

KBC Rijeka, Radna jedinica kirurških djelatnosti, Klinika za ortopediju — Sušak

## RASTEZNE NEURO-MIOPATIJE PRI ELONGACIJI EKSTREMITETA

### EXTENSIBLE NEURO-MYOPATHIES IN THE ELONGATION OF THE EXTREMITIES

Severin Milohanović i Krešimir Herceg

Pregledni članak

Sažetak

U uvjetima distenzionih povreda ekstremiteta, a naročito pri kirurškim elongacijama radi izjednačavanja dužine ekstremiteta, česte su povrede neuro-muskularnih struktura.

Najteži oblik je anatomski prekid kontinuiteta živca (neurotmesis), koji se liječi samo kirurškom intervencijom. Potpuni prekid aksona uz održan kontinuitet konektivnog tkiva živca (aksonotmesis) predstavlja ozljedu, koja se može spontano regenerirati ako je neuronska cijev sposobna voditi novostvorene izdanke. Najblaža komplikacija rastezne neuropatije predstavlja blok provodljivosti aksonima kroz određeno vrijeme (neuropraksija). Najdeblja vlakna miješanih živaca su najvulnerabilnija i oporavljaju se sporije od tanjih. Progresija oporavka je nepravilna, ne slijedi anatomski tok živca, ali je u većini slučajeva potpuna.

Naglašava se važnost pravovremene i istovremene interpretacije kliničke slike rasteznih ozljeda perifernih živaca i mišića, komplikacije koje pri tome nastaju (kauzalgija, grčevi, kontrakture, ishemične paralize), te principi liječenja, koje determinira klinička slika, odnosno patomorfološki supstrat.

Summary

Injuries of the neuro-muscular structures are frequent in the conditions of extensible injuries of the extremities, particularly in surgical elongations in order to equalize the length of the extremities.

The anatomic interruption of the nerve continuity (neurotmesis) is considered to be the most severe injury, which can be treated only surgically. The complete interruption of the axons with the retained continuity of the connective tissue of the nerve (axonotmesis) is an injury which can be regenerated spontaneously if the neuron tube is capable of leading new offsprings. The mildest complication in extensible neuropathy is the block of the axon conductivity over a definite period of time (neuropraxis). The thickest fibres of the mixed nerves are most vulnerable and recover slower than the thinner ones. Progression of the recovery is irregular; it does not follow the anatomic flow of the nerve, but the recovery is complete in most cases.

Emphasis has been laid on the due and precise reading of the clinic picture of extensible injuries of the peripheral nerves and muscles, the complications that may develop (causalgia, cramps, contractions, ischemic paralysis), and the method of the treatment which are determined by the clinic picture, i. e. pathomorphological substrate.

## UVOD

Gubitak osjetne ili motorne funkcije u inervacijskom području perifernog živca nije uvijek siguran znak da mu je funkcija oštećena zbog degeneracije. Seddon je predložio kliničko-patološku klasifikaciju, koja je od praktične vrijednosti, ali treba imati na umu, da su miješani tipovi ozlijeda živaca najčešći(1).

Neurotmesis je naziv za potpuni anatomski prekid živca, koji se ne popravlja bez kirurške intervencije. U centralnom dijelu prekinutog živca degeneracijski proces ascendira do nekoliko centimetara. Nakon 1—3 dana dolazi do vrlo brzog rasta mladih izdanaka iz svakog aksona proksimalnog bataljka. Rastu distalno unutar tubularne tvorbe, koju čine endoneurij i neurilema Schwannovih stanica. Novi izdanci rastu dezorganizirano tvoreći s ožiljkastim tkivom i odebljanim epineurijem oteklinu, koja se naziva neurom.

U perifernom dijelu prekinutog živca dolazi do Wallerove degeneracije. Akson i mijelinska ovojnica degeneriraju brzo i simultano. Na ozlijeđenom poprečnom dijelu proliferiraju Schwannove stanice, dovodeći do glioma, koji je spojem s neuromom centralnim tračkom ožiljkastog tkiva.

Ako je takav živac ispravno liječen, tj. sašiven »end to end« ili s umetnutim dijelom nekog drugog živca, pojedina degenerirana živčana vlakna uraštavaju u endoneuralnu cijev perifernog okrajka i mogu reinervirati krajnje organe. Regeneracija je u takvom slučaju randomskog karaktera.

