

KAPITEL
Neurotraumatologie und Erkrankungen von Wirbelsäule und Nervenwurzel

Zervikale Radikulopathie

Entwicklungsstufe: S1
Stand: September 2012
AWMF-Registernummer: 030/082

[COI-Erklärung](#)
[Clinical Pathway](#)

Federführend
Prof. Dr. med.habil. M. Pohl, Kreisch
marcus.pohl@klinik-bavaria.de

11.09.2015: Gültigkeit nach
Überprüfung durch das LL-
Sekretariat verlängert bis
29.09.2017

Was gibt es Neues?

- Ein konservatives Behandlungskonzept, das entweder Physiotherapie mit Mobilisation und Stabilisation oder eine Ruhigstellung durch das Tragen einer Halskrause über 3 Wochen beinhaltet, ist einem abwartenden Verhalten ohne Intervention überlegen.
- Bis heute liegen allerdings keine sicheren Daten vor, dass irgendeine Therapie bei zervikaler Radikulopathie einer anderen Therapie überlegen ist. Dies gilt sowohl für chirurgische Verfahren untereinander, für chirurgische versus konservative Verfahren im Vergleich und für konservative therapeutische Verfahren untereinander.

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

- Ruhigstellung mittels Halskrause oder Physiotherapie mit Mobilisation und Stabilisation
- frühzeitig und ausreichend analgetische Therapie mit NSAR sowie muskelrelaxierenden Medikamenten
- Operation bei rasch progredienten Paresen
- bei chronischen Schmerzen multimodales Behandlungskonzept mit Physiotherapie, analgetischer Therapie und Entspannungstechniken (Verhaltenstherapie, Schmerzbewältigungsprogramme)

Einführung

Schmerzen im Bereich der Halswirbelsäule (HWS) mit Ausstrahlung nach okzipital und in die Schulter-Arm-Region stellen ein weit verbreitetes Problem dar. Dabei wird unterschieden zwischen akut auftretenden Wurzelreiz- und/oder Wurzelausfallsyndromen und chronischen Zervikobrachialgien. Die degenerativen Veränderungen betreffen vor allem die unteren HWS-Abschnitte, insbesondere HWK 5/6 sowie HWK 6/7 und seltener HWK 7/BWK 1 oder HWK 4/5. Die radiologisch erhobenen Befunde in der Nativ- und Schnittbilddiagnostik (CT, MRT) korrelieren nur teilweise mit den klinischen Befunden. Die Therapiemöglichkeiten der akuten und chronischen Formen unterscheiden sich insoweit, dass ein operatives Vorgehen eher bei akuten Beschwerden radikulärer Genese infrage kommt, wohingegen bei chronischen Störungen eher ein konservatives, multidisziplinäres Vorgehen unter Einbeziehung pharmakologischer, physiotherapeutischer und psychosomatischer Methoden angeraten ist. Hierbei hat die Leitlinie das Ziel, für bestimmte klinische Konstellationen Empfehlungen für ein konservatives und/oder operatives Vorgehen zu geben.

Definition und Klassifikation

Begriffsdefinitionen

Klinische Voraussetzung für das Vorliegen einer zervikalen Radikulopathie sind Symptome und Beschwerden, die einer zervikalen Nervenwurzel zuzuordnen sind. Dabei werden Wurzelreiz- (ohne Sensibilitätsstörung oder Parese im Bereich der jeweiligen Wurzel) und Wurzelkompressions syndrome (mit Sensibilitätsstörung und/oder Parese im Bereich der jeweiligen Wurzel) unterschieden.

Als Ursachen für die Radikulopathien im HWS-Bereich finden sich neben Bandscheibenvorfällen (häufiger bei jüngeren Patienten) auch degenerativ-knöchernen Veränderungen (Osteochondrose, Unkovertebralgelenkarthrose, Spondylarthrose, Spondylolisthese) mit Einengung der Foramina intervertebralia (häufiger bei älteren Patienten). Daneben sind lokale Raumforderungen wie Tumoren (z. B. Knochenmetastasen, Ependymome, Meningeome), Hämatome und entzündliche Veränderungen (Abszesse, Spondylodiszitis, Borreliose, Zoster) ursächlich. Pseudoradikuläre Syndrome bei orthopädischen Erkrankungen, z. B. des Schultergelenkes, müssen von zervikalen Radikulopathien abgegrenzt werden, was besonders bei Wurzelreizsyndromen nicht immer trivial ist.

