

INTRODUKSJON OG TEORI

1.0 Introduksjon

Perifere nerveskader er alvorlig og kan få stor innvirkning på pasienters liv. De fysiske funksjonsbegrensningene er godt dokumentert, og kan forårsake livslang funksjonsnedsettelse [1] og kronisk nevropatisk smerte [2]. Nerveskader rammer ofte unge, arbeidsføre mennesker, og kan få alvorlige konsekvenser for deres privatøkonomi og opplevde livskvalitet [2]. Å ikke klare å stå i jobb kan gi både kognitive og emosjonelle utfordringer for pasientene [3].

1.1 Det perifere nervesystemet

Det perifere nervesystemet (PNS) omfatter hjernenervene som går ut fra hjernestammen og spinalnervene som springer ut fra ryggmargen. Ut fra ryggmargen i cervicalcolumna dannes en sammenfletting av nerverøttene; plexus brachialis. De perifere nervene som kommer ut av plexus brachialis (n. axillaris, n. musculocutaneus, n. radialis, n. medianus og n. ulnaris) inneholder både motoriske og sensoriske nervefibre fra flere forskjellige spinalnerver [4]. Skade på PNS vil gi utfall avhengig av hvor skaden sitter og kan derfor lokaliseres klinisk via dermatomer og identifikasjonsmuskulatur. Ved en perifer nerveskade vil muskelfibrene miste sin innervasjon og gi uttalt atrofi, men aldri spastisitet eller økte senereflekser som ved en sentral skade [4].

Nervene er elastiske, og det er anslått at en nerve kan strekkes opptil 12% før tensjonen fører til skade [5]. Perifere nerver glir når vi beveger oss. For eksempel kan n. ulnaris og n. medianus bevege seg opptil 1,5 cm ved volar- og dorsalfleksjon av håndleddet. Dersom nervene gror fast til omkringliggende vev etter en skade, kan leddbevegelse føre til smerter som følge av drag på nerven [5].

1.2 Kirurgi

Ved nerveutfall bør lege kontaktes for å vurdere videre utredning som kan avdekke omfanget av skaden og eventuelt behov for kirurgi. Dersom nerven ikke er i kontinuitet er det tidskritisk med sutur [6]. Hvis partier av nerven må skjæres bort, mangler eller det ikke er mulig å sy nerveendene sammen uten at det blir stort drag på nerven, kan man rekonstruere nerven med nervegraft [5]. Etter operasjon med sutur av store nerver er det vanlig å immobilisere affisert overekstremitet i 2 til 6 uker, for å unngå drag på den suturete nerven [5].

1.3 Prognose

Prognosen avhenger av flere faktorer. Forskning har vist at optimal motorisk funksjon kun kan forventes dersom muskelen reinnerveres innen ca. 3 måneder fra skadetidspunktet.

Dersom reinnervasjon skjer innen 1 år, kan man ha håp om brukbar funksjon [5]. Om musklene ikke reinnerveres innen 2 år dør muskelfibrene [6]. Det er uklart om de sensoriske endeorganene er like avhengig av tidlig reinnervasjon for å overleve, og pasienter kan gjenvinne brukbar hudsensibilitet selv ved proksimale skader [5]. Den funksjonelle sensibiliteten som gjør oss i stand til å gjenkjenne objekter, teksturer og former (stereognosi) vil ofte ikke gjenvinnes etter skade på håndens hovednerver (n. ulnaris, n. medianus og n. ulnaris) [7].

Resultatene er best hos barn under 5-10 år, men relativt gode opptil 18 år [8] og hos pasienter med distal skade [5]. Klemeskader gir funksjonelt bedre resultater enn total avkutting, så fremt det ikke er omfattende vevsknusing, fordi strukturene rundt aksonene som regel er intakte slik at aksonene ledes frem til sitt originale mål når de gror ut igjen [5, 6]. Prognosen er generelt bedre ved skade på en ren sensorisk eller motorisk nerve, da risikoen for «feilkobling» mellom motoriske og sensoriske fibre elimineres. Skade på n. interosseus posterior (n. radialis) har derfor ofte god prognose [6].