Aksonotmesis je naziv za potpuni prekid aksona, ali konektivno tkivo živca ostaje u kontinuitetu. Efekt je sličan idealnoj primarnoj suturi koja se primjenjuje poslije anatomskeg prekida. Nakon Wallerove degeneracije perifernog bataljka, spontana regeneracija je redovita u slučajevima kada je neuromska tvorba minimalna iako je endoneuralna cijev sposobna voditi novostvorene izdanke.

Neuropraksija predstavlja izraz za blok provodljivosti aksonima kroz određeno vrijeme, najvjerojatnije zbog oštećenja mijelinskih ovojnica. Najdeblja vlakna miješanih živaca su najvulnerabilnija i oporavljaju se sporije od tanjih. Progresija oporavka je nepravilna, ne slijedi anatomske tok živca, ali je u većini slučajeva potpuna.

Sunderlandova klasifikacija je slična. Naglašava važnost funikularne strukture živca (2). Težinu ozlijede dijeli u pet stupnjeva:

Prvi stupanj je identičan neuropraksiji po Seddonu (1), drugi stupanj odgovara aksonotmezi, a treći stupanj težoj ozlijedi. Radi se o dezintegraciji aksona, Wallerovoj degeneraciji, i dezorganizaciji unutarnje strukture funikula. Tkiva koja sadržavaju perineurij pokazuju izvana minimalne promjene. Generalna funikularna građa živčanog snopa je održana. Retrogradna degeneracija je mnogo jača od one u drugom stupnju ozljede, pogotovo ako je živac oštećen u proksimalnom dijelu. Intrafunikularna krvarenja, edem ili ishemije, favoriziraju razvoj intrafunikularne fibroze, koja sprječava regeneraciju. Zahvaćeni živac može biti vretenasto otečen, ali vanjsko ispitivanje može dati iznenađujuće mali uvid u težinu dezorganizacije unutar živčanog snopa.

Kod četvrtog stupnja ozlijede, živčani snopovi su tako dezorganizirani, da nisu oštro ograničeni od epineurija. Iako je kontinuitet živčanog snopa održan,

pojedinih funikula nema. Retrogradni neuronalni efekti su mnogo teži i mnogi su aksoni ireverzibilno uništeni. Aksoni koji se oporavljaju slobodno ulaze u interfunikularne prostore, stvaranje ožiljaka je jače i proširenije. Kod kirurškog liječenja neophodna je ekscizija zahvaćenog segmenta i rekonstrukcija umetnutim dijelom živca.

U petom stupnju ozljede živca dolazi do gubitaka kontinuiteta živčanog snopa i odgovara neurotmezi.

## RASTEZNE NEUROPATIJE

### *1. Klinička slika rasteznih ozljeda perifernih živaca*

Simptomi rastezne neuropatije zavise o mjestu ozljede, kao i stupnju oštećenja. U razvijenim slučajevima početak je akutan. Latentni period od nekoliko sati ili dana ukazuje da je oštećenje živca sekundarno zbog hematoma, ishemije i sl. Mogućnost histerične paralize ili simulacije također je potrebno razmotriti.

U ranim stadijima bolesti diferencijalna dijagnoza može biti teška. Treba pratiti da li je stupanj paralize ili osjetnog ispada od početka maksimalno izražena, da li raste, ili opada. Posebnu pažnju treba usmjeriti utvrđivanju eventualnog oporavka, tj. da li povratak pokreta znači oporavak, ili se radi o »trik pokretima«. Mnogim ljudima je teško opisati proširenost utrnuća. Početno trnjenje svih prstiju s kasnijom restrikcijom na nekog od njih je česta i nije znak dvostrukog živčanog oštećenja. Bol može biti prisutna od trenutka ozljede, osobito ako je ozljeda nepotpuna, ali je u većini slučajeva odsutna. Ako se pojavi nekoliko dana ili tjedana kasnije, ima karakter kauzalgijske. Međutim, ona može biti uzrokovana i razvojem neuroma proksimalnog bataljka kod kompletne lezije.