Klassifikation

Akut oder subakut auftretende einschließende Schmerzen und/oder Parästhesien im Ausbreitungsgebiet einer oder eher selten mehrerer Nervenwurzeln sind typische Symptome einer zervikalen Radikulopathie. Die Ausbreitung der Sensibilitätsstörungen entspricht den Dermatomen der betroffenen Nervenwurzeln, wobei die Schmerzempfindung eher als die Berührungsempfindung betroffen ist. Motorische Ausfälle mit konsekutiven Muskelatrophien betreffen die Kennmuskeln, wobei die Paresen meist inkomplett sind, da die einzelnen Kennmuskeln ihre Innervation über mehrere Nervenwurzeln erhalten. Entsprechend kommt es zu einer Abschwächung oder zu einem Ausfall der zugehörigen Kennreflexe. Bei den meisten Radikulopathien kommt es zu erheblichen Veränderungen im Bereich der HWS mit einer Steilstellung, einem paravertebralen muskulären Hartspann, einem lokalen Klopf- oder Druckschmerz über der Wirbelsäule sowie zu einer Zunahme der Beschwerden bei Drehung oder Neigung des Kopfes nach hinten und/oder zur betroffenen Seite. Zusätzlich können ein Husten-, Press- und Niesschmerz sowie andere Nervendehnungszeichen auftreten. Bei den selteneren polyradikulären Prozessen kommt es zu einem mehrsegmentalen Ausfall. Bei medianen Bandscheibenvorfällen oder anderen raumbeschränkenden Prozessen finden sich zusätzlich zu den meist asymmetrischen peripheren Störungen an den Armen auch Zeichen langer Bahnen mit einer spastischen Gangstörung, Reflexsteigerung an den Beinen, verbreiterten reflexogenen Zonen, unerschöpflichen Kloni und Pyramidenbahnzeichen sowie Blasenentleerungsstörungen. Das entspricht der zervikalen Myelopathie (siehe Leitlinie „Zervikale spondylotische Myelopathie“). Bei den chronischen Veränderungen stehen meist Schmerzen paravertebral mit gelegentlicher radikulärer Ausstrahlung im Vordergrund. Objektivierbare neurologische Ausfälle zeigen in der Regel keine Progredienz. Mitunter kann dies durch elektromyografische Untersuchungen verifiziert werden.

Diagnostik

Notwendig für die Diagnose einer zervikalen Radikulopathie sind die klinisch neurologische Untersuchung und die Anamneseerhebung. Weitere diagnostische Schritte sind bei spezifischen Patientengruppen erforderlich.

Diagnostische Verfahren

Neben der Notwendigkeit der klinisch neurologischen Untersuchung und der Anamneseerhebung können bei spezifischen Patientengruppen folgende Empfehlungen zur Durchführung von bestimmten diagnostischen Verfahren ausgesprochen werden:

