B.< 42°C) →Wärme-Hyperalgesie

Tabelle: Testparameter QST mit Normwerten (Rolke et al. 2006) und Veränderungen bei Loss- /Gain-of-Function, erstellt v. E. Schulze

QST: Normwerte und Veränderungen

Mechanische Schwellenwerte

Testparameter	Normwerte	Mögliche Veränderungen
Mechanical Detection Threshold (von-Frey-Filamente)	z.B. 0.35 g am Handrücken bis 4 g am lateralen Fußrand	Stärkere Reize erforderlich → Loss-of-function
Mechanical Pain Threshold (Pinprick)	z.B. Handrücken 64 mN, 95%-Referenz-Intervall 32-128 mN	Schmerz bei leichteren Nadelreizen → Gain-of-function
Mechanical Pain Sensitivity	NRS 0–100/ 0-10: ~10–20/ 1-2	Erhöhte Schmerzantwort bei Pinprick-Test: Gain-of-function
Dynamic Mechanical Allodynia	∅ Schmerz durch Pinsel/Wattestäbchen	Berührung löst Schmerz aus bei Gain-of-function
Wind-Up Ratio (Pinprick)	NRS ~1.0–1.5 (Einzelreiz ≈ Serien von 10 Reizen)	↑↑ NRS >2–3 = Wind-up-Phänomen bei Gain-of-function
Vibration-Threshold	> 6/8 Punkte auf 8-Punkte-Skala einer 128 Hz Stimmgabel	Bei Loss-of-function reduziert
Pressure-Pain- Threshold	Abhängig von Region, z.B. Hand ~ 2.5-3.6 kg/cm²	Schmerz bei geringeren Werten → Gain-of-function

Tabelle: QST-Normwerte und Veränderungen (Rolke, 2006, Wagenaar 2014, Pan 2024), erstellt v. E. Schulze

QST: Normwerte und Veränderungen

Identifikation von Abweichungen der ermittelten Werten zur Norm über z-Scores
(∅ z-Scores für Temperaturschmerzschwellen/ Vibrationswahrnehmungsschwelle)

$$\text{z-Score} = \frac{\text{Wert}_{\text{Patient}} - \text{Mittelwert}_{\text{Kontrollgruppe}}}{\text{Standardabweichung}_{\text{Kontrollgruppe}}}$$

z-Scores < Null → Funktionsverlust bei < -1,96 klinisch relevant
z-Scores > Null → Hypersensitivität bei < +1,96 klinisch relevant

Rolke, 2006

QST versus/und Bedside Tests

Welche Messinstrumente sind für die klinisch Praxis tauglich?

- z. T. sehr kostspielige, eher wissenschaftl. Testverfahren, z.B. PinPrick-Stimulatoren
- Praktische Anwendung der QST zusammen mit Bedside-Tests
- Eine Reihe unterschiedlicher Protokolle existieren

Haanpää 2011, S.17

Frage: Welche Instrumente

1. liefern relevante Informationen/Werte
2. sind valide
3. und gleichzeitig effizient im klinischen Alltag einzusetzen?

Bedside Tests / Clinical Sensory Tests

Untersuchung der somatosensorischen Funktionen Berührungs-/Vibrations-, Kälte-, Wärme- und Schmerzempfindlichkeit am Krankenbett :

1. Temperaturwahrnehmungsschwelle mit warmen / kalten Gegenständen
2. Mechanische Wahrnehmungsschwelle mit einem Stück Watte
3. Mechanische Schmerzschwelle mit einem hölzernen Cocktailstäbchen
4. Vibrationssinn mit einer 128-Hz-Stimmgabel

Haanpää 2011, S.17

Parameter	Bedside Assessment
Kälte Wahrnehmungsschwelle	Kaltes Metall, Behältnis mit kaltem Wasser, Lindholm Roller (Marchettini, 2003)
Kälte Wahrnehmungsschwelle	Warmes Metall, Behältnis mit warmen Wasser, Lindholm Roller
Mechanische Wahrnehmungsschwelle	Watte, Pinsel
Mechanische Schmerzschwelle	PinPrick, Zahnstocher, Cocktail-Stick
Vibrationswahrnehmungsschwelle	Stimmgabel