#### a) Motorni ispadi

Ozljedom perifernog živca nastaje mlohava kljenut pripadajućih mišića, s gubitkom njihove refleksne aktivnosti. Atrofija onih mišića koji su inervirani od teže oštećenih živaca (ili kod aksonotmeze) je jaka, dok je kod neuropraksije vrlo malo izražena, ili je nema. Ako se zakasni s liječenjem, paralizirani mišići se rastegnu kontrakturom antagonista, dovodeći ekstremitet ili dijelove ekstremiteta do tipičnih deformiteta.

Pažljiva analiza zahvaćenih mišića je neophodna. Ona je voditelj kod utvrđivanja lokalizacije oštećenja. U prvom trenutku treba ocijeniti da li je jedan ili više živaca oštećeno. Kod rasteznih ozljeda živaca gornjeg ekstremiteta treba razlikovati kombinirano oštećenje n. medianusa i n. ulnarisa od oštećenja jednog ili više snopova brahijalnog plexusa, ili avulzije spinalnih korjenova. Prije nego se postavi dijagnoza parcijalnog oštećenja, treba pomisliti na mogućnost dvostruke ili anomalne inervacije (3). Potrebno je naglasiti, da su kod traksijskih ozljeda živaca neka vlakna potpuno očuvana, a neka imaju prekid kontinuiteta. (4)

Djelovanje gravitacije, relaksacija antagonista i kontrakcija agonista može rezultirati zaključkom, da je održana izvjesna motorna aktivnost (»trik pokreti«). Kada je skupina mišića ozljedom perifernog živca paralizirana, bolesnik nastoji kompenzirati gubitak funkcije upotrebom susjednih mišića. Tako na

primjer fleksiju ručnog zgloba može izazvati kontrakcija m. abduktor policis longusa.

Paradoksalni pokreti u distalnoj distribuciji motornog živca mogu biti izazvani povlačenjem zdravih mišića na račun paraliziranih, koji su u kontrakturi i djeluju mehanički kao ligamenti. Tipičan primjer ovakvog »trik pokreta« je ekstenzija ručnog zgloba kod zatvaranja šake ako su paralizirani ekstenzorni mišići šake i prstiju skraćeni kontrakturoom; ili skupljanje prstiju i palca aktivnom ekstenzijom ručnog zgloba, kada su fleksori prstiju paralizirani.

Opozicija palca se može simulirati kombiniranom akcijom ulnarnih aduktora i abduktor policis longusa inerviranog od n. radialisa.

Fleksija u laktu do 90° protiv sile teže može se izvesti pri potpunoj paralizi n. muskulokutaneusa i n. radialisa, kontrakcijom m. pronator teresa, fleksora šake i prstiju. U tom slučaju je fleksija podlaktice popraćena pronacijom. Simuliranu kontrakciju moguće je otkriti ako se ekstremitet postavi u relaksirani položaj. Od bolesnika se traži da izvede određeni pokret bez posebnog naprezanja, a mišiće koji se kontrahiraju identificiramo njihovom palpacijom ili palpacijom tetive. Tim načinom možemo dijagnosticirati i rezidualnu inervaciju, fibrozu mišića, ozljedu tetiva, adhezije tetiva, ili pak da je pokret spriječen refleksnom bolnom inhibicijom. U nejasnim slučajevima, električnom stimulacijom perifernih živaca i elektromiografijom postaviti ćemo ispravnu dijagnozu.

Elektrodijagnostika je od vrijednosti u isključivanju histerične ili simulirane paralize, na koje se pomišlja kad ne odgovaraju anatomske distribuciji. U takvim slučajevima, paralizirani mišić se kontrahira kao sinergist za vrijeme relaksacije nekog antagonista. Tetivni refleksi su održani, iako voljne kontrakcije nema. Ovdje treba spomenuti, da se kod oporavka živca primjećuje ponekad, da se mišić prvo upotrebljava kao fiksator, a tek kasnije njime se može izvesti voljni pokret.

U praksi je korisno odrediti stupanj snage svih mišića ekstremiteta prije zahvata na njemu. U tu svrhu mišića ekstremiteta prije zahvata na njemu. U tu svrhu čini nam se najboljom shema registracije koju preporuča Medical Research Council (5).

## b) Osjetni ispadi

Subjektivni ispadi osjeta kod rasteznih neuropatija nisu konstantni. Bolesnici određeni dio tijela najčešće osjećaju »drukčije nego ranije«.

Objektivni ispadi osjeta, tj. anestