**REHABILITASI MEDIK CEDERA SARAF TEPI PADA TANGAN PASCA REPAIR**

**1Rini Najoan**

**2Lidwina Sengkey**

1PPDS-1Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

2Spesialis Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado

[claudianajoan@yahoo.co.id](mailto:claudianajoan@yahoo.co.id) [lidwinasimasengkey@yahoo.com](mailto:lidwinasimasengkey@yahoo.com)

**PENDAHULUAN**

Cedera saraf tepi adalah salah satu penyebab disfungsi tangan yang paling umum yang disebabkan oleh trauma. Cedera saraf tepi merupakan kondisi yang serius dan merupakan salah satu masalah rekonstruksi yang paling menantang, terutama rekonstruksi cedera pada tangan.1  Insiden cedera tangan adalah 7 sampai 37/1000 jiwa / tahun di Eropa dan sekitar 50% disebabkan oleh trauma. Cedera saraf tepi pada tangan lebih sering terjadi pada pria daripada pada wanita, dengan rasio pria terhadap wanita 2.2: 1. Cedera ini juga terjadi lebih sering di tangan yang dominan, kemungkinan besar akibat gerakan pelindung refleksif.1

Cedera saraf tepi pada tangan dapat mengganggu kemampuan seseorang untuk berfungsi secara memadai, kecacatan yang diakibatkannya seringkali bersifat dramatis dan menyebabkan kualitas hidup pasien akan menjadi sangat terganggu. Cedera saraf tepi seringkali menyebabkan kerusakan fungsi tangan seumur hidup. Ada juga dampak ekonomi yang substansial dari terhadap pasien mengingat untuk penanganan cedera saraf biasanya membutuhkan biaya yang mahal.2 Pengobatan cedera saraf perifer merupakan tantangan nyata bagi ahli bedah dan fisiatris. Hasil pengobatan cedera saraf bergantung pada sejumlah besar faktor yang berbeda, namun dua hal penting yanga berpengaruh yaitu kompetensi dan pengalaman ahli bedah yang merawat serta kualitas staf yang melakukan rehabilitasi, ini merupakan sebuah kerja sama yang penting.3

Tujuan rehabilitasi cedera saraf tepi pada tangan adalah meminimalkan efek yang timbul akibat cederanya serta memaksimalkan fungsi yang masih tersisa pada area yang cedera maupun fungsi yang tetap potensial pada bagian lain yang masih normal. Oleh karenanya diperlukan koordinasi yang baik dari tim rehabilitasi medik dalam memberikan terapi secara komprehensif, baik latihan, terapi modalitas, pemberian ortesa, proteksi tangan dan program-program lainnya.

**ANATOMI SARAF TEPI PADA TANGAN**

Saraf tepi merupakan struktur gabungan kompleks yang terdiri dari serat saraf (akson) yang mayoritas dibungkus oleh selubung myelin, jaringan ikat dan pembuluh darah. Serat saraf memanjang dari badan sel saraf hingga reseptor organ pada ujung saraf motoris dan sensoris.5,7



Gambar 1. Anatomi sel saraf yang menunjukkan badan sel dan serat saraf (akson) serta komponen-komponennya (Grabb, 1970)

Saraf tepi memiliki 3 macam serat saraf yaitu motorik, sensorik dan otonomik. Proporsinya pada tiap saraf dipengaruhi oleh fungsi saraf tersebut. Pada ekstremitas atas, saraf medianus memiliki proporsi terbesar serat otonomik. Serat motorik bermula dari badan sel pada cornu anterior medulla spinalis dan berakhir pada *Neuro Muscular Junction*. Serat sensorik bermula dari badan sel pada cornu posterior ganglia dan berakhir pada reseptor seperti korpuskulus Pacinian atau korpuskulus Meissner / *free nerve endings*. Berbagai macam substansi seperti protein, enzym, *free amino acids*, polipeptida, dan substansi lainnya disintesa dalam badan sel dan diperlukan untuk fungsi normal dan kelangsungan hidup akson. Akson saraf tepi mayoritas diselubungi oleh selubung myelin yang diproduksi oleh sel *Schwann*. Serat yang tidak berselubung myelin terutama adalah serat sensoris kecil yang mengkonduksikan impuls nyeri dari kulit. Bentuk selubung myelin bersegmen-segmen, yang dipisahkan oleh adanya suatu celah. Celah diantara segmen dari selubung myelin disebut *nodes of Ranvier* dan terpisah 1–2 mm. Diskontinuitas ini memungkinkan konduksi impuls yang cepat saat aksi potensial melompat dari nodus ke nodus.

Endoneurium merupakan jaringan kolagen penunjang dari serat individual yang memiliki peran dalam pembentukan *endoneurial tube* yang mengandung akson yang bermyelin dan sekumpulan sel *Schwann*.



Gambar 2. Mayoritas saraf tepi dilapisi oleh selubung myelin. Celah tidak bermyelin diantara segmen-segmen selubung myelin disebut nodes of Ranvier.(6)

Perineurium merupakan selubung tipis yang melindungi isi dari *endoneural tubes*, bertindak sebagai barrier / penghalang mekanik tehadap gaya dari luar dan sebagai penahan difusi yang mempertahankan substansi tertentu diluar lingkungan intrafasikular. Epineurium merupakan lapisan terluar, berada diantara fasikulus dan paling superfisial dalam saraf. Epineurium melindungi fasikulus dari tekanan luar dan memungkinkan terjadinya gerakan antar fasikulus. Epineurium seringkali lebih banyak pada area yang memerlukan proteksi lebih besar seperti saraf yang berada dekat dengan tulang / sendi. (Sunderland,1978).

Saraf tepi mengandung jaringan vaskuler pada epineurium, perineurium dan endoneurium. Peredaran darah ke saraf tepi secara keseluruhan disediakan oleh pembuluh darah besar yang mendekati saraf secara segmental sepanjang perjalanannya. Untuk mencapai saraf, pembuluh darah ini akan terbagi menjadi cabang *ascenden* dan *descenden* yang berjalan secara longitudinal dan sering beranastomose dengan pembuluh darah di perineurium and epineurium. Sistem mikrovaskuler memiliki kapasitas penyimpanan yang besar karena transpor aksonal dan impuls dirambatkan ke semua arah (= impuls propagation) tergantung dari persediaan lokal oksigen (Lundborg, 1975).

**PATOFISIOLOGI**

Cedera saraf tepi pada tangan dapat disebabkan oleh:

1. Trauma : luka sayat ( =laserasi; dapat parsial atau komplit), *crush*, luka bakar.
2. Kompresi (penekanan) : akut / kronik misalnya pada fraktur akibat penekanan oleh gips, akibat tourniquets, akibat terbentuknya callus.
3. Traksi (peregangan / penarikan) pada saraf tepi misalnya pada lesi plexus brachialis
4. Kecelakaan kerja / industri
5. Iskemia, arus listrik atau efek jangka panjang dari radiasi
6. Peradangan selubung synovial dari tendon otot fleksor misalnya pada RA5,9

Penyebab-penyebab diatas dapat dikelompokkan menjadi kategori umum yaitu cedera penetrasi secara umum mencakup *sharp transection* (tersayat melintang), cedera tipe trauma, yang secara umum mencakup komponen *crush*, kehilangan jaringan yang massifdan cedera avulsi / traksi, yang mengakibatkan saraf teregang / robek karena jumlah tegangan yang berlebihan.11

**KLASIFIKASI**

Menurut Seddon cedera saraf tepi dibagi menjadi 3 yaitu:

* 1. Neuropraxia : hambatan konduksi lokal dengan konduksi di sebelah distal masih baik. Disini tidak terjadi degenerasi dan biasanya akan pulih dalam 6-12 minggu.
  2. Axonotmesis : disrupsi aksonal tanpa disertai kerusakan jaringan ikut pembungkusnya. Karena terjadi disrupsi aksonal, akan timbul degenerasi Wallerian pada akson distal. Serabut saraf umumnya masih dapat mengalami regenerasi dan kembali mempersarafi jaringan asalnya. Pemulihan akan baik apabila otot, persendian dan kulit tetap terpelihara dalam kondisi baik pula. Pemulihan terjadi dalam 6 bulan.
  3. Neurotmesis : disrupsi akson beserta seluruh susunan jaringan ikat pembungkusnya akibat laserasi / tarikan yang kuat. Untuk regenerasi akson mungkin diperlukan tindakan operatif. Seringkali serabut-serabut saraf (motorik dan sensorik) tidak kembali mempersarafi jaringan semula, sehingga didapatkan pemulihan kekuatan otot di bawah normal dan ketidaksesuaian daerah pemulihan persarafan sensorik. Oleh karenanya diperlukan re-edukasi agar pemulihan fungsional tercapai.5,9