Finnerup 2016, S.1604

Abb: Instrumente für Klinische somato-sensorische Tests. Fotoaufnahme Schulze

CST Battery

Einzeltests nach Zhu et al., 2019

Loss-of-Function-Tests im Seitenvergleich

Ermittlung der

1. Kälte-/Wärme-Wahrnehmungsschwelle
   i. Kälte (Geldmünze bei Raumtemperatur)
   ii. Wärme (Geldmünze aus der Hosentasche, mind. 30 Minuten)
2. Mechanische Wahrnehmungsschwelle (Ästhesie-Schwelle)
   i. Leichtes Streichen mit Wattebausch
   ii. Berühren mit 16 Nm (= 1,6 g) belastenden von-Frey-Filament
3. Mechanische Schmerzschwelle (Algesie-Schwelle)
   i. Zahnstocher
   ii. 256 mN PinPrick
4. Vibrationswahrnehmungsschwelle
   i. Aufsetzen der Stimmgabel mit einer Frequenz von 128 Hz

Abb: Geldmünze

Abb: Watte, von Frey-Filament

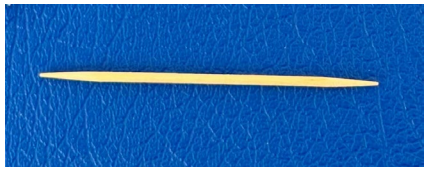


Abb: Zahnstocher

Abb: 128 Hz Stimmgabel,
Fotos E.Schulze

CST Battery

Einzeltests (Zhu et al., 2019)

Gain-of-Function-Tests im Seitenvergleich

1. Kälte-/Hitze-Schmerzschwelle
   i. Eiswürfel, die in einem Plastikbeutel für 10 s auf die Haut gelegt werden
   ii. Mit heißem Leitungswasser (40 °C) gefülltes Glasfläschchen, das 10 s aufgelegt wird
2. Mechanische Schmerzschwelle
   i. Zahnstocher
   ii. 256 mN belastendes von-Frey-Filament
3. Wind-Up Ratio: Schmerzsteigerung bei wiederholtem Reiz
   i. 1 Zahnstocher-Reiz gefolgt von 10 wiederholten Zahnstocher-Reizen (jeweilige NRS-Bewertung)
4. Druckschmerzschwelle
   i. Druck mit Radiergummi (Bleistift) (7 mm Durchmesser) für 10 s
   ii. Druck mit Daumen des/der Untersuchenden für 10 s
5. Dynamische mechanische Allodynie
   i. Mit Pinsel leichte bewegte Berührungen (Schmerz ja /nein)

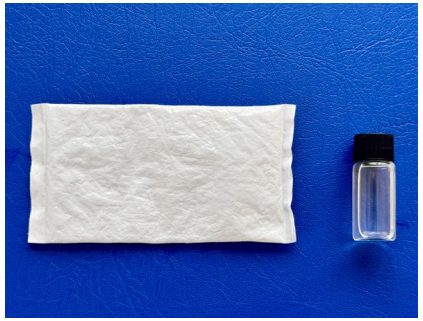


Abb: Eispack, Fläschchen mit 40° heißem Wasser

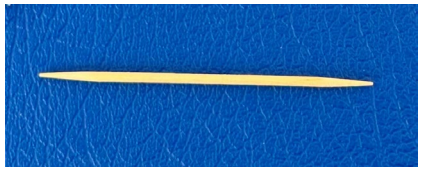


Abb: Zahnstocher

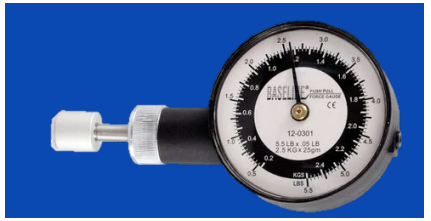


Abb: Algometer / Dolorimeter

Abb: Allodynie-Pinsel, Fotos E.Schulze

Clinical Sensory Test Battery (CST Battery)

