

Tab.: Beispiele für schmerzhafte Nervenläsionen, die durch mikrochirurgische Maßnahmen gut behandelbar sind

Schmerzhafte Nervenläsion	Ursache	typischer Schmerz und Klinik	Diagnostik und Differenzialdiagnose	nerven-chirurgischer Eingriff	alternative Verfahren
Verletzungen					
Schmerzhafte Nervenverletzung allgemein	<ul style="list-style-type: none"> 17–25 % iatrogen (aller operierten verletzten Nerven!), oft Kombination von Dehnung, Kompression, Quetschung, Zerrung, Zerreissung, Durchspießung. thermisches Trauma und direktes toxisches Agens seltener. Nerv wird scharf oder stumpf durchtrennt, teildurchtrennt oder bleibt in Kontinuität (Kontinuitätsneurom). Fremdkörper, Knochenfragmente, Osteosynthesematerial, Nahtmaterial kann zusätzlich direkten Schmerzreiz verursachen. 	<ul style="list-style-type: none"> hat meist unterschiedliche Komponenten: dumpfe Dauerschmerzkomponente („Schraubstock“) berührungsabhängiger elektrisierender einschießender Schmerz und „lanzinierender Schmerz“ („Messer“), auslösbar an <i>Punctum maximum</i> über Nervenverlauf (Verletzungsstelle) Brennschmerz 	<ul style="list-style-type: none"> klinische Untersuchung wesentlich sensorisches Defizit und Schmerzareal entsprechend Versorgungsgebiet eines Nervis Anamnese und Verlauf geben Hinweis auf Unfallmechanismus. Elektrophysiologie objektiviert Verdacht und Verlauf: Einschränkung von NLG® Myelinisierung, Amplitude® funktionierende Axonanzahl EMG® Einschränkung der Willkürmotorik, Ausmaß des mot. Funktionsverlustes, Hinweis auf Regeneration im Verlauf Bildgebung mit hochauflösendem Nervenultraschall: v. a. oberflächliche Läsionen oft gut erkennbar, Ausschluss Nervendurchtrennung, Kompression durch Narbe, fixierter Nerv beim Bewegen (Tethering bei dynamischer Untersuchung), Auftreibung und Konstriktion. Bildgebung mit MR-Neurografie (Kernspintomografie): Läsion und Narbe oft ebenso gut darstellbar, Aussage über Kontinuität vs. Durchtrennung, erhöhte Signalintensität des Nervis Nachteile Bildgebung: untersucherabhängig, zeitaufwendig 	<ul style="list-style-type: none"> „Exploration“: Freilegung des Nervis und iop. Evaluierung mikrochirurgische Maßnahmen: Dekompression und externe Neurolyse. Falls substanziale Nervenläsion, interne Neurolyse und Transplantatrekonstruktion unter Mikroskopsicht. intraoperativer Ultraschall und Nervenaktionspotenzialbestimmung an der Läsionsstelle helfen, falls unklar, ob transplantationsbedürftig. Teildurchtrennungen (stumpfe und scharfe Lazerationen) oft besonders schmerzhaft, profitieren sehr gut von Transplantatversorgung. Können Axone wieder ungehindert aussprossen, verbessert sich die Schmerzsituation (u. a. reduzierte Hyperexzitationsphänomene). 	<ul style="list-style-type: none"> Falls Transplantatrekonstruktion nicht möglich bei Durchtrennungen, Rückschnitt des Neuroms und tiefe Verlagerung in weiches Bindegewebe. Direkte Nervenstimulation mit implantierter am Nerv platzierter Elektrode. Zunächst Externalisieren des Kabels und Testung. Falls erfolgreich, Implantation des Stimulationsgenerators. Begleitende medikamentöse Therapie.