1.4 Psykologisk stress

Studier indikerer at pasienter med en perifer nerveskade risikerer å utvikle symptomer på PTSD (posttraumatisk stresslidelse) [9, 10] da den psykiske belastningen ved å pådra seg en nerveskade kan sammenlignes med den psykiske belastningen ved å overleve en traumatisk ulykke [10]. Tidlig posttraumatisk stress korrelerer med sykemeldingstid og alvorlig posttraumatisk stress predikerer 6 ganger større sjanse for å ikke være tilbake i arbeid 1 år etter skade [10]. Pasienter med kombinert medianus- og ulnarisskade rapporterer mer psykologisk stress enn pasienter med isolert skade [9, 10]. Kvinner kan være mer utsatt for psykologisk stress i forbindelse med nerveskade enn menn [9].

Det er viktig å være bevisst på at pasienter som får nerveskade i hånd/arm er utsatt for stort psykologisk stress, og at økt psykologisk stress er vist å ha sammenheng med dårligere funksjonelt resultat og lengre sykemeldingstid. Helsepersonell som behandler pasientgruppen må derfor være observante på tegn til psykologisk stress, og vurdere henvisning til psykolog ved behov [10].

1.5 Nevropatisk smerte

Nevropatisk smerte oppstår som følge av skade eller sykdom som rammer nervesystemet (perifert eller sentralt), og kjennetegnes ved spontane eller konstante «skytende» smerter og økt smerterespons ved stimuli. Behandling av nevropatisk smerte kan være krevende og i tillegg til medikamentell behandling (kontakt ansvarlig lege ved mistanke om nevropatisk smerte) er ofte en tverrfaglig tilnærming nødvendig. Nevropatisk smerte skiller seg fra nociceptiv smerte ved at smerten stort sett alltid opptrer i kombinasjon med hudområder med abnormal følelse [11]. Nevropatisk smerte kan føles dypt i vevet (krampe/verkende

smerte) eller overflatisk i huden (brennende/klypende/stikkende smerte). Smerten kan ofte komme forsinket, det vil si en stund etter at området ble utsatt for stimuli [12].

1.6 Kuldehypersensitivitet

Kuldehypersensitivitet er vanlig etter skader i overekstremiteten og kjennetegnes av at mild kuldestimuli gir symptomer i form av smerte, nummenhet, stivhet, fargeforandringer, og/eller en isende kald følelse i hånden. Pasientene opplever også at det kan ta ekstra lang tid å få tilbake varmen dersom de først har blitt kalde, og noen pasienter trenger flere timer i varme omgivelser for at symptomene skal lette. Symptomene kan trigges av blant annet berøring av kalde objekter, kaldt vann, lufttemperatur (<+15°C) eller aircondition [13].

Blant voksne med en perifer nerveskade er prevalensen for kuldehypersensitivitet mellom 60% og 100% (uavhengig av kjønn eller alder), mens for barn er prevalensen lav.

Kuldehypersensitivitet kan oppstå som følge av enhver vevsskade, men omfanget av hypersensitiviteten samsvarer vanligvis med alvorlighetsgraden av vevsskaden [13]. Selv om nerveskader kan gi mange former for funksjonsnedsettelse, rapporterer pasienter ofte at kuldehypersensitiviteten er den mest plagsomme [13].

2.0 Overordnede rehabiliteringsprinsipper

Omfanget av denervasjon avhenger av skadenivå. Terapeuten må vurdere omfanget av skaden og hvilke tiltak som kan bidra til å motvirke redusert funksjon [14]. Generelt bør rehabiliteringsprotokoller ta høyde for alle affiserte strukturer med intervensjoner rettet mot hver av dem [15] og behandlingen må skreddersys til hver enkelt. Terapeuten må se pasienten fra et biopsykososialt perspektiv hvor pasientens ressurser og omgivelser spiller inn [16].