Testlokalisation je nach Erkrankung/Schmerzausbreitung:

- Karpaltunnelsyndrom → Zeigefinger
- Unspezifischer Nackenschmerz → Halswirbelsäule, Brustwirbelsäule, Trapezius pars descendenz, unterhalb Spina scapulae
- Radikulopathie → je nach Spinalhöhe der HWS (C5 bis C8) an Oberarm, Unterarm und Hand bzw. der LWS (L4 bis S1) an Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß

Validität:

- Gesamtübereinstimmungsrate CST vs. QST von 45,0 % bis 96,2 % (Karpaltunnelsyndrom, unspez. Nacken-Schmerz, Radikulopathien, gemischte Kohorte)
- Erhebliche Variabilität zwischen verschiedenen Patient*innenkohorten
- Untergruppe von Tools der CST-Battery als Screening-Instrument geeignet

➔ breiterer klinischer Einsatz / zeiteffizientere somatosensorische Phänotypisierung

Zhu et al., 2019

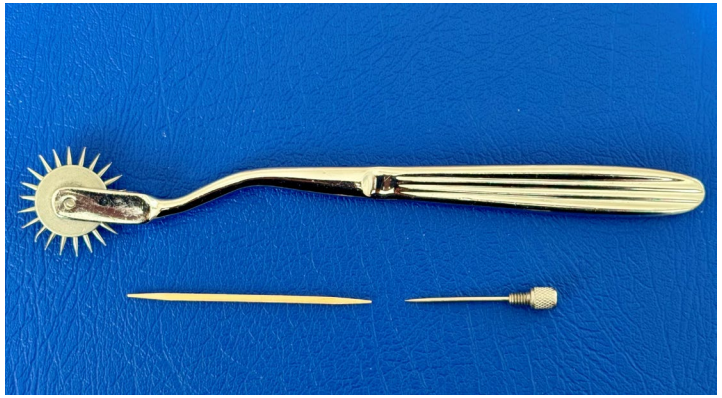
Prognosestellung mit Sensorischen Tests

Beispiele

Kältehyperalgesie und **erhöhte Schmerzintensität**

Prädiktoren für eine **schlechte Erholung** bei Patient*innen:

- nach **Beschleunigungstrauma** (Sterling, 2003)
- mit **lateraler Epikondylopathie** (Coombes, 2015)



Ergänzende neurologische Tests

V.a. Radikulopathie mit negativen sensorischen Zeichen

Ermittlung der Spinalhöhe

1. Algesie im Dermatom mit Algesie-Rädchen senkrecht zu den Dermatom-Angrenzungen
2. Kennmuskel-Reflexaktivität mit Reflexhammer
3. Kennmuskel-Kraft mit den MFW von 0-5

Wurzel (Radix)	Sensibles Areal / Dermatom	Reflex (vermindert)	Kennmuskel (abgeschwächt)
C5	Lateraler Oberarm, Schulter	Bizepssehnenreflex ↓	Deltoideus (Abduktion Schulter)
C6	Lateraler Unterarm, Daumen	Bizeps- & Brachioradialisreflex ↓	Bizeps, Handgelenksextensoren
C7	Mittelfinger	Trizepssehnenreflex ↓	Trizeps, Fingerstrecker
C8	Ulnarer Unterarm, kleiner Finger	kein zuverlässiger Reflex	Fingerbeuger, kleine Handmuskeln
L4	Medialer Unterschenkel, Knie	Patellarsehnenreflex ↓	Quadrizeps, Tibialis anterior,
L5	Lateraler Unterschenkel, Großzehe	kein zuverlässiger Reflex	Extensor hallucis longus
S1	Lateraler Fußrand, kleine Zehe	Achillessehnenreflex ↓	Gastrocnemius, Soleus