Ilioinguinalneuralgie oder Genitofemoralisneuralgie Kritische Neuropathie Meist Nerv verletzt Erfolgsrate über alle Verfahren vergleichsweise niedriger	<ul style="list-style-type: none"> meist Hernienchirurgie oder anderweitiger abdominalchirurgischer oder urologischer Eingriff vorausgegangen 	<ul style="list-style-type: none"> überempfindliches, dysästhetisches Areal über Versorgungsgebiet des betroffenen Nervis mit Hypästhesie. 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese und Klinik: Schmerz nach OP, Schmerzareal, Provokationsmanöver, Schmerztrigger. Eindeutiges HT-Zeichen und <i>Punctum maximum</i> des Schmerzes mit Nervenverlauf vereinbar, Beklopfen löst HT-Zeichen mit Ausstrahlung nach distal im Versorgungsgebiet aus: Dies ist ein eher diagnostisch positiver Faktor als ein diffuser Schmerz mit gleich ausgeprägter Berührungsempfindlichkeit im gesamten Areal. <i>p. m.</i> und positive HT-Zeichen werden als Hinweis auf fokalen Auslöser durch Nervenstumpfneurom, bei Durchtrennung oder Konstriktion durch Narbe, Naht, Netzbefestigung o. Ä. gewertet. Diagnostischer Block durch Lokalanästhetikum sollte Schmerz lindern DD zwischen Ilioinguinal- und Genitofemoralnerv bisweilen schwierig. Ausschluss psychischer Faktoren oder einer psychosomatischen Erkrankung, insb. bei Hinweisen auf zus. sexuelle Dysfunktionalität 	<ul style="list-style-type: none"> Explorationsindikation sehr eng zu stellen. Nervenrekonstruktion selten möglich, weil Stümpfe nicht auffindbar. Patienten oft multipel voroperiert. <i>Als ultima ratio</i> bleibt dann hohe Resektion über minimalinvasiven retroperitonealen Zugang. DD: Hernie, od. Tu im kleinen Becken bei spontanem Auftreten des Schmerzes ausschließen Nervenrekonstruktion nicht üblich (meist keine Nervenenden auffindbar); Exzision des Neuroms und tiefes Versenken des Nervenendes im kleinen Becken, um oberflächliche Lage zu vermeiden. 	<ul style="list-style-type: none"> Insbesondere bei eher diffusum Areal direkte periphere Sondenstimulierung im Schmerzareal Bei vorausgegangenen Neuromstumpfresektionen kann auch Platzierung einer Stimulationssonde am Nerv im Retroperitonealraum erwogen werden. medikamentöse Schmerztherapie SCS-Sonde
Kompressionsneuropathien					
Neurogenes Thoracic-Outlet-Syndrom (nTOS) (≠ vaskuläres TOS)	<ul style="list-style-type: none"> Einengung von C8/T1 und des <i>Truncus inferior</i> supraklavikulär im Bereich der Skalensuslücke durch akzessorische Faszien (Sibson), scharfkantige Faszierränder der <i>Scaleni (sublimis, medius, anterior)</i>, knöcherne Anomalien (verbreiteter Querfortsatz HWK 7, echte Halsrippe, Synostose Querfortsatz HWK7 und 1. Rippe) Plexuselement wird von dorsal aufgeladen (reitet auf scharfer Kante) oder von ventral bedrängt. Meist Kombination (Pinzetteneffekt). Noch seltener infraklavikuläre Varianten. 	<ul style="list-style-type: none"> Schultererschmerz mit Ausstrahlung mit zusätzlich bewegungsabhängiger elektrisierender Schmerzkomponente ausstrahlend entlang der Oberarminnenseite, des ulnaren Unterarms, tw. bis in Klein- und Ringfinger, ulnare Handkante. Häufig durch Überkopfbewegungen ausgelöst. Sehr häufig bereits deutliche Atrophien der Hand mit Feinmotorikstörung (Gilliat-Sumner-Hand) mit variabler Beteiligung der ulnaris- und medianus versorgten Handinnenmuskulatur. Es gibt auch rein algogene Varianten des NTOS ohne sensorische Defizite. 