

Uitleg flowchart Ulnaropathie

1. Klinische diagnose kan gesteld worden op basis van anamnestiche sensibele stoornissen in de 4^e en 5^e vinger / ulnaire dorsale zijde van de hand en/of krachtsverlies van ulnaris spieren, waarbij het neurologisch onderzoek dit verder ondersteunt. Bij ulnaropathie thv de elleboog is er vaak gecombineerde uitval (motorisch en sensibel), waarbij de proximale spieren ook kunnen meedoen. Een ulnaropathie thv de pols kan sensibele, motorische of gemengde klachten geven afhankelijk van de lokalisatie tpv Guyon kanaal (zie tabel in tekst). De proximale spieren (m. flexor carpi ulnaris en m. flexor digitorum profundus) doen niet mee.

Wanneer de diagnose en lokalisatie van de ulnaropathie met behulp van anamnese en het lichamelijk onderzoek met grote zekerheid vast te stellen is en geen andere belangrijke diagnoses uitgesloten hoeven te worden, is een EMG niet per definitie nodig.

Belangrijk om uit te vragen:

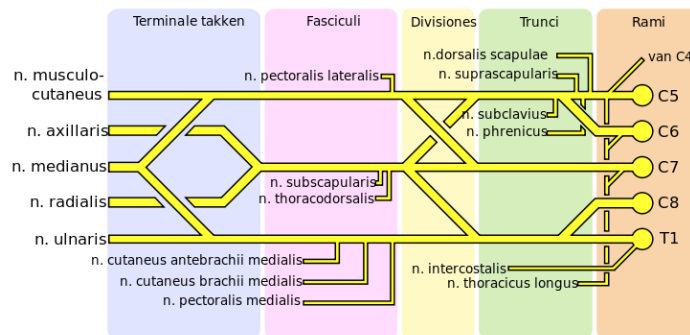
- Anamnese: beroep, dagelijkse bezigheden, bedlegerigheid, drukneuropathie in de familie, duur van de klachten
- Voorgeschiedenis: elleboog- of polsfractuur, drukneuropathie elders, operaties, lokale anesthesie.

2. Bij het schrijven van de EMG aanvraag is het van belang om de vraagstelling te richten op de te onderzoeken lokalisatie of eventuele verdenking op andere diagnoses (bv plexopathie) te vermelden. Op basis hiervan kan de KNF-neuroloog het geleidingsonderzoek eventueel uitbreiden met naaldonderzoek.
3. Zie KNF protocol ulnaropathie in addendum.
4. Zie KNF protocol ulnaropathie in addendum. Bij het echografisch onderzoek is er bij een beknelde zenuw sprake van verdikking (oppervlakte > 0,09 cm² en diameter tpv de elleboog > 0,27 cm) en verlaagde echogeniciteit (oedeem).
5. Callusvorming, botdeformaties op X-pols of X-elleboog. Crepitaties of lokale drukpijn thv pols of elleboog.
6. Klinische gradering:
 - Licht: wisselende paraesthesieën en subjectieve zwakte en onhandigheid.
 - Matig: wisselend paraesthesieën en aantoonbaar zwakte van de intrinsieke handmusculatuur, zonder atrofie.
 - Ernstig: paraesthesieën en aantoonbaar zwakte van de intrinsieke handmusculatuur met atrofie.
7. Patiënt uitleg geven over de etiologie en het werkingsmechanisme. Houdingsadviezen geven om de elleboog/de pols te ontlasten.
8. Bij toenemende klachten ondanks goed uitgevoerd conservatief beleid gedurende 3 maanden, verwijzing naar neurochirurg. Bij persisterende en zeer hinderlijke klachten eveneens verwijzing chirurg.