Abb: Reflexhammer, Algesie-Rädchen, Fotos E. Schulze

Literatur

- International Association for the Study of Pain. (2020). *IASP announces revised definition of pain*. Retrieved from https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain/
- Treede, R.-D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M. B., Giamberardino, M. A., Kaasa, S., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., Smith, B. H., … Wang, S.-J. (2015). A classification of chronic pain for ICD-11. *Pain*, *156*(6), 1003–1007. https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000160
- Finnerup, N. B., Haroutounian, S., Kamerman, P., Baron, R., Bennett, D. L. H., Bouhassira, D., Cruccu, G., Freeman, R., Hansson, P., Nurmikko, T., Raja, S. N., Rice, A. S. C., Serra, J., Smith, B. H., Treede, R.-D., & Jensen, T. S. (2016). Neuropathic pain: An updated grading system for research and clinical practice. *Pain*, *157*(8), 1599–1606. https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000492
- Vaupel, P., Schaible, H.-G., Mutschler, E., & Thews, G. (2015). *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen: 158 Tabellen* (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. https://doi.org/10.52778/9783804737242
- Haanpää, M., Attal, N., Backonja, M., Baron, R., Bennett, M., Bouhassira, D., Cruccu, G., Hansson, P., Haythornthwaite, J. A., Iannetti, G. D., Jensen, T. S., Kauppila, T., Nurmikko, T. J., Rice, A. S. C., Rowbotham, M., Serra, J., Sommer, C., Smith, B. H., & Treede, R.-D. (2011). NeuPSIG guidelines on neuropathic pain assessment. *Pain*, *152*(1), 14–27. https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.07.031
- Zhu, G. C., Böttger, K., Slater, H., Cook, C., Farrell, S. F., Hailey, L., Tampin, B., & Schmid, A. B. (2019). Concurrent validity of a low-cost and time-efficient clinical sensory test battery to evaluate somatosensory dysfunction. *European Journal of Pain*, *23*(10), 1826–1838. https://doi.org/10.1002/ejp.1456
- Sterling, M., Jull, G., Vicenzino, B., & Kenardy, J. (2003). Sensory hypersensitivity occurs soon after whiplash injury and is associated with poor recovery. *Pain*, *104*(3), 509–517. https://doi.org/10.1016/S0304-3959(03)00078-2
- Coombes, B. K., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2015). Cold Hyperalgesia Associated With Poorer Prognosis in Lateral Epicondylalgia: A 1-Year Prognostic Study of Physical and Psychological Factors. *The Clinical Journal of Pain*, *31*(1), 30–35. https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000078
- Rolke, R., Baron, R., Maier, C., Tölle, T. R., Treede, R. D., Beyer, A., ... & Handwerker, H. O. (2006). Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. *Pain*, 123(3), 231–243. https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.01.041
- Marchettini, P., Marangoni, C., Lacerenza, M., & Formaglio, F. (2003). The Lindblom roller. *European Journal of Pain*, *7*(4), 359-364. https://doi.org/10.1016/S1090-3801(03)00052-1
- Trueba-Perdomo, J. H., Gasparini, F., & Flores Cuautle, J. J. A. (2021). Pressure pain threshold values obtained through algometers. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, *42*(2). https://doi.org/10.17488/rmib.42.2.11
- Mailloux, C., Beaulieu, L. D., Wideman, T. H., & Masse-Alarie, H. (2021). Within-session test-retest reliability of pressure pain threshold and mechanical temporal summation in healthy subjects. *PLoS One*, *16*(1), e0245278. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245278

Wie hat Ihnen die Veranstaltung gefallen?

Bitte evaluieren Sie das 5. "mit Physio" Netzwerktreffen

Evalutation des fünften "mit-Physio"- Netzwerktreffen

Vielen Dank!