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese und Klinik Bilddiagnostik mit Kernspintomografie des Plexus brachialis, der HWS, Hochfrequenzneurosonografie des <i>Plexus brachialis</i> im Seitenvergleich und Darstellung des Kubitaltunnels Elektrophysiologie zur Objektivierung einer C8/T1-Truncus-inferior-Läsion. Eingehende klinische Untersuchung des Plexus brachialis (mot. und sens.). Tiefe supraklavikuläre Palpation zur Triggerung des Schmerzes und eines positiven Hoffmann-Tinel-Zeichens. Häufiger bei Frauen und asthenem Habitus mit langem Hals und abfallenden Schultern, bei Männern eher athletischer Habitus. DD Kubitaltunnelsyndrom (dies hat keine Hypästhesie am ulnaren Unterarm), zervikaler Bandscheibenvorfall, Tumoren (Pancoast, Plexus), entzündliche Zustände, Parsonage-Turner-Syndrom (Schulteramyotrophie) häufiger mit psychischen Auffälligkeiten vergesellschaftet 	<ul style="list-style-type: none"> mikrochirurgische Freilegung über supraklavikulären Zugang und Dekompression über Durchtrennung der Faszierränder, Teilskalenotomie, Resektion kompromittierender Knochenanteile bei Rezidiven auch anderweitige Zugänge nötig ungleich dem Vorgehen vaskulärer Chirurgen bei vaskulärem TOS (transaxiläre Entfernung der ersten Rippe) 	<ul style="list-style-type: none"> Kräftigung des Schultergürtels bei asthenem Habitus (kontrovers), ultraschallgezielte Botoxinfiltration (kontrovers)
Incisura-Scapulae-Syndrom	<ul style="list-style-type: none"> Einengung des <i>N. suprascapularis</i> am Oberrand der Scapula in deren äußerem Drittel beim Durchtritt des Nervis und der begleitenden Arterie durch die knöcherne Incisur der Scapula. Die Inzisur wird durch ein Ligament überdacht, welches den Nerv bei Hypertrophie einengt. 	<ul style="list-style-type: none"> zunächst Schulterblatt- und Schultererschmerz bei Bewegung, später zunehmende Atrophie der <i>Mm. supra-</i> und <i>infraspinatus</i> mit eingeschränkter Schulterfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese und Klinik, genaue Untersuchung: Atrophie des M. supra- und infraspinatus im Seitenvergleich. EMG-Objektivierung. MRT Schulter und Schulterblatt im Seitenvergleich schließt andere Ursachen aus und zeigt Muskelatrophie mit erhöhtem Signal (sog. Denervationsödem). Häufig Leistungssportler in Wurf- und Ballsportarten (z. B. Volleyball). DD Schulterabnutzung, Ansatzreizung der Rotatorenmanschette, Arthrose, „Trainingsüberlastung“. 	<ul style="list-style-type: none"> Durchtrennung des die Incisura Scapulae überdachenden Ligaments nach MNCH-Darstellung des Nervis über transmuskulären Zugang Hohe Erfolgsrate, Muskel baut sich wieder auf. Auch Wettkampfsport ist wieder möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> Schonung und Physiotherapie (meist nur kurzfristig beschwerdelindernd)

Tab.: Fortsetzung

Schmerzhafte Nervenläsion	Ursache	typischer Schmerz und Klinik	Diagnostik und Differenzialdiagnose	nerven-chirurgischer Eingriff	alternative Verfahren
Meralgia Paraesthetica	<ul style="list-style-type: none"> Einengung des <i>N. cutaneus femoralis lateralis</i> im Zwickel zwischen Leistenband und <i>Spina iliaca anterior superior</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Dys- und Hypästhesie mit Brennschmerz im Versorgungsgebiet des Nerven am ventrolateralen Oberschenkel 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese und Klinik: spontanes Auftreten, Abfragen neuer körperlicher Gewohnheiten (Auslöser), radikale Gewichtsabnahme und Training, massives Übergewicht. Schmerzprovokation eher im Liegen (durch zusätzlich Dehnung des fixierten Nerven), Linderung durch Bein anstellen im Liegen, leichtes Hüftbeugen im Stehen. Diagnostischer Block: Infiltration mit LA sollte Schmerz kurzfristig verschwinden lassen (trennen von Hypästhesie, diese nimmt zu). 	<ul style="list-style-type: none"> Freilegung des Zwickels durch Schnitt in „Bikini-Linie“, Darstellung des Nerven unterhalb des Leistenbandes oder unter der Faszie des <i>M. sartorius</i> und Dekompression durch Teildurchtrennung des Leistenbandes oder bei knöcherner Verlaufsvariante frei fräsen. Einige Autoren empfehlen auch eine primäre hohe Resektion. Diese wird vom Autor vermeiden. 	<ul style="list-style-type: none"> Bei multiplen Voroperationen hohe Resektion retroperitoneal erwägen. Ansonsten analog Ilioinguinal- und Genitofemoralneuralgie (PN-Stimulation und SCS).