Sedangkan klasifikasi cedera saraf tepi dibagi menjadi 5 menurut Sunderland yaitu :



Gambar 3. Diagram dengan 5 klasifikasi cedera saraf menurut Sunderland (9)

1. Blok konduksi
2. Lesi terbatas pada akson di dalam selubung endoneurial yang intak dan menyebabkan terjadinya degenerasi Wallerian
3. Hilangnya kontinuitas serat saraf di dalam perineurium yang intak
4. Hilangnya kontinuitas fascicular dengan kontinuitas trunk saraf bergantung semata-mata pada jaringan epineural.
5. Hilangnya kontinuitas seluruh trunk saraf

**DEGENERASI DAN REGENERASI SARAF TEPI**

Degenerasi *Wallerian* Apabila akson terpotong, maka dimulai degenerasi akson distal pada level cedera. Terputusnya aliran axoplasmamengakibatkan akumulasi substansi axoplasmic pada proksimal stump, dimana degenerasi timbul hanya sejauh *node of Ranvier* berikutnya. Degenerasi dimulai saat makrofag masuk ke dalam sehingga memicu proliferasi dari sel *Schwann*. Makrofag dan sel Schwann membersihkan *tube of myelin* sel *Schwann* dan axoplasma untuk mempersiapkan regenerasi akson berikutnya. (Stoll et al., 1989). Regenerasi aksonAkson yang terluka mulai mengalami *sprouts* dalam waktu 6 jam setelah cedera. Hal ini timbul proksimal dari lesi saraf, pada *node of Ranvier* paling distal yang tertinggal. *Sprouts* awal ini biasanya diresorbsi; akan tetapi, *sprouts* permanen akan terbentuk beberapa hari kemudian ke arah segmen distal dan sepanjang *endoneurial tubes* (atau kolumna sel *Schwann*). Regulasi dan orientasi dari pertumbuhan akson sangat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai mekanisme biokimia dan biomekanik. Kecepatan maksimal pertumbuhan aksonal pada manusia adalah sekitar 1 mm/ hari.9,13

**EFEK CEDERA SARAF TEPI PADA TANGAN**

Perubahan pada otot; Setelah 3 bulan serat otot biasanya mengalami atrofi sedang hingga berat dan setelah 1 tahun bisa terjadi fibrosis sedang hingga berat. Perubahan sensorik; Cedera berat pada saraf akan mengakibatkan hilangnya sensibilitas dalam kategori sensoris yang berbeda-beda, seperti rasa raba, tekanan, nyeri, lokalisasi, suhu, diskriminasi spasial (misalnya *two-point discrimination*) dan *functional gnosis*. Perubahan vasomotor; Setelah terjadi gangguan saraf secara menyeluruh, tangan yang mengalami denervasi akan teraba hangat pada 2-3 minggu pertama karena vasodilatasi (paralisis dari vasokonstriktor), kemudian tangan akan menjadi semakin dingin saat diraba dan mudah dipengaruhi oleh suhu sekitar (Sunderland, 1978). Udara yang dingin akan menyulitkan mayoritas pasien dengan cedera saraf tepi.

**DIAGNOSIS CEDERA SARAF TEPI PADA TANGAN**

1. Anamnesis

Tiap anamnesa dimulai dengan detail yang berhubungan dengan pasien, seperti usia, tangan yang dominan, pekerjaan dan aktivitas yang dilakukan dalam waktu luang dan keterangan keluarga. Anamnesa idealnya juga meliputi : Saat terjadinya cedera, mekanisme terjadinya cedera,

gejala yang timbul, terapi sebelumnya dan efeknya, masalah kesehatan lainnya, misalnya diabetes, obat-obatan yang diresepkan.13,14

1. Pemeriksaan Fisik

Meliputi komponen visual dan taktil. Mobilitas dari sendi-sendi ekstremitas atas yang proksimal (bahu, siku) diperiksa lebih dulu. Selama pemeriksaan harus selalu dibandingkan dengan tangan sisi yang lain.14

### 3. Pemeriksaan Secara Visual

Dilakukan inspeksi pada tangan untuk mencari adanya : luka, jaringan parut (baru dan lama), edema, deformitas misalnya deformitas fleksi dari sendi proximal interphalangeal (PIP)., kontraktur jaringan, atrofi, keterbatasan gerakan sendi, sirkulasi (tangan nampak pucat, merah atau cyanosis), “Skin mottling”, berkeringat / kering yang berlebihan; permukaan kulit licin dan mengkilap dengan hilangnya pulp ridging dan terjadi pulp wasting; dapat pula timbul lesi trofik, deformitas pada kuku, rapuh / ridging.10,14