2.1 Immobilisering

Selv om immobilisering i mange tilfeller er nødvendig for å unngå drag på den suturerte nerven [5], kan immobiliseringen også forstyrre normal leddfunksjon og påvirke de omkringliggende strukturene. Over tid kan leddkapselen stramme seg og kontrakturer i vevet oppstå. Å gjenvinne leddenes bevegelsesutslag blir da vanskeligere. I tillegg vil manglende belastning av overekstremiteten gi adaptasjoner i de kollagene strukturene i ligamenter og sener slik at de gradvis tåler mindre belastning [15]. Ved immobilisering er det derfor viktig å sørge for gjennombevegelse av tilstøtende ledd. Når immobiliseringen opphører bør man komme i gang med trygg gjennombevegelse og bruk av armen for å vedlikeholde leddutslagene i de affiserte leddene [14].

2.2 Trening ved reinnervasjon

Når reinnervasjon finner sted er det svært viktig å igangsette spesifikk trening av reinnervert muskulatur. Øvelsene bør så godt det lar seg gjøre isoleres til aktuell muskulatur, for å forhindre kokontraksjoner av antagonistene [17]. Det er anbefalt å starte bevegelse avlastet for tyngdekraften dersom muskelen i begynnelsen er for svak til å jobbe mot tyngdekraften [16]. Place and hold- øvelser i musklens midtre bane er godt egnet siden lengde-tensjonsforholdet fasiliterer for best mulig aktivering av muskelfibre fra denne utgangsstillingen [16, 17]. Etter hvert kan øvelsene progredieres til å omfatte kontraksjon mot tyngdekraft og i andre deler av muskelens bevegelsesbane [16, 17].

Reinnervert muskulatur er lett trettbar de første to årene etter skade [18]. Utgangsstilling, varighet og belastning ved aktive øvelser må derfor tilpasses musklens utholdenhet til enhver tid. Kortere treningsøkter er å anbefale [17], og helst med relativt høyt antall repetisjoner med lav belastning for å gradvis øke musklens utholdenhet [16]. Motorisk kontroll av reinnervert muskulatur er essensielt før man kan begynne med styrkeøvelser mot motstand (inkludert tyngdekraft) for å hindre muskelubalanse og kompensatoriske mønstre. Det er også viktig å jobbe med stabilitet og styrke av skulderbuen for å sikre optimal funksjon av overekstremiteten [17].

2.3 Nerveglidningsøvelser

Vi finner ingen klare retningslinjer for bruk av nerveglidningsøvelser. Nerveglidningsøvelser kan deles inn i «tensjon» og «glidning». «Tensjon» skaper stress på nerven ved å dra i en eller begge ender av nerven samtidig, og på denne måten sette nerven på strekk, mens «glidning» gir drag på nerven ett sted mens man samtidig slipper opp draget et annet sted. På denne måten vil nerven gli, uten at den settes mye på strekk [12].

Nerveglidningsøvelser bør benyttes med forsiktighet. Nervetensjon skal ikke benyttes om nerven er irritabel. Ved nervetensjon skal ikke nerven holdes i strekk over tid, men dynamisk føres inn og ut av strekk. Et viktig prinsipp er at alle nerveglidningsøvelser skal være smerte- og tensjonsfri. Det kan derfor være nødvendig å begynne et stykke distalt for hvor skaden foreligger, og gradvis jobbe seg lenger proksimalt mot skadeområdet [12].

2.4 Sensorisk relæring

Sensorisk relæring utnytter hjernens kapasitet til kortikal funksjonell remodellering [19]. Tradisjonelt har sensorisk relæring begynt når man ser første tegn til sensorisk reinnervasjon, men det er vist at endringer i cortex (funksjonell reorganisering) skjer tidlig etter nerveskade [19]. Allerede timer etter nerveskaden vil nevroner, som vanligvis responderer på signal fra den skadde nerven, begynne å respondere på de gjenværende nervene i armen [3]. Det er derfor anbefalt å igangsette tidlig sensorisk relæring [19].