Richtlijn ulnaropathie

Anatomie

De nervus ulnaris heeft zijn oorsprong in de wortels C8 en Th1. De spinale zenuwvezels lopen via de onderste truncus van de plexus brachialis door de mediale fasciculus en vormen uiteindelijk de n. ulnaris (fig1). De n. ulnaris loopt aan de mediale zijde van de boven arm naar de elleboog, achter de mediale epicondylus van de humerus en via de "cubitale tunnel" naar de onderarm langs de ulnaire zijde en onder de oppervlakkige spieren. Ter hoogte van de pols loopt de n. ulnaris over het ligamentum carpi transversum (itt n. medianus) en onder de palmaire fascie van het os pisiforme en de haak van het os hamatum. Deze ruimte waar de n. ulnaris samen met de arteria ulnaris en vena ulnaris doorheen loopt wordt de loge van Guyon genoemd.



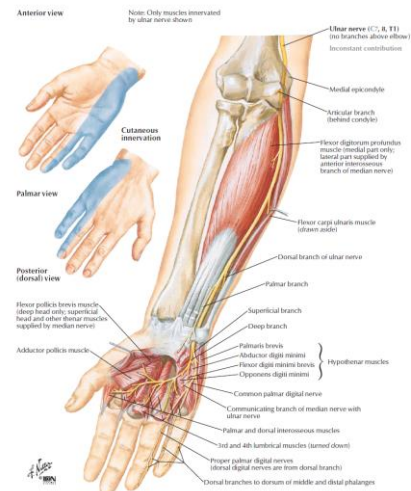
Figuur 1. Plexus brachialis

De n. ulnaris innerveert spieren in de onderarm en hand (fig 2). De meest proximale spieren zijn:

- m. flexor carpi ulnaris
- mm. flexor digitorum profundus digiti IV-V

De overige spieren, die door de n. ulnaris geïnnerveerd worden, zijn:

- (hyper)thenar groep
 - m. flexor pollicis brevis (caput profundum)
 - m. adductor pollicis.
- hypothenar groep
 - m. abductor digiti minimi
 - m. flexor digiti minimi brevis
 - m. opponens digiti minimi
- m. palmaris brevis
- mm. lumbricalis III-IV
- mm. interossei dorsalis I-IV
- mm. interossei palmares I-III



Figuur 2. n. ulnaris

Middels 3 sensibele takken verzorgt de n. ulnaris de sensibele van digiti IV-V en het ulnaire deel van de hand. Figuur 3 toont het klinisch beeld passend bij een laesie van 1 of meer van de 3 sensibele takken:

A Proximaal v.d. dorsale cutane tak



B Distaal v.d. dorsale en proximaal v.d. palmaire cutane tak



C Distaal v.d. palmaire cutane tak en proximaal v.d. superficiale takken



Figuur 3. uitval sensibele takken n. ulnaris

Symptomen

Een ulnaropathie kenmerkt zich door sensibele stoornissen van de digiti IV-V van de hand en zwakte van n. ulnaris geïnnerveerde spieren. Bij totale uitval van n. ulnaris t.h.v. het polsgewricht ontstaat de karakteristieke klauwhand.

Afhankelijk van de lokalisatie van de laesie kunnen de symptomen bestaan uit:

- Puur motorische klachten (ramus profundus distaal van Guyon kanaal):
 - abductie en adductie beperking van de vingers (mm. interossei dorsales en palmares)
 - adductie beperking van duim loodrecht op wijsvinger (m. adductor pollicis) -> proef van Froment
 - flexie beperking van MCP en extensie beperking van de distale falangen digiti IV-V (mm. lumbricales III-IV)
 - atrofie mm. interossei, mn m. interosseus I en de pinkmuis.
- Puur sensibele klachten (ramus superficialis):
 - sensibele stoornis van digiti IV-V (zie boven).
- Gemengde vorm:
 - Zowel motorische als sensibele klachten.
 - Vaak beperkte flexie van de pols en digiti IV-V (m. flexor digitorum profundus en/of m. flexor carpi ulnaris)

Een lesie van de n. ulnaris in de pols of hand kan worden verdeeld in 4 typen[1] :