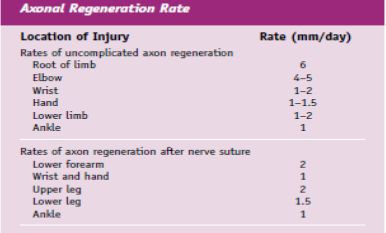
### 4. Pemeriksaan Secara Taktil

Kondisi jaringan parut, suhu kulit, edema, penebalan/nodul, *soft tissue tightness,* kelembaban / kekeringan kulit, kekakuan sendi, palpasi tangan.

5. Luas Gerak Sendi

Posisi lengan bawah dan tangan seharusnya

konsisten dalam setiap pengukuran. Ketika mengukur LGS sendi jari, pergelangan tangan harus dalam posisi netral 0º dan pronasi, untuk menghilangkan kemungkinan restriksi tendon *glide* karena efek tenodesis. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi; Luas gerak sendi aktif, luas gerak sendi pasif, total luas gerak sendi aktif, total luas gerak sendi pasif, *Composite finger flexion to the palm, Torque range of motion (TROM), Thumb or finger web spans*

**

**Tabel 1**. Kecepatan regenerasi aksonal9



Gambar 4. Pengukuran composite finger flexion(11)

A picture containing text

Description automatically generated

Gambar 5. Thumb/finger web spans (11)

6. *Manual Muscle Testing*

*Manual muscle testing* dilakukan pada keadaan berikut : menentukan secara tepat otot yang terkena setelah lesi saraf, evaluasi pre- operasi dalam menentukan otot mana yang dapat digunakan dalam transfer tendon, membantu memonitor perkembangan motorik selama regenerasi saraf.

Grading kekuatan otot dinilai sebagai berikut :

0. kontraksi (-)

1. kontraksi otot minimal; tidak ada gerakan

sendi.

2. LGS penuh tanpa gravitasi

3. LGS penuh melawan gravitasi

4. LGS penuh melawan gravitasi dengan

tahanan ringan

5. LGS penuh melawan gravitasi dengan

tahanan penuh13

7. Edema

Edema dapat dinilai menggunakan pita ukur yang diaplikasikan pada tempat yang spesifik, misalnya pada PIP *joint* satu jari atau sekeliling MCP *joint*.13

8. Sensibilitas

Sensibilitas pada kulit mencakup apresiasi dan interpretasi secara sadar terhadap stimulus taktil.

**Diagram

Description automatically generated**

Gambar 5. Hirarki untuk tes sensibilitas Oerosch-Herold 2007 (13)

Pemeriksaan sensibilitas meliputi :

a. Tes *threshold*

Menggunakan *Semmes-Weinstein monofilaments (‘light touch-deep pressure’*) untuk memeriksa rasa getar dan raba, sangat baik dalam memonitor kembalinya sensibilitas setelah *repair* saraf. Sensibilitas raba halus merupakan syarat untuk melakukan tugas *fine discriminatory,* sedangkan deep pressure merupa bentuk dari sensasi protektif.

b. *Innervation density tests* (tes fungsional)

Terdiri dari *static* *two-point discrimination*, *moving* *two-point discrimination* dan lokalisasi yang memerlukan integrasi kortikal yang kompleks. *Two-point discrimination* dianggap berhubungan dengan kemampuan tangan untuk melakukan motorik halus seperti memutar jam, memasukkan benang. Tes ini hanya relevan pada ujung jari yang membutuhkan diskriminasi.13,14

c. Tes *tactile gnosis*

Tes ini membutuhkan partisipasi aktif pasien dan mencakup obyek yang digunakan sehari-hari seperti kunci, koin, peniti, penjepit kertas, obeng, kelereng, kacang dan baut. Pada tes *pickup Moberg* (Moberg, 1958) dan tes modifikasi Dellon (1981) pasien diminta untuk mengambil obyek secepat mungkin dan meletakkannya di dalam kotak dengan mata terbuka. Prosedur ini dicatat waktunya dan dibandingkan dengan tangan sisi yang lain. Jika pasien tidak dapat mengambil obyek karena fungsi motor yang jelek, tes ini dihentikan.