Målet med tidlig sensorisk relæring er å minimere reorganiseringen i cortex ved hjelp av kognitive læringsteknikker og supplerende sanser som hørsel, syn og visualisering [3, 19]. Det er vist at speilnevroner aktiveres ved å observere, visualisere og utføre bevegelse [20]. Det er også vist hos friske individer at både utførelse og visualisering av en oppgave stimulerer de samme områdene i motorisk hjernebark [21].

Øvelsesprogrammer for sensorisk relæring krever at pasienten er motivert og godt informert, og at treningen vedlikeholdes frem til reinnervasjon finner sted og/eller funksjonen er optimalisert [3]. Tidlig sensorisk relæring involverer abstrakte teknikker og det kan være utfordrende kognitivt for pasientene [3]. Speilterapi er en spesifikk pasientorientert teknikk som kan benyttes som en del av tidlig sensorisk relæring [22]. Et enkelt tiltak for å vedlikeholde kortikal representasjon kan være å oppfordre pasienten til å holde affisert overekstremitet innenfor synsfeltet [16].

2.5 Aktivitet og observasjon

Perifere nerveskader påvirker mange aspekter av dagliglivet. Generelt er det anbefalt å trene på meningsfylt aktivitet [21] da det kan øke fokus og oppmerksomhet til den affiserte kroppsdelene [23]. I terapeutiske aktiviteter er visuell informasjon og strategier viktig. Etter hvert som sensibilitet og motorisk kontroll gjenvinnes, inkluderes funksjonen i meningsfulle aktiviteter. Det er også viktig for utviklingen av motorisk kontroll å håndtere kjente gjenstander og oppgaver, samt å gradvis introdusere nye ettersom funksjonen bedres [17]. Deltakelse i klientsentrerte treningsprogrammer som tar hensyn til pasientens behov og interesser, kan gi bedret fysisk, psykisk og sosial helse og gi mestringsfølelse, tilfredshet og en følelse av autonomi og kontroll over eget liv. Dette kan bidra til økt engasjement i behandlingsprosessen og som et resultat, forbedre funksjon [23].

Klinisk erfaring belyser viktigheten av å observere og veilede pasienten i hensiktsmessig bruk av hånden i aktivitet for å unngå uhensiktsmessige kompensatoriske bruksmønstre eller permittering av hånd eller fingre.

2.6 Ortoser

Ortoser tilpasses og formes for å beskytte suturerte nerver, forebygge at muskler overstrekkes, og/eller vedlikeholde bevegelighet frem til risiko for feilstillinger/kontrakturer ikke lenger foreligger. De kan også benyttes for å fremme bruk av hånden i daglige aktiviteter [14].

Ved medianusutfall gir ofte manglende opposisjon i tommelen og svake tommelabduktorer en karakteristisk addusert stilling av tommelen. Det vil da være behov for en tommelortose til bruk på dagtid som posisjonerer tommelen i en hensiktsmessig stilling som fremmer grep [14]. Noen ganger kan første web-åpning bli stramt, og da kan det være behov for en «web-spacer» som tøyser eller vedlikeholder grepsåpningen i palmarabduksjon. En web-spacer benyttes primært på natten [24].

Ved ulnarisutfall ser man ofte «klostilling/klohånd» (hyperekstensjon i MCP-leddene og ekstensjonsdefisit i IP-leddene på ring- og lillefinger). Denne stillingen kan vanskeliggjøre sylindergrep og gi redusert grepsstyrke. I slike tilfeller har pasienten gjerne behov for en «knokebøyer». «Knokebøyeren» holder MCP-leddene flektert, men tillater full ekstensjon av IP-leddene på ring- og lillefinger. Ved å forhindre hyperekstensjon i MCP-leddene forebygges fleksjonskontraktur i IP-leddene [14]. Dette kan bidra til et mer hensiktsmessig grep i aktivitet på dagtid. Noen ganger er det behov for en volar nattortose i en intrinsic pluss-stilling (flekterte MCP-ledd og ekstenderte IP-ledd) for å forebygge kontrakturer og/eller feilstillinger [17, 22].