Hinteres (mediales) Tarsaltunnelsyndrom	<ul style="list-style-type: none"> Eher seltene Kompressionsneuropathie des <i>N. tibialis</i> im hinteren Tarsaltunnel, Nerv dorsocaudal des medialen Malleolus, Überdacht von <i>Retinaculum flexorum (Lig. laciniatum)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Parästhesien und Dysästhesien der Fußsohle und Zehen unter Belastung und in Ruhe. Ferse ausgespart oder mitbeteiligt. Dauerschmerz dumpf plus hellere einschließende Komponente in die Fußsohle im Versorgungsgebiet der <i>Nn. plantaris medialis</i> und <i>lateralis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese und Untersuchung (Inspektion Palpation, Narben) Schuhgewohnheiten. Umschriebene Druckdolenz und pos. HT-Zeichen. Hypästhesie und Motorik überprüfen (bd. Nervenäste). Atrophie der Fußsohle selten. Elektrophysiologie zum Nachweis einer verzögerten Latenz der <i>Nn. plantaris medialis</i> und <i>lateralis</i> und Denervationsläsion der Kennmuskeln (Seitenvergleich). Ausschluss einer Verletzung, vorausgegangenen Fraktur etc. Ultraschall im Nervenverlauf kann Kompression darstellen (HFNUS), MRT z. A. Tumor, Röntgen bei V. a. auf knöcherne Auffälligkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> Spaltung des <i>Retinaculum</i> über retromalleolären Zugang. Cave: venöser Plexus, prädisponiert für Wundheilungsstörungen. postoperative Entlastung und Hochlagern des Beines 	<ul style="list-style-type: none"> zunächst konservative Maßnahmen: Einlagen, lokale Infiltrationen
Piriformis-Syndrom kontrovers diskutiert	<ul style="list-style-type: none"> Kompression des <i>N. ischiadicus</i> im For. ischiadicum durch scharfen Fasziendrand des <i>M. piriformis</i> oder konstringierende Gefäßanomalien (z. B. arteriovenöse Gefäßarkade infrapiriform) 	<ul style="list-style-type: none"> ähnlich Ischialgie: einschließender Schmerz entlang des dorsolateralen Oberschenkels bis Unterschenkel und Fuß. Parästhesien der Fußsohle, einseitiger Gesäßschmerz beim Sitzen (Nerv gedehnt). Vermeidungshaltung beim Sitzen durch Entlastung der betroffenen Gesäßhälfte. 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese, Triggerpunkt bei tiefer Palpation im Liegen und in Viererposition (Hüftbeugung des angewinkelten Beines und Innenrotation) DD Lumboischialgie durch BSV, Tumor (z. B. peripherer Nervenscheidentumor) 	<ul style="list-style-type: none"> zunächst konservativer Therapieversuch (siehe rechts). Bei Therapieresistenz transgluteale Freilegung mit Durchtrennung oder Teildurchtrennung des <i>M. piriformis</i> oder eines scharfen Fasziendrandes (Variante subgluteale endoskopische Exploration) 	<ul style="list-style-type: none"> Krankengymnastik, therapeutischer Ultraschall, navigierte Botulinumtoxininjektion, Infiltration von Lokalanästhetika mit Kortikosteroiden
Pudendusneuralgie	<ul style="list-style-type: none"> Kompressionsneuropathie des <i>N. pudendus</i> am häufigsten zwischen <i>lig. Sacrotuberale</i> und <i>sacrospinale</i>, aber auch i. Verlauf zwischen <i>Lig. supraspinatum</i> und <i>sacrococcygeum</i>, im Alcock-Kanal u. <i>M. obturatorius internus</i>. Weiterhin Verletzungen (seltener) im Rahmen einer Geburt oder durch vorherige Operationen im kleinen Becken; Netzeinlage o. Ä.¹ 	<ul style="list-style-type: none"> Tiefer dumpfer Schmerz und einschließender heller Schmerz („in Messer setzen“), meist unilateral, Fremdkörpergefühl rektal/vaginal, perineal, am Skrotum/der Schamlippe; Penisspitze/Klitoris, Scheide, Rektum (Versorgungsgebiet der von S2–4 versorgten <i>N. pudendus</i>-Äste). zusätzliche Brennschmerzkomponente 	<ul style="list-style-type: none"> Anamnese und Schmerzcharakter. Zunahme beim Sitzen und durch direkten Druck auf Sitzbeine (z. B. Radfahren). Diagnostischer Block sollte Beschwerden kurzfristig verschwinden lassen (Varianten: transgluteal, transvaginal, transrektal).² Triggerpunkt bei rektaler od. vaginaler Untersuchung im Bereich der <i>Spina ischiadica</i>. MRT des kleinen Beckens z. A. Tumor/Entzündung/Fibrosierung/Endometriose DD Coccygodynie, Piriformis-Syndrom. psychosomatische Erkrankung ausschließen Frauen: Männer = 2 : 1 	<ul style="list-style-type: none"> Freilegung nach vermuteter Lokalisationshöhe prox. = zwischen <i>Ligg. sacrotuberale/sacrospinale</i> über transglutealen Zugang nach Robert³ Neuromonitoring des <i>Sphincter ani</i>. oder distale Freilegung im Pudenduskanal über transperinealen Zugang Besserung bei 65–70 % und meist mit Latenz 	<ul style="list-style-type: none"> Mehrfache Infiltrationen des <i>Canalis pudendalis</i> sind bei 30–40 % therapeutisch. multidisziplinäre Betreuung.
Entzündlich proliferative Nervenläsion					
Morton-Metatarsalgie	<ul style="list-style-type: none"> Morton-Neurom des Nerven: sehr schmerzhafte knollige Auftreibung des <i>N. plantaris lateralis</i> od. <i>medialis</i> zwischen dem III und IV, seltener dem II. und III. Strahl auf Höhe des Metatarsaleköpfchens unterhalb des <i>Lig. metatarsale transversum</i>. entzündliche Komponente mit Anteilen des mit dem Nerv verbackenen Schleimbeutels. 		<ul style="list-style-type: none"> Einschließender punktueller Schmerz. Vermeidungsverhalten, häufiger Versuch der Patienten, geeignete Schuhe zu finden (Abpolsterung etc.). Provokationstest: Mulder-Manöver-Kompression des Fußgewölbes mit der einen Hand und zusätzlicher Druck am p. m. Sollte exakt zwischen den entsprechenden Metatarsaleköpfchen liegen. MRT des distalen Fußgewölbes kann die Läsion eindeutig nachweisen (signalhyperintense knollige Proliferation am loco typico). Ausschluss rheumatoider Veränderungen, knöcherner oder anderer Weichteilerkrankungen. Aufgrund des möglichen MRT-Nachweises diagnostische Blockade kaum mehr nötig. 	<ul style="list-style-type: none"> Resektion über Zugang vom Fußrücken aus sehr hohe Erfolgsrate 	<ul style="list-style-type: none"> kontrovers – serielle therapeutische Blockaden führen aus Sicht des Autors bei eindeutigem MRT-Nachweis des Morton-Neuroms nicht zu einer anhaltenden Besserung.

¹ Roche B et al., Coloproctol 2005; 27:236–41; ² Prat-Pradal D et al., Surg Radiol Anat 2009; 31(4):289–93; ³ Ploteau S et al., Pain Physician 2017;20(1):E137–E143