- bei persistierenden Beschwerden, Vorliegen von sensiblen und/oder motorischen Ausfallerscheinungen:
 - MRT zur Suche nach einer Wurzelkompression, Raumforderung oder entzündlichen Veränderungen. Um ein möglichst aussagefähiges Untersuchungsergebnis zu erzielen, ist beim MRT die Sequenzfolge zu beachten. Notwendig sind sagittal T2 und T1 gewichtete und transversal T1 gewichtete Sequenzen. Die Applikation von Kontrastmittel ist fakultativ und die Schnittebene dabei abhängig von der Pathologie.
- bei einem MRT-Befund, der ätiologisch unzureichend ist:
 - Zur differenzierten radiologischen Abklärung wird eine CT in Dünnschichttechnik, ggf. mit knöcherner Rekonstruktion zur Darstellung insbesondere knöcherner Veränderungen im Abgangsbereich der Nervenwurzel, oder eine Myelo-CT-Untersuchung empfohlen.
- bei gezielter Fragestellung (z. B. Instabilität, Spondylodiszitis):
 - Hier kann eine Nativaufnahme (HWS Röntgen in 2 Ebenen) an das MRT angeschlossen werden.
- bei länger persistierenden Beschwerden zur Erkennung und Gradierung von Paresen:
 - EMG aus den Kennmuskeln unter Einbeziehung der paravertebralen Muskulatur (Wilbourn et al. 1998)
 - Abgrenzung vor allem gegenüber Plexusneuritiden (neuralgische Schultermyopathie)
- bei klinischem Verdacht:
 - Basislabor mit Entzündungsparametern (Spondylodiszitis)
- bei klinischem und anamnestischem Verdacht:
 - Serologie, ggf. Liquordiagnostik: Radikulitis bei Borreliose, Zoster, Infektion mit *Mycobacterium tuberculosis*, Meningeosis carcinomatosa
- bei Verdacht auf Spondylodiszitis und problematischem Erregernachweis:

- Möglichkeit der CT-gesteuerten Direktpunktion
- bei spezifischen Patientengruppen, bei denen das EMG die Differenzialdiagnose Radikulopathie versus Armplexusläsion nicht ermöglicht:
 - sensible Neurografie (Wilbourn et al. 1998)

Differenzialdiagnose

Da in der Mehrzahl der zervikalen Radikulopathien Schmerzen vorhanden sind, die sich im entsprechenden Dermatome ausbreiten, kommen selten andere Erkrankungen in Betracht.

- Neuralgische Myatrophie: Akut schmerzhaftes Geschehen, wobei der Schmerz nach wenigen Tagen sistiert und sich eine Parese einstellt. Das Verteilungsmuster entspricht eher dem einer peripheren Nerven- oder Plexusläsion. Sensibilitätsstörungen sind meist nur gering ausgeprägt oder fehlen. Das paravertebrale EMG zeigt in der Regel keine pathologische Spontanaktivität.
- Plexusläsionen: Besonders tumoröse Infiltrationen des unteren Armplexus (Pancoast-Tumor, Metastasen bei Mammakarzinom) ähneln Affektionen der Wurzeln C 8 und Th 1. Die sensible Neurografie des N. ulnaris und des N. cutaneus antebrachii medialis zeigt eine Abnahme der Amplitude des sensiblen Nervenaktionspotenzials nur bei Plexusaffektionen, während diese bei Wurzelschädigungen trotz eines sensiblen Defizits unauffällig ist.
- Periphere Nervenkompressionssyndrome wie das Karpaltunnelsyndrom können mit Wurzelkompressionen verwechselt werden, da mitunter die Schmerzsymptomatik auch nach proximal ausstrahlt. Eine Differenzierung ist mit einer motorischen und sensiblen Neurografie der peripheren Nerven meist möglich.
- Pseudoradikuläre Beschwerden bei orthopädischen Erkrankungen, z. B. bei einer Periarthropathia humeroscapularis oder bei Schultertraumen. Hierbei sind die neurologischen und elektrophysiologischen Untersuchungsbefunde unauffällig.

Therapie

Allgemeine Empfehlungen zur Therapie

Bis auf die klinischen Manifestationen zervikaler Bandscheibenvorfälle ist die Therapie geprägt von einem multimodalen, interdisziplinären konservativen Vorgehen.

Es liegen keine gesicherten Daten vor, dass bei einer zervikalen Radikulopathie irgendeine Therapie das mittel- und langfristige Ergebnis in Bezug auf das Schmerzsyndrom und das funktionelle Ergebnis besser beeinflusst als eine andere. Da eine operative Therapie zumindest im langfristigen Verlauf keinen besseren Nutzen bringt, ist grundsätzlich ein konservatives Vorgehen anzustreben. Allgemein kann sowohl eine Ruhigstellung mit einer Halskrause als auch eine mobilisierende Physiotherapie empfohlen werden. Konservative therapeutische Verfahren sind dabei nach der bisherigen Datenlage gleichwertig und besser als keine Therapie.