Parameter	Type I	Type II	Type III	Type IV
Locatie van de lesie	Prox kanaal van Guyon	Distaal kanaal van Guyon	In de palm	In de m. brevis palmaris
Betrokken zenuwtakken	Oppervlakkig sensibel en diep motor	Diep motor	Palmar diep motor	Oppervlakkig sensibel
Symptomen	Sens en mot st. v. hypothenar en intrinsieke spieren	Mot st. v. hypothenar en intrinsieke spieren	Mot st. v. intrinsieke spieren	Sensibele stoornissen
EMG SNAP	Afwijkend	Normaal	Normaal	Afwijkend
DML naar m. abductor digiti minimi m. interossei dorsalis I	Verlengd Verlengd	Verlengd Verlengd	Normaal Verlengd	Normaal Normaal

De ernst van de klachten kan worden ingedeeld obv klinische criteria van Dellon et al 1993[2]:

- Licht: wisselende paraesthesieën en subjectieve zwakte en onhandigheid
- Matig: wisselend paraesthesieën en aantoonbaar zwakte van de intrinsieke handmusculatuur, zonder atrofie.
- Ernstig: persisterende paraesthesieën en aantoonbaar zwakte van de intrinsieke hand musculatuur gepaard met atrofie.

Etiologie

De etiologie van ulnaropathie valt onder te verdelen in:

Compressie

- Elleboog: Vanwege het oppervlakkige verloop achter de mediale epicondylus is de n. ulnaris daar gevoelig voor druk. Dit is de meest voorkomende compressie plek. Compressie kan ontstaan door steun op de elleboog (de studentenhouding, langdurige bedlegerigheid, operaties t.h.v. de elleboog, perineuraal hematoom, ganglion). Een lesie ter hoogte van elleboog geeft meestal zowel motore als sensibele uitval.
- Bij de intrede in de m. flexor carpi ulnaris (humero-ulnar arcade), bij de uittrede uit deze spier of distaal door een aneurysma van de a. ulnaris.
- Pols: ter hoogte van de pols kan de n. ulnaris op meerdere plaatsen bekneld raken met verschillende klinische beelden. Een laesie van de sensibele dorsale tak (bv door te strak horlogebandje of handboeien) geeft een sensibele stoornis aan de dorsale-ulnaire zijde van de hand en in digiti IV-V tot de eerste interfalangeale gewrichten. Een laesie ter hoogte van het

kanaal van Guyon geeft vaak motore uitval en minder uitgebreide sensibele klachten (oa bij wielrenners, langdurig computer gebruik, ganglion, abnormaal verlopende a. ulnaris, weke delen tumor, DM, colles fractuur, fibrose van de aponeurose of idiopatisch).

Trauma

- Steek- en snijwonden in beloop van de zenuw. Avulsie van caput laterale vd m. triceps, fractuur epicondylus medialis, soms supracondylaire humerus fractuur of ulna/ radius fractuur.
- Weken tot maanden na een fractuur in de elleboog of pols, kan veranderde structuur compressie geven met secundaire laesie van de n. ulnaris tot gevolg.

Dislocatie van de n. ulnaris uit de sulcus ulnaris (komt voor bij 4-11% van de gezonde populatie)

Diagnose

1. Kliniek. De diagnose is veelal te stellen op basis van de kliniek. Een goede anamnese en neurologisch onderzoek zijn belangrijk. In de anamnese is het van belang te vragen naar beroep en dagelijkse bezigheden (bureauhouding, repeterende flexiebewegingen van de elleboog, racefietsen, slaaphouding, "drivers elbow") en naar de voorgeschiedenis (trauma, operaties, beroerte etc). Een reeds bestaande (onderliggende) neuropathie kan predisponeren voor een drukneuropathie.

Zowel de sensibiliteit, motorische functies als de reflexen dienen te worden getest. Zwakte van m. adductor pollicis kan worden getest met proef van Froment. Soms is er bij palpatie van de nervus in de sulcus ulnaris, de enigszins verdikte en gevoelige zenuw herkenbaar. Ook kunnen een aantal provocatie testen worden gebruikt, echter de sensitiviteit en specificiteit van deze testen bij patiënten met ulnaropathie is laag in vergelijking met EMG en/of zenuw echografie [3].

Aantal provocatie testen zijn: compressietest, elleboog flexietest (sens 61% en spec 40%), proef van Tinel (sens 62% en spec 53%), palperen naar zenuwverdikking bij de elleboog (sens 32% en spec 80%)

Een EMG kan overwogen worden, omdat met het klinisch onderzoek alleen geen zekere lokalisatie kan worden verkregen.

2. EMG kan van nut zijn voor:
 - bevestigen van de diagnose
 - lokaliseren van de neuropathie
 - uitwerken van de differentiaal diagnose.
 - aantonen van continuïteit van de zenuw bij ernstige laesies.

Bij het geleidingsonderzoek wordt gezocht naar geleidingsafwijkingen ter hoogte van de elleboog of pols. In het Erasmus MC hanteren we de Buschbacher [4] referentie waarden.

Met naald onderzoek wordt gekeken of er sprake is van denervatie en/of reïnnervatie. Hiermee kan de betrokkenheid van de verschillende spieren worden bepaald als hulp bij het lokaliseren van de laesie. De sensitiviteit van de naald-EMG ligt tussen 37-86% [5]. Het bepalen van de noodzaak tot uitvoeren van naaldonderzoek, is afhankelijk van de vraagstelling en bevindingen bij geleidingsonderzoek. Een belangrijke rol is weggelegd voor aantonen van continuïteit bij ernstige traumatische zenuwlaesies. De m.flexor carpi ulnaris en m. flexor digitorum profundus zijn de enige spieren die proximaal in de onderarm geïnnerveerd worden, betrokkenheid van de deze spieren betekent een laesie rond de elleboog of proximaal hiervan.

3. Echografisch onderzoek. Gezien het brede betrouwbaarheidsinterval van de motorische geleidingsnelheid over het elleboogsegment, als gevolg van meetfouten in afstand en latenties, kan het vinden van verdikking van de nervus ulnaris door middel van zenuwechografie bijdragen aan de betrouwbaarheid van de diagnose. Zenuwechografie kan van nut zijn bij:
 - bevestigen van de diagnose bij een normaal EMG
 - lokaliseren van de neuropathie bij een niet-lokaliserend EMG
 - aantonen van onderliggende afwijkingen.

Differentiaal diagnose

De differentiaal diagnose is afhankelijk van de bevindingen bij het neurologisch onderzoek. Bij het eveneens meedoen van spieren van de n. medianus of radialis zal de lesie hogerop gezocht moeten worden (o.a. bovenarm, plexus, myelum). Er kan ook sprake zijn van een radiculopathie C8, hoewel hier vaak pijn meer op de voorgrond staat en het onderzoek een verlaagde tricepspeesreflex zal laten zien. Bij het tevens aanwezig zijn van het syndroom van Horner dient er gedacht te worden aan longtoppathologie met ingroei in de plexus brachialis. Bij puur motore uitval kan een multifocale motore neuropathie (MMN) of voorhoornaandoening overwogen worden.

DD ulnaropathie:

- radiculopathie C8-T1
- onderste plexus brachialis laesie
- voorhoorn aandoeningen
- intramedulaire processen zoals syringomyelie of tumoren
- polyneuropathie

Therapie

Ulnaropathie kent een redelijk tot goed spontaan herstel. De therapie is in principe conservatief, zeker in eerste instantie. Er zijn geen gerandomiseerde trials beschreven waarin conservatieve behandeling vergeleken wordt met operatief ingrijpen.

In een RCT zijn 3 conservatieve behandelingen vergeleken (nacht spalk, zenuwmobilisatie oefeningen en alleen uitleg en houdingsadviezen) bij 57 patiënten met milde of matige ulnaropathie. Er werd geconcludeerd dat het effect van de verschillende conservatieve therapieën niet verschilt. Verder was er na een follow-up van 6 maanden bij 90% van de patiënten een duidelijke klinische verbetering [15].

Patiënten met lichte tot matige klachten dienen geïnstrueerd te worden om de ellebogen en /of pols te ontlasten (vermijden van rek door overmatig en lang flecteren, druk of repeterende bewegingen in de elleboog en/of pols). Wanneer er sprake is van een ulnaropathie van Guyon, kunnen handpaches een goede ontlastende functie hebben.

Wanneer er na 3 maanden conservatieve therapie, atrofie of zelfs een toename van de klachten is opgetreden, bestaat er een indicatie voor chirurgisch ingrijpen. Wanneer de klachten onveranderd zijn en veel hinder geven, kan eveneens een verwijzing naar de neurochirurg overwogen te worden. Er zijn geen gerandomiseerde trials gedaan ter beoordeling van de beste operatie techniek en/of het beste tijdstip.

De 3 mogelijke chirurgische ingrepen zijn:

- eenvoudige decompressie van de n. ulnaris (open of endoscopisch)
- anterieure transpositie van n. ulnaris (subcutaan, intramusculair of submusculair)
- mediale epicondylectomie (niet aanbevolen)

Bij de eenvoudige decompressie scoren zowel open als endoscopische methode even goed [16] [12] en aan geen van beide wordt de voorkeur gegeven. Bij de vergelijking van decompressie en anterieure transpositie van n. ulnaris wordt er geen verschil in verbetering van de klachten gezien, echter transpositie heeft significant meer postoperatieve complicaties [17]. Mediale epicondylectomie is niet goed onderzocht en wordt niet aanbevolen.

Ter hoogte van de pols kan decompressie van de tunnel van Guyon plaatsvinden. Vaak betreft het patiënten met een gecompliceerde pols-/handfractuur in het verleden.

De operatie vindt poliklinisch plaats waarbij na afloop een verband aangelegd wordt. Tot 2 weken erna is enige rust vereist ter bevordering van de wondgenezing en op de 14^e dag kunnen eventuele hechtingen door de huisarts verwijderd worden. Postoperatieve complicaties treden soms op in de vorm van infecties en bloedingen. Het operatie resultaat dient altijd 6 maanden afgewacht te worden. In alle studies is atrofie zowel voor het effect van chirurgisch ingrijpen als van conservatieve therapie een slecht prognostisch teken voor verbetering. Van belang is dat in ieder geval verslechtering van de klachten voorkomen wordt. Verder hebben mensen met een fractuur in de voorgeschiedenis een slechtere prognose bij conservatief beleid.

Addendum: KNF protocol ulnaropathie (gebaseerd op richtlijn NVN 2011) EMG en zenuwecho

Algemeen EMG:

Motorisch geleidingsonderzoek

- Houding: tijdens het geleidingsonderzoek wordt de elleboog 90° gebogen gehouden.
- Spier: Metingen naar de m. interosseus dorsalis I vertonen vaker een vertraging en een geleidingsblok dan metingen naar de pinkmuis [6, 7]. Advies: DML en CMAP van zowel m. interosseus dorsalis I als m. abductor digiti minimi testen, of na meting naar de m. abductor dig. minimi zo nodig nog meting naar de m. interosseus verrichten.
- Segmentlengte: Om geen compressieplaatsen te missen, streven naar 8 cm afstand tussen proximale en distale stimulatie punt bij de elleboog [8].
- Afname van CMAP amplitude over het elleboogsegment kan een lokaliserend argument zijn. Bij een geïsoleerde amplitude afname en verandering van vorm (dispersie) zonder geleidingsvertraging overweeg Martin Gruber anastomose.
- Een absolute geleidingvertraging over de elleboog (bij normaal geleidingsonderzoek in andere segmenten) kan een lokaliserend argument zijn.
- Het verschil in geleidingssnelheid over de elleboog t.o.v. de onderarm kan als extra argument dienen bij interpretatie van de absolute geleidingsvertraging, echter dient niet als enige argument voor de diagnose ulnaropathie [9].
- Inching kan worden overwogen als er behoefte bestaat aan een nauwkeuriger [10].
- Rechts/links vergelijking van DML, CMAP amplitude en geleidingssnelheden. Bij eventuele identieke afwijkingen aan de asymptomatische zijde wordt de diagnose minder waarschijnlijk.
- Invoegen van extra stimulatiepunt in het midden van de sulcus wordt niet aanbevolen.

Sensibel geleidingsonderzoek

- Dig V: DSL, SNAP amplitude en geleidingssnelheid bepalen.
- Bij verdenking Guyon en sensibele klachten kan ramus dorsalis van n. ulnaris worden getest. Bij afwijkingen hiervan is de laesie proximaal van het Guyon kanaal gelokaliseerd.
- Sensibel is het voornamelijk nuttig bij uitwerken van de verdere differentiaal diagnose.

Naaldonderzoek

- Het bepalen van de noodzaak tot uitvoeren hiervan is afhankelijk van de vraagstelling en de resultaten van het geleidingsonderzoek. Bij vastgestelde lokalisatie bij het geleidingsonderzoek, is er meestal geen indicatie tot naaldonderzoek. Ook bij alleen sensibele klachten, is er geen toegevoegde waarde van naaldonderzoek. Het is vooral nuttig bij het uitwerken van de differentiaal diagnose.

Diagnose middels EMG:

Lokaliserende diagnose ulnaropathie tpv de elleboog:

- CMAP amplitude afname met >16% proximaal tov distaal van elleboog, **en/of**
- Motorische geleidingssnelheid over de elleboog < 43 m/sec (absolute geleidingsvertraging) bij normaal geleidingsonderzoek van de overige segmenten van n. ulnaris.

Ondersteunend voor de diagnose ulnaropathie tpv de elleboog:

- Afname motorische geleidingssnelheid over de elleboog ≤ 15 m/sec (relatieve geleidingsvertraging), **en/of**
- Sensibele geleidingssnelheid over de elleboog < 50m/ sec en/of SNAP amplitude afname proximaal t.o.v. distaal van de elleboog >41%, **en/of**
- Bij stimulatie t.h.v. pols DSL > 3.1 ms en/of SNAP amplitude < 5-14 uV (afhankelijk van temperatuur, leeftijd en BMI).

Ulnaropathie tpv Guyon mogelijk indien:

- Verlengde DML van n. ulnaris naar m. abductor digiti minimi (>3,7 ms) **en**
- Verlengde DSL van n. ulnaris naar dig V **en**
- Normale DSL van n. ulnaris ramus dorsalis naar dorsaal op de hand tussen metacarpale 4 en 5.

Algemeen zenuwecho:

De normale perifere zenuwen hebben buisvormige structuren met lijnenpatroon bij de longitudinale coupes en honingraatpatroon bij de transversale coupes. De zenuwdikte wordt bepaald m.b.v. diameter meting op de longitudinale en m.b.v. oppervlakte meting op de transversale coupes. Verscheidene studies hebben aangetoond dat de n. ulnaris bij patiënten met een neuropathie ter plaatse van de elleboog daar gemiddeld dikker is dan bij controle personen zonder klachten en een verlaagde echogeniciteit kan hebben, als uiting van oedeem [6, 11-14]. Het echo-onderzoek is aan te raden bij patiënten met klinische verdenking van ulnaropathie en een normale of niet-lokaliserende EMG uitslag. In deze categorie heeft zenuwechografie een sensitiviteit van 78% en een specificiteit van 91% [6]. Voordeel van zenuwechografie is dat het onderzoek niet belastend is voor de patiënt. (Sub)luxatie van de n. ulnaris uit de sulcus wordt ook gezien in 4-11% van asymptomatische gezonde controles, derhalve wordt niet hier niet standaard naar gekeken.

- Houding: patiënt in liggende houding met de te onderzoeken arm met een licht gebogen (70 graden) elleboog op een kussen naast het hoofd.
- Te veel druk met de echokop kan de zenuw vervormen en moet voorkomen worden.