d. Tes obyektif

Terdiri dari *ninhydrin sweat test* dan *wrinkle test*; tes ini tidak memerlukan partisipasi pasien karena mengandalkan respon simpatis. *Sweat test* meng-identifikasi area yang mengalami gangguan sekresi keringat menggunakan *Ninhydrin developer dan fixer*. *Wrinkle test* dilakukan dengan menempatkan tangan pada air hangat (40ºC) selama 30 min (O’Rain, 1973) dimana area yang mengalami denervasi tidak mengkerut. Tes-tes ini berguna untuk penilaian pasien anak, pasien yang tidak mampu mengikuti tes formal / dengan kecurigaan malingering. Hasil tes ini tidak berhubungan secara langsung dengan sensibilitas selama regenerasi saraf (Phelps and Walker, 1977).

e. *Tinel’s sign*

Regenerasi saraf dapat dimonitor dengan *Tinel’s sign*. Parastesia (misalnya sensasi *pins dan needle*) yang dirasakan oleh pasien ketika saraf diperkusi disebabkan oleh regenerasi akson saraf yang sangat sensitif terhadap tekanan. Menurut Tinel, tanda ini muncul sekitar 4-6 minggu setelah cedera, meskipun dapat bervariasi tergantung derajat keparahan lesi. Meskipun tes ini memiliki keterbatasan (dapat positif meskipun hanya ada sedikit serat yang mengalami regenerasi), namun sangat berguna dalam mengkonfirmasi pertumbuhan aksonal.

Untuk memeriksa *Tinel’s sign*, pemeriksa secara *gentle* melakukan perkusi sepanjang saraf menggunakan ujung jari dengan arah dari distal ke proksimal, sampai timbul paraestesia. Sensasi ini, meskipun tidak menyenangkan, tidak nyeri dan seharusnya dirasakan di perifer distribusi saraf daripada di titik yang ditekan langsung. Tes ini diulang tiap beberapa minggu. Prognosis baik jika terdapat progresi ke arah distal dari *Tinel’s sign* ini.8,10

**PEMERIKSAAN PENUNJANG**

Pemeriksaan penunjang yang dapat dilakukan antara lain *ultrasonografi (USG),* *Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI)* disesuaikan dengan kondisi pasien.

Pemeriksaan elektrodiagnosa *(NCV-EMG)* sangat berguna dalam evaluasi kerusakan saraf tepi. Dengan cara ini kita dapat menentukan lokalisasi lesi saraf, derajat kerusakan saraf dan mengetahui terjadinya proses persarafan kembali.11

**REHABILITASI CEDERA SARAF TEPI PADA TANGAN PASCA REPAIR**

Tatalaksana cedera saraf tepi pada tangan meliputi terapi konservatif dan bedah. Pada pasien yang mengalami cedera fase neurotmesis, maka dianjurkan untuk dilakukan repair saraf. Faktor yang paling menentukan apakah cedera saraf perlu dioperasi atau tidak adalah: mekanisme cedera, derajat gangguan neurologis, derajat nyeri hebat

***Repair* saraf**

Prinsip dari *repair* saraf meliputi: *Repair* saraf primer : dalam beberapa jam setelah cedera.Indikasi *repair* saraf primer adalah :

* 1. Transeksi tajam tanpa adanya elemen dari cedera *crush*
  2. Tidak ada *tension* yang signifikan pada area *repair* jika ujungnya digabungkan.
  3. Kontaminasi luka minimal; terdapat bed yang cocok untuk otot, lemak atau tenosynovium yang masih *viable*
  4. Tidak didapatkan cedera lain yang dapat menghalangi pemulihan sirkulasi, stabilitas skeletal, atau jaringan
  5. Ruang dan peralatan operasi yang memadai, termasuk magnifikasi
  6. Pasien dalam kondisi metabolik dan emosional yang memadai

*Repair* saraf primer *delayed* : 5 - 7 hari setelah cedera.*Repair* saraf sekunder : > 1 minggu setelah cedera.Teknik repair saraf Ujung saraf (*stump*) proksimal dan distal diisolasi dan dilakukan usaha yang maksimal untuk mempertahankan vaskuler. *Perineurial (atau fascicular) repair* merupakan teknik kedua yang sering dilakukan dalam repair saraf. Penyembuhan setelah repair saraf Selubung saraf yang telah direparasi, baik epineurium / perineurium, memerlukan waktu 3 minggu untuk memperoleh tensile strength yang cukup untuk menahan stress. Hasil repair saraf paling baik dalam 3 bulan setelah cedera, namun persarafan kembali / re-inervasi masih diharapkan terjadi dalam 1 tahun setelah cedera.

**FAKTOR YANG MEMPENGARUHI REGENERASI SARAF**

Faktor-faktor yang mempengaruhi regenerasi saraf setelah cedera / repair mencakup : usia pasien,level cedera, cedera lain yang berhubungan, derajat jaringan parut, akurasi dari *fascicular alignment*.13

**REHABILITASI CEDERA SARAF TEPI PADA TANGAN**

Program rehabilitasi pada pasien dengan cedera saraf tepi pada tangan mempunyai tujuan:

1. Memperbaiki sirkulasi serta mengurangi edema dapat dilakukan dengan cara :
2. Elevasi tangan di atas kepala, meletakkan siku di sandaran kursi, tangan diganjal dengan bantal / gulungan handuk sewaktu tidur
3. *Massage* dengan arah sentripetal
4. Observasi pemasangan gips, *verband*, ortesa. Apabila terlalu ketat harus diperbaiki
5. Memelihara / memperbaiki LGS : mencegah kekakuan sendi dan memberikan rangsangan terhadap akhiran saraf sensorik.
6. Mencegah / mengkoreksi deformitas : ortesa diberikan dengan tetap memperhatikan pula fungsi jaringan lain yang ikut cedera, misalnya tulang, pembuluh darah, tulang dan persendian. Untuk mencegah deformitas biasanya diberikan ortesa statik atau dinamik. Sedangkan untuk mengkoreksi deformitas dan membantu fungsi otot yang lemah biasa digunakan ortesa dinamik.
7. Memelihara / memperbaiki fungsi : latihan fungsi *Activity of Daily Living*
8. Mencegah / menunda atrofi otot : dapat diberikan perangsangan listrik secara Galvanik. Bila dikerjakan secara benar, penundaan atrofi otot dapat berlangsung sampai 400 hari.
9. Memelihara / meningkatkan kekuatan otot yang sehat 5,12

**REHABILITASI PASCA REPAIR SARAF PADA JARI**

Saraf pada jari adalah saraf tepi yang paling

sering mengalami cedera (Clark, 1999). Untuk menghindari *tension* pada lokasi yang di*repair*, *repair* saraf pada jari dilindungi selama 3 minggu dengan *dorsal hand-based splint* yang mempertahankan sendi MCP fleksi 50 - 70̊. Bagian jari-jari dari splint seharusnya dapat meng-ekstensikan penuh sendi IP. Latihan sendi IP secara *gentle* dapat dilakukan dengan menggunakan splint. Pasien seharusnya memiliki tujuan untuk dapat meng-ekstensikan sendi IP maksimal hingga batas splint untuk mencegah berkembangnya suatu deformitas fleksi pada sendi PIP.13

Pada ibu jari, *small hand-based thumb post* cocok untuk memposisikan sendi fleksi 35-40 ̊ tapi sendi IP dapat bergerak. Setelah periode splinting selama 3 minggu, pasien sebaiknya menghindari hiperekstensi jari selama 1 - 2 minggu setelahnya. *Massage* pada jaringan parut dimulai setelah angkat jahitan, pasien diminta untuk merawat kulit dan cara menghindari cedera pada bagian kulit yang mati rasa. Latihan desensitisasi dilakukan pada lokasi repair. Regenerasi saraf seringkali disertai paraesthesia / hyperaesthesia. 1 lapis dari *Opsite Flexifix* pada area yang terkena sering membantu melembabkan sensasi yang tidak menyenangkan ini dan reedukasi sensoris dimulai ketika *moving-touch* dapat dirasakan pada ujung jari.13

**TATALAKSANA REHABILITASI PASCA REPAIR SARAF TEPI PADA PERGELANGAN TANGAN**

Tahap awal (minggu 1 - 4); Setelah *repair* saraf medianus / ulnaris setinggi pergelangan tangan, tangan di-istirahatkan dengan dorsal *splint* untuk mempertahankan pergelangan tangan pada posisi sedikit fleksi untuk mencegah stress pada area yang di*repair*. *Splint* meluas hingga ujung jari tetapi ibu jari tetap bebas, selama 3-4 minggu dimana kekuatan jaringan ikat dianggap cukup untuk menahan gerakan pergelangan tangan.

Tahap berikutnya (minggu 5 – 6); gerakan aktif pergelangan tangan secara *gentle* dimulai setelah 4 minggu. Ekstensi pergelangan tangan secara aktif mulai dilakukan dengan fleksi jari-jari karena sering terjadi hambatan struktur, misalnya kulit, saraf dan tendon, yang menyebabkan *soft tissue tightness*.

Minggu 7 dan seterusnya; Tahanan/ resistensi ringan ditambahkan dalam latihan fleksi-ekstensi. Pasien berusaha untuk meng-ekstensikan jari-jari dan pergelangan tangan secara aktif dan simultan setelah *flexor tightness* teratasi. Jika masih ada *soft tissue tightness*, *serial casting* dilanjutkan hingga LGS penuh tercapai. Proses ini dapat terjadi hingga beberapa bulan.

**TATALAKSANA JARINGAN PARUT DAN DESENTISASI**

Jahitan dilepas 10-14 hari setelah operasi. Dapat dilakukan perlunakan jaringan parut dan desensitisasi. Pijat secara gentle dengan *oil massage* dapat dilakukan 4-6x/hari, dilakukan secara bertahap dari pijatan ringan kemudian dapat ditingkatkan tekanannya. Pada jaringan parut yang padat dan / meninggi dapat diaplikasikan *silicone scar gel* pada kulit yang bersih, kering dan bebas minyak yang berfungsi sebagai *shock absorber* pada saraf yang direpair.

Program desensitisasi meliputi 2 hal :

1. Penyuluhan kepada penderita bahwa kepekaan yang berlebihan tersebut merupakan proses alamiah yang selalu terjadi pada saraf tepi yang sedang tumbuh kembali, dan akan berkurang secara bertahap sesuai dengan kematangannya.
2. Memberikan perangsangan secara bertahap terhadap area yang mengalami problem tersebut.9,13

**MODALITAS**

Pemberian modalitas untuk pemulihan fungsional dan mencegah atrofi otot. Salah satunya adalah stimulasi listrik yang memiliki kontroversi besar mengenai efek menguntungkan pada pertumbuhan kembali saraf atau mengurangi kecepatan dan ketepatan reinnervasi. Modalitas lainnya, adalah terapi laser tingkat rendah atau fototerapi yang memiliki efek menjanjikan pada pertumbuhan saraf kembali.

**RE-EDUKASI SENSORIS**

Program re-edukasi sensoris secara rutin dilakukan untuk mem-fasilitasi pemahaman dari pola sensori baru yang ditangkap oleh tangan. Masalah utama adalah re-organisasi fungsi kortikal dari tangan yang timbul sebagai akibat dari *axonal misdirection*. Meskipun sensibilitas protektif biasanya ada setelah repair saraf, namun fungsi diskriminatif taktil jarang pulih kembali. Hal ini berhubungan langsung dengan *cortical remapping*. *Trend* terbaru rehabilitasi tangan memfokuskan pada modulasi proses saraf pusat dibandingkan faktor perifer; dengan prinsip yang telah berevolusi untuk mempertahankan representasi tangan secara kortikal menggunakan kapasitas otak untuk interaksi *visuo-tactile* dan *audio-tactile* pada fase awal setelah cedera saraf dan *repair* saraf (fase 1). Setelah re-inervasi tangan dimulai (fase 2), pemberian *selective de-afferentation* yaitu cutaneous anaesthesia dari lengan bawah tangan yang cedera (2 minggu), memberi kesempatan representasi tangan kortikal lebih berkembang, dan dengan demikian meningkatkan efek dari *sensory relearning*. 21

**EDUKASI PASIEN**

Dalam setiap pelaksanaan program rehabilitasi, keikutsertaan pasien dan / keluarganya secara aktif sangat diperlukan. Sehingga perlu diberikan suatu penyuluhan sedini mungkin agar pasien memiliki motivasi yang tinggi. Penyuluhan yang kita berikan meliputi antara lain:

1. Perlunya penderita agar tetap selalu

menggerakkan / menggunakan tangannya,

sebatas kemampuan yang masih ada

1. Bagaimana mengamati, mencegah adanya

edema serta usaha untuk mengatasinya

1. Daerah yang mengalami gangguan

sensibilitas mudah mengalami cedera. Oleh

karenanya pasien perlu berhati-hati

sewaktu memasak, merokok, pekerjaan

lainnya yang dapat menyebabkan cedera /

luka bakar. Pasien dapat mengkompensas

secara visual

1. Parastesi (kesemutan / tertusuk) dan

hiperestesi (hipersensitif yang terasa nyeri) merupakan manifestasi yang normal dari regenerasi saraf dan akan menghilang dengan berjalannya waktu dan penggunaan tangan

1. Program-program yang akan dilaksanakan,

meliputi tujuan, penghati-hati serta efek jika tidak dilaksanakan dengan benar.5,10

**EVALUASI PEMULIHAN SARAF**

Sistem grading yang secara luas digunakan untuk menilai pemulihan saraf dikembangkan oleh *Medical Research Council* untuk meng-evaluasi kembalinya fungsi motorik dan sensorik. Tujuan pengukuran adalah pemulihan sensori termasuk tes density menggunakan *moving dan static two-point discrimination* dan tes threshold menggunakan *Semmes-Weinstein filaments.*19

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Lynn Lypert, Clinical Kinesiology and Anatomy 5th Ed, F. A. Davis Company, 2011.
2. Simon SR, Alaranta H, An K-N, Cosgarea A. Kinesiology Orthopaedic Basic Science Biology of Biomechanics and Musculosceletal System. 2nd ed: American Academy of Orthopaedic Surgeon; 2000. p. 751;660-74.
3. Jones LA, Lederman SJ. Hand Function Across The Lifespan. Human Hand Function. New York: Oxford University Press; 2006. p. 151.
4. Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System. Missouri: Mosby; 2002.
5. Rochman F. Rehabilitasi Cedera Saraf Tepi. In: Hafid A, Darmadipura MS, editors. First National Congress of The Indonesian Neurosurgical Association. Surabaya1991. p. 211- 26.
6. Lars B. Dahlin, Mikael W, Nerve injuries of the upper extremity and hand. Effort Open Reviews, Vol 2, 2017.
7. G Lunborg, B Rosen, Review Hand Function After Nerve Repair. Journal Compilation, Scandinavian Physiological Society. 2007
8. Lee SK, Wolfe SW. Peripheral Nerve Injury and Repair. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2000:243-52.
9. Boscheinen-Morrin J. Peripheral Nerve Injuries. The Hand-Fundamentals of Therapy 3rd ed. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing 2001. p. 57-69.
10. Maynard CJ. Sensory Reeducation following peripheral nerve injury. In: James M Hunter MD, Lawrence H.Schneider MD, Evelyn J.Mackin LPT, Judith A.Bell OTR, editors. Rehabilitation of the Hand. Saint Louis: The C.V. Mosby Company; 1978. p. 318-22.
11. Gupta S. Hand, nerve injury repair. 2009; Available from: .<http://emedicine.medscape.com/article/1287077-overview>.
12. Bodine SC, Lieber RL. Peripheral Nerve Physiology, Anatomy and Pathology Orthopaedic Basic Science Biology of Biomechanics and Musculosceletal System American Academy of Orthopaedic Surgeon; 2000. p. 631-77.
13. Sluis CKvd. Phases of Wound Healing and the Rehabilitation of Complex Hand Injuries. In: Santoso B, D.Soebadi R, Wulan SMM, Putra HL, Suroto H, Perdanakusuma D, et al., editors. Course on Hand Dutch Foundation for Post Graduate Medical Course in Indonesia. Surabaya: Center for the Medical Scientific Community; 2006. p. 113-9.
14. Boscheinen-Morrin J. Assessment The Hand-Fundamentals of Therapy. 3rd ed. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing; 2001. p. 1-10
15. Warwick D, Dunn R, Melikyan E, Vadher J. Assessment. Hand Surgery. 1st ed. Italy: Oxford University Press; 2009. p. 20-65.
16. Beasley RW. Principles of Treatment and Managing Injuries. In: Gumpert E, editor. Beasley's Surgery of The Hand. 1st ed. New York: Thieme; 2003. p. 25-9.
17. Available from: <http://indonesiamedicals>. blogspot.com/2008/12/strategi-tindakan-terhadap penderita.html.
18. Doyle JR. Nerve Injuries. Orthopaedic Surgery Essentials. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Inc.; 2006. p. 220-5.
19. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC. Nerve Repair and Grafting. Green's Operative Hand Surgery: Churcill Livingstone; 1999. p. 1387.
20. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW. Nerve Repair. Green's Operative Hand Surgery. 5th ed: Elsevier Inc.; 2008.
21. G L, B R. Hand function after nerve repair. US National Library of Medicine National Institutes of Health; 2007; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17250571>