Konservative Therapie

Physiotherapie

- Die frühzeitige Mobilisation reduziert sofort und kurzzeitig die Schmerzen im Vergleich zu keiner Behandlung. Daten über längerfristige Effekte liegen nicht vor (Gross et al. 2010).
- Sowohl das Tragen einer halb-harten Halskrause, kombiniert mit einer allgemeinen Immobilisation („taking rest as much as possible“) über 3 Wochen, mit einer anschließender Entwöhnung von der Halskrause als auch eine 2-mal wöchentliche Physiotherapie mit Schwerpunkt auf Mobilisation und Stabilisation und einem zusätzlichen häuslichen Übungsprogramm über 6 Wochen sind einem abwartenden Verhalten ohne therapeutische Intervention in der frühen Phase der zervikalen Radikulopathie in Bezug auf die Schmerzreduktion überlegen (Kuijper et al. 2009). Zwischen dem Tragen einer Halskrause mit Immobilisation und der Physiotherapie mit häuslichem Übungsprogramm zeigen sich hinsichtlich der Wirkung keine Unterschiede (Kuijper et al. 2009).
- Kontinuierliche oder intermittierende Traktionsbehandlungen zur Schmerzlinderung können nicht empfohlen werden (Graham et al. 2008, Young et al. 2009).

Physikalische Maßnahmen

In Bezug auf die Anwendung physikalischer Maßnahmen (z. B. Massagen) kann keine Empfehlung ausgesprochen werden, da es zu wenige kontrollierte Studien gibt (Haraldsson et al. 2006, Kroeling et al. 2009).

Patientenschulung (z. B. Nackenschule)

Es existiert derzeit keine Evidenz dafür, dass edukative Interventionen wie Patientenschulungen (Verhaltensratgeber, Nackenschule) kurz- oder längerfristig einen positiven Einfluss haben (Haines et al. 2009).

Medikamentöse Therapie

- Aufgrund der ausgesprochen schwachen Evidenzlage zur oralen Medikation bei zervikaler Radikulopathie wird

empfohlen, sich am Stufenschema zur Behandlung von Schmerzen der WHO zu orientieren (WHO 1996). Im Regelfall reichen Analgetika (z. B. Paracetamol 2–3 x 500–1000 mg/d, maximal 4 g/d) zur Schmerzregulierung bei zervikaler Radikulopathie aus. Seltener müssen nicht steroidale Antiphlogistika eingesetzt werden (z. B. Ibuprofen 400–800 mg alle 6–8 h [maximal 2400 mg/d] oder Diclofenac 50–100 mg alle 8 Stunden [maximal 150 mg/d]). Bei Versagen auch höherpotente Analgetika (z. B. schwach wirksame Opiode wie Tramadol 100–200 mg alle 6–8 h [maximal 600mg/d] oder stark wirksame Opiode wie Fentanyl transdermal 12,5–75 µg/h).

- Muskelrelaxanzien bei begleitender Muskelverspannung, die nicht durch Schmerzmittel durchbrochen werden kann.
- Bei länger anhaltenden Schmerzen wird von manchen Autoren eine periradikuläre CT-gesteuerte Steroidapplikation empfohlen (Cyteval et al. 2004). Aufgrund der geringen Effekte (Anderberg et al. 2007) und der relativ hohen Nebenwirkungsrate (Scanlon et al. 2007) wird diese Therapie in den Leitlinien nicht empfohlen.
- Antibiotische Therapie bei Lyme-Borreliose, antivirale Therapie bei Zoster, Behandlung von Spondylodiszitiden.