Diagnose middels zenuwecho:

- De oppervlakte (CSA) van de n. ulnaris op transversale coupes wordt drie maal opgemeten en gemiddeld op drie verschillende plaatsen: ter plaatse van de sulcus, 2 cm proximaal van de sulcus en 2 cm distaal van de sulcus. Een normale oppervlakte van de n. ulnaris ter plaatse van de sulcus is $\leq 0,09 \text{ cm}^2$.
- Op een longitudinale coupe wordt de voor-achterwaartse diameter gemeten ter plaatse van de sulcus en proximaal en distaal hiervan. Een normale voor-achterwaartse diameter van de n. ulnaris ter plaatse van de sulcus is $< 0,27 \text{ cm}$

Referenties

1. Oh, S.J., *Clinical Electromyography: Nerve Conduction Studies*. 2003.
2. Dellon, A.L., W. Hament, and A. Gittelshon, *Nonoperative management of cubital tunnel syndrome: an 8-year prospective study*. *Neurology*, 1993. 43(9): p. 1673-7.
3. Beekman, R., et al., *The diagnostic value of provocative clinical tests in ulnar neuropathy at the elbow is marginal*. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2009. 80(12): p. 1369-74.
4. Buschbacher, R.M., *Ulnar nerve motor conduction to the abductor digiti minimi*. *Am J Phys Med Rehabil*, 1999. 78(6 Suppl): p. S9-14.
5. *Practice parameter: electrodiagnostic studies in ulnar neuropathy at the elbow*. *American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. *Neurology*, 1999. 52(4): p. 688-90.
6. Beekman, R., et al., *Diagnostic value of high-resolution sonography in ulnar neuropathy at the elbow*. *Neurology*, 2004. 62(5): p. 767-73.
7. Shakir, A., P.J. Micklesen, and L.R. Robinson, *Which motor nerve conduction study is best in ulnar neuropathy at the elbow?* *Muscle Nerve*, 2004. 29(4): p. 585-90.
8. Dijk van J.G., S.F., *Consensus EMG bij compressienuropathieën. Deel II. Compressie neuropathie van de N. Ulnaris bij de elleboog*. . Nederlandse vereniging voor Klinische Neurofysiologie. Zie www.nvknf.nl, 2000.
9. Beekman, R., et al., *Ulnar neuropathy at the elbow: follow-up and prognostic factors determining outcome*. *Neurology*, 2004. 63(9): p. 1675-80.
10. Visser, L.H., R. Beekman, and H. Franssen, *Short-segment nerve conduction studies in ulnar neuropathy at the elbow*. *Muscle Nerve*, 2005. 31(3): p. 331-8.
11. Bayrak, A.O., et al., *Ultrasonography in patients with ulnar neuropathy at the elbow: comparison of cross-sectional area and swelling ratio with electrophysiological severity*. *Muscle Nerve*, 2010. 41(5): p. 661-6.
12. Gruber, H., B. Glodny, and S. Peer, *The validity of ultrasonographic assessment in cubital tunnel syndrome: the value of a cubital-to-humeral nerve area ratio (CHR) combined with morphologic features*. *Ultrasound Med Biol*, 2010. 36(3): p. 376-82.
13. Volpe, A., et al., *Ultrasound evaluation of ulnar neuropathy at the elbow: correlation with electrophysiological studies*. *Rheumatology (Oxford)*, 2009. 48(9): p. 1098-101.
14. Yoon, J.S., F.O. Walker, and M.S. Cartwright, *Ultrasonographic swelling ratio in the diagnosis of ulnar neuropathy at the elbow*. *Muscle Nerve*, 2008. 38(4): p. 1231-5.
15. Svernlöv, B., et al., *Conservative treatment of the cubital tunnel syndrome*. *J Hand Surg Eur Vol*, 2009. 34(2): p. 201-7.
16. Watts, A.C. and G.I. Bain, *Patient-rated outcome of ulnar nerve decompression: a comparison of endoscopic and open in situ decompression*. *J Hand Surg Am*, 2009. 34(8): p. 1492-8.
17. Bartels, R.H., et al., *Prospective randomized controlled study comparing simple decompression versus anterior subcutaneous transposition for idiopathic neuropathy of the ulnar nerve at the elbow: Part 1*. *Neurosurgery*, 2005. 56(3): p. 522-30; discussion 522-30.

Deze richtlijn is grotendeels gebaseerd op 'Richtlijn Neuropathie van de nervus ulnaris bij de elleboog' van Nederlandse Vereniging voor Neurologie.