Radialisutfall kan gi manglende strekk av håndledd og fingrenes MCP-ledd. En ortose som stabiliserer håndleddet i en lett dorsalflektert stilling, fremmer grep og forhindrer overstrekk av muskulatur i påvente av reinnervasjon. En slik ortose kan enten være en cock-up ortose eller en tilpasset prefabrikkert håndleddsstøtte[14]. Man kan også tilpasse dynamiske fingerløftere med fjærer eller strikk som kan bidra til bedre fingerferdigheter ved finmotorisk aktivitet [25].

2.7 Elektroterapi for smertelindring

Forfatterne finner ikke forskning som bekrefter at elektroterapi fungerer på perifere nerveskader. Dersom elektroterapi benyttes, bør det være som et supplement til annen smertelindrende behandling [26]. Dersom TENS skal benyttes bør dette klareres med ansvarlig lege. Det er viktig å huske at elektroder ikke bør plasseres på de denerverte hudområdene da bruk over tid kan gi brannskade på vevet [26].

Det er vanskelig å sammenligne bruk av elektroterapi ved perifere nerveskader med ryggmargsskade eller slag, da pasienter med perifere nerveskader vil ha aksonal skade og dermed forstyrrelser i koblingen mellom motornevronene i fremre rot og de motoriske endeplatene i muskulaturen [4, 16].

REFERANSER

1. Asplund, M., Nilsson, M., Jacobsson, A. & von Holst, H. (2009). Incidence of traumatic peripheral nerve injuries and amputations in Sweden between 1998 and 2006. *Neuroepidemiology*, 32(3), 217-228. <https://doi.org/10.1159/000197900>
2. Padovano, W. M., Dengler, J., Patterson, M. M., Yee, A., Snyder-Warwick, A. K., Wood, M. D., Moore, A. M. & Mackinnon, S. E. (2022). Incidence of Nerve Injury After Extremity Trauma in the United States. *Hand (NY)*, 17(4), 615-623. <https://doi.org/10.1177/1558944720963895>
3. Vikström, P., Carlsson, I., Rosén, B., & Björkman, A. (2018). Patients' views on early sensory relearning following nerve repair-a Q-methodology study. *Journal of hand therapy*, 31(4), 443–450. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.07.003>
4. Dietrichs, E. (2014). Nervesystemets oppbygning og funksjon som grunnlag for topografisk diagnostikk. I L. Gjerstad, E. Helseth & T. Rootwelt (Red.), *Nevrologi og nevrokirurgi fra barn til voksen* (6. utg., s. 9-30). Forlaget Vett & Viten.
5. Zeitlmann, H. (2021). Perifere nerveskader. I L. Hove, V. Finsen, T. Husby, & H. Kvernmo (Red.). *Håndkirurgi*. (2. utg., s. 221-228). Fagbokforlaget.
6. Lundborg, G. (2004). Nerve Injury and Repair - Regeneration, Reconstruction, and Cortical Remodeling (2. Utg.). Elsevier.
7. Lundborg G. (2000). Brain plasticity and hand surgery: an overview. *Journal of hand surgery*, 25(3), 242–252. <https://doi.org/10.1054/jhsb.1999.0339>
8. Lundborg, G., & Rosén, B. (2001). Sensory relearning after nerve repair. *Lancet*, 358(9284), 809–810. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)06001-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)06001-9)
9. Ultee, J., Hundepool, C. A., Nijhuis, T. H., van Baar, A. L., & Hovius, S. E. (2013). Early posttraumatic psychological stress following peripheral nerve injury: a prospective study. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery*, 66(10), 1316–1321. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2013.05.017>
10. Jaquet, J. B., Kalmijn, S., Kuypers, P. D., Hofman, A., Passchier, J., & Hovius, S. E. (2002). Early psychological stress after forearm nerve injuries: a predictor for long-term functional outcome and return to productivity. *Annals of plastic surgery*, 49(1), 82–90. <https://doi.org/10.1097/00000637-200207000-00013>
11. Baron, R., Binder, A., & Wasner, G. (2010). Neuropathic pain: diagnosis, pathophysiological mechanisms, and treatment. *The Lancet. Neurology*, 9(8), 807–819. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(10\)70143-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(10)70143-5)
12. Walsh, M.T. (2021). Neurodynamic Treatment, Examination, and Intervention with Nerve Gliding. I T. M. Skirven, A. L. Ostermann, J. M. Fedorczyk, P. C. Amadio, S. B. Feldscher & K. B. Shin(Red.), *Rehabilitation of the hand and upper extremity* (7. Utg., s.1433-1450). Elsevier.
13. Vaksvik, T. (2016). *Cold hypersensitivity after complex hand injuries: Longitudinal changes and self-management strategies* (Doktoravhandling). Universitetet I Oslo, Oslo
14. Rosales, C. P. & Reiten, H. S. (2009). Håndterapi. I L. Hove, V. Finsen, T. Husby, & H. Kvernmo (Red.). *Håndkirurgi*. (2. utg., s. 48-62). Fagbokforlaget.
15. Curwin, S. (2011). Joint Structure and function. I P. N. Levangie & C. C. Norkin (Red.). *Joint structure and function*. (5. Utg., s. 64-107). F. A. Davis Company.

16. Brown, H., Johnson, K., Beale, S. & Miller, C. (2022). Rehabilitation of Nerve Injuries. I J. B. Phillips, D. Hercher & T. Hausner (Red), *Peripheral Nerve Tissue Engineering and Regeneration* (s. 573-599). Springer Nature Switzerland AG.
17. Duff, S. V., Estilow, T. & Novak, K. B. (2021). Therapy Management of Peripheral Nerve Injuries and Repairs. I T. M. Skirven, A. L. Ostermann, J. M. Fedorczyk, P. C. Amadio, S. B. Feldscher & K. B. Shin(Red.), *Rehabilitation of the hand and upper extremity* (7. Utg., s.1433-1450). Elsevier.
18. Wilcox, M., Brown, H., Johnson, K., Sinisi, M., & Quick, T. J. (2019). An assessment of fatigability following nerve transfer to reinnervate elbow flexor muscles. *The bone & joint journal*, 101-B(7), 867–871. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.101B7.BJJ-2019-0005.R1>
19. Rosén, B., & Lundborg, G. (2004). Sensory re-education after nerve repair: aspects of timing. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie*, 36(1), 8–12. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815808>
20. Rostami, H. R., Arefi, A., & Tabatabaei, S. (2013). Effect of mirror therapy on hand function in patients with hand orthopaedic injuries: a randomized controlled trial. *Disability and rehabilitation*, 35(19), 1647–1651. <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.751132>
21. Østerås, H. & Stensdotter, A. K. (2011). *Medisinsk treningslære* (2. utg). Gyldendal Akademisk.
22. Saberi, F., Lajevardi, L., Azad, A., Mirzaie, L., Taghizadeh, G. & Abdolrazaghi, H. A. (2018) Can mirror visual feedback improve sensory relearning outcomes following median/ulnar nerve repair? *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 25(10), 552-559. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2018.25.10.552>
23. Rostami, H. R., Akbarfahimi, M., Hassani Mehraban, A., Akbarinia, A. R., & Samani, S. (2017). Occupation-based intervention versus rote exercise in modified constraint-induced movement therapy for patients with median and ulnar nerve injuries: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 31(8), 1087–1097. <https://doi.org/10.1177/0269215516672276>
24. Chan R. K. (2002). Splinting for peripheral nerve injury in upper limb. *Hand surgery*, 7(2), 251–259. <https://doi.org/10.1142/s0218810402001229>
25. Cantero-Téllez, R., Villafañe, J. H., Garcia-Orza, S. G., & Valdes, K. (2020). Analyzing the functional effects of dynamic and static splints after radial nerve injury. *Hand surgery & rehabilitation*, 39(6), 564–567. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2020.05.009>
26. Bjordal, J. M., Johnson, M. I. & Couppè, C. (2001). *Clinical Electrotherapy - your guide to optimal treatment* (1. utg). Høyskoleforlaget.