Andere Therapien

- Bei chronischen Schmerzen (Schmerzen über 6 Monate) multimodale und multidisziplinäre Therapie mit
 - Analgetika, trizyklischen Antidepressiva, selektiven Serotonin- und Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmern oder Gabapentin/Pregabalin
 - Physio- und Sporttherapie (Jordan et al. 2011)
 - behaviorale Psychotherapie (Eccleston et al. 2009) mit Entspannungsverfahren, Techniken der Krankheitsverarbeitung und Stressbewältigung

Operative Therapie

Grundsätzlich gibt es bisher keine ausreichende Zahl qualitativ hochwertiger Studien, die operative und konservative Therapieverfahren in der Behandlung der zervikalen Radikulopathie miteinander vergleichen. Somit gibt es auch keine ausreichend validen Daten, die zeigen könnten, dass eine Operation im langfristigen Verlauf ein besseres Ergebnis erzielt als ein konservatives Vorgehen (unabhängig von der Art und Dauer der Symptomatik) (Fouyas et al. 2010). Allerdings verkürzt eine Operation die Schmerzdauer, was in vielerlei Hinsicht sehr relevant sein kann (Lebensqualität, Arbeitsfähigkeit etc.). Langfristig ergeben sich keine Änderungen zu einem konservativen Vorgehen in Bezug auf Schmerzen und auf das funktionelle Outcome (Persson et al. 1997). Die Indikation zu einem operativen Vorgehen sollte daher restriktiv gestellt werden (Fouyas et al. 2010).

Indikationen:

- absolute Indikation
 - progrediente, funktionell relevante motorische Ausfälle (schlechter als Kraftgrad 3/5)
- relative Indikation
 - trotz ausreichender intensiver konservativer Maßnahmen über 8–12 Wochen nicht therapierbare Schmerzen, abhängig vom Leidensdruck der Patienten

Operative Verfahren:

- offene Diskektomie in mikrochirurgischer Technik mit
 - interkorporeller Spondylodese (sog. Fusion mit unterschiedlichen Fusionsmethoden) über ventralen Zugang oder
 - Bandscheibenprothetik (zervikale Arthroplastik)
- endoskopische Verfahren (selten indiziert)
- Sequesterektomie über eine dorsale Foraminotomie (selten indiziert)

Anmerkungen zu den operativen Verfahren:

- Als Standardverfahren zur Beseitigung einer Nervenwurzelkompression hat die offene, mikrochirurgische Diskektomie über einen anterioren Zugang den höchsten Stellenwert. Mit dieser Operationstechnik ist es möglich, sowohl die durch einen Bandscheibenvorfall (soft disc) als auch durch eine Spondylose (hard disc) verursachte Kompression sicher und schonend zu beseitigen. Um eine postoperative segmentale Instabilität zu vermeiden, wird als zweiter operativer Schritt eine interkorporelle Spondylodese (Fusion) vorgenommen (Jacobs et al. 2004). In den letzten Jahren kommt der Diskektomie mit zervikaler Arthroplastik (künstlicher Bandscheibenersatz, verschiedene Prothesen) eine größere Bedeutung zu, da eine gewisse Beweglichkeit im operierten HWS-Segment im Vergleich zur Diskektomie mit und ohne Fusion erhalten wird (Traynelis 2006, Matz et al. 2009).
 - Die Datenlage im Vergleich alleinige Diskektomie versus Diskektomie mit Fusion ist derzeit in Hinblick auf das klinische Ergebnis noch nicht eindeutig (Jacobs et al. 2004, Xie et al. 2007, Matz et al. 2009, Jacobs et al. 2011). Allerdings zeigen Patienten mit alleiniger Diskektomie 2 Jahre nach der Operation häufiger segmentale Kyphosen mit Instabilität (Xie et al. 2007).
 - Bei der interkorporellen Spondylodese findet häufig autologer Knochen Verwendung (Beckenkamm), der durch eine additive ventrale Platte stabilisiert wird (Wright u. Eisenstein 2007, Jacobs et al. 2011).
 - Alternativ zur Verwendung von autologem Knochen können synthetische Materialien (Titan,

Polyetheretherketon [PEEK] etc.) mit vergleichbaren Ergebnissen verwendet werden (Bärlocher et al. 2002, Jacobs et al. 2004, Sasso et al. 2007, Jacobs et al. 2011). Wegen der mit der Spanentnahme assoziierten Schmerzen bei Verwendung autologen Knochens bevorzugen einige Zentren synthetische Materialien (Lied et al. 2010). Eine Fusion mittels uninstrumentierter Knochenzementplombe (Polymethylmethacrylat [PMMA]) ist nur noch in Ausnahmefällen indiziert (Korinth et al. 2006).

- Die zervikale Arthroplastik kann als Alternative zur Diskektomie mit Fusion durchgeführt werden (Matz et al. 2009).
- Bei lateralen oder intraforaminalen Bandscheibenvorfällen kann die Nervenwurzel auch über einen dorsalen Zugang durch eine Foraminotomie (nach Frykholm) mit Sequesterektomie dekomprimiert werden. Bei spondylotisch eingeengten Neuroforamina ist diese Operationsmethode nicht so effektiv wie ein anteriorer Zugang (Korinth et al. 2006).
- Die Nervenwurzeldekompression mit minimal invasiven perkutanen oder endoskopischen Verfahren (Tsou u. Yeung 2002, Saringer et al. 2003) ist noch nicht ausreichend standardisiert. Außerdem fehlen kontrollierte Langzeitergebnisse, die einen Vorteil gegenüber den offenen Methoden belegen. Diese Verfahren werden deshalb nicht empfohlen.

Versorgungskoordination

Die Behandlung der Patienten mit zervikaler Radikulopathie und die Durchführung der diagnostischen Maßnahmen erfolgt primär ambulant. Bei operativem Vorgehen ist in aller Regel eine stationäre Krankenhausbehandlung erforderlich. Bei notwendiger Therapieoptimierung kann entweder eine stationäre Krankenhausbehandlung oder eine stationäre Rehabilitationsbehandlung sinnvoll sein. Bei Patienten mit chronischen Schmerzen im Rahmen einer zervikalen Radikulopathie sind zur Beurteilung der Erwerbsfähigkeit häufig medizinisch-beruflich orientierte Rehabilitationsmaßnahmen notwendig.

Redaktionskomitee

Prof. Dr. R. Benecke, Neurologie Rostock
PD Dr. D. Bengel, Neurologie Ravensburg
Dr. R. Binggeli, Neurochirurgie Bern
Prof. Dr. C. Bischoff, Neurologische Gemeinschaftspraxis München
Prof. Dr. K. Dreinhöfer, Orthopädie und Unfallchirurgie Berlin
PD Dr. W. Käfer, Abt. für Wirbelsäulen Chirurgie Kusel
Prof. Dr. P. Kapeller, Neurologie Villach
Prof. Dr. A. C. Ludolph, Neurologie Ulm
Prof. Dr. J. Mehrholz, Wissenschaftliches Institut, Kreischa
Prof. Dr. M. Pohl, Neurologie und Fachübergreifende Rehabilitation, Kreischa
Prof. Dr. H. Reichel, Orthopädie Ulm

Federführend: Prof. Dr. med. habil. M. Pohl, Klinik Bavaria Kreischa, An der Wolfsschlucht 1–2, 01731 Kreischa
E-Mail: marcus.pohl@klinik-bavaria.de

Entwicklungsstufe der Leitlinie: S1

Literatur

- Anderberg L, Annertz M, Persson L et al. Transforaminal steroid injections for the treatment of cervical radiculopathy: a prospective and randomised study. *Eur Spine J* 2007; 16: 321–328
- Bärlocher CB, Barth A, Krauss JK et al. Comparative evaluation of microdiscectomy only, autograft fusion, polymethylmethacrylate interposition, and threaded titanium cage fusion for treatment of single-level cervical disc disease: a prospective randomized study in 125 patients. *Neurosurg Focus* 2002; 12: E4
- Cyteval C, Thomas E, Decoux E et al. Cervical radiculopathy: open study on percutaneous periradicular foraminal steroid infiltration performed under CT control in 30 patients. *Am J Neuroradiol* 2004; 25: 441–445
- Eccleston C, Williams AC, Morley S. Psychological therapies for the management of chronic pain (excluding headache) in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009(2): CD007407
- Fouyas IP, Sandercock PA, Statham PF et al. How beneficial is surgery for cervical radiculopathy and myelopathy? *Br Med J* 2010; 341: c3108
- Graham N, Gross A, Goldsmith CH et al. Mechanical traction for neck pain with or without radiculopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2008(3): CD006408
- Gross A, Miller J, D'Sylva J et al. Manipulation or mobilisation for neck pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2010(1): CD004249
- Haines T, Gross A, Burnie SJ et al. Patient education for neck pain with or without radiculopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2009(1): CD005106
- Haraldsson BG, Gross AR, Myers CD et al. Massage for mechanical neck disorders. *Cochrane Database Syst Rev* 2006(3): CD004871

- Jacobs WC, Anderson PG, Limbeek J et al. Single or double-level anterior interbody fusion techniques for cervical degenerative disc disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2004(4): CD004958
- Jacobs W, Willems PC, van Limbeek J et al. Single or double-level anterior interbody fusion techniques for cervical degenerative disc disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011(1): CD004958
- Jordan JL, Holden MA, Mason EE et al. Interventions to improve adherence to exercise for chronic musculoskeletal pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2011(1): CD005956
- Korinith MC, Kruger A, Oertel MF et al. Posterior foraminotomy or anterior discectomy with polymethyl methacrylate interbody stabilization for cervical soft disc disease: results in 292 patients with monoradiculopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 1207–1214; discussion 1215–1216
- Kroeling P, Gross A, Goldsmith CH et al. Electrotherapy for neck pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2009(4): CD004251
- Kuijper B, Tans JT, Beelen A et al. Cervical collar or physiotherapy versus wait and see policy for recent onset cervical radiculopathy: randomised trial. *Br Med J* 2009; 339: b3883
- Lied B, Roenning PA, Sundseth J et al. Anterior cervical discectomy with fusion in patients with cervical disc degeneration: a prospective outcome study of 258 patients (181 fused with autologous bone graft and 77 fused with a PEEK cage). *BMC Surg* 2010; 10: 10
- Matz PG, Ryken TC, Groff MW et al. Techniques for anterior cervical decompression for radiculopathy. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 183–197
- Persson LC, Carlsson CA, Carlsson JY. Long-lasting cervical radicular pain managed with surgery, physiotherapy, or a cervical collar. A prospective, randomized study. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997; 22: 751–758
- Saringer WF, Reddy B, Nobauer-Huhmann I et al. Endoscopic anterior cervical foraminotomy for unilateral radiculopathy: anatomical morphometric analysis and preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 2003; 98 (Suppl. 2): 171–180
- Sasso RC, Smucker JD, Hacker RJ et al. Artificial disc versus fusion: a prospective, randomized study with 2-year follow-up on 99 patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007; 32: 2933–2940; discussion 2941–2942
- Scanlon G, Moeller-Bertram T, Romanowsky S et al. Cervical transforaminal epidural steroid injections: more dangerous than we think? *Spine (Phila Pa 1976)* 2007; 32: 1249–1256
- Traynelis VC. Cervical arthroplasty. *Clin Neurosurg* 2006; 53: 203–207
- Tsou PM, Yeung AT. Transforaminal endoscopic decompression for radiculopathy secondary to intracanal noncontained lumbar disc herniations: outcome and technique. *Spine J* 2002; 2: 41–48
- Wilbourn AJ, Aminoff MJ. AAEM minimonograph 32: the electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. *American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve* 1998; 21: 1612–1631
- World Health Organisation. *Cancer, Pain Relief and palliative Care*. 2nd ed. Geneva: WHO Technical Report Series; 1996
- Wright IP, Eisenstein SM. Anterior cervical discectomy and fusion without instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007; 32: 772–774; discussion 775
- Xie JC, Hurlbert RJ. Discectomy versus discectomy with fusion versus discectomy with fusion and instrumentation: a prospective randomized study. *Neurosurgery* 2007; 61: 107–116; discussion 116–117
- Young IA, Michener LA, Cleland JA et al. Manual therapy, exercise, and traction for patients with cervical radiculopathy: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2009; 89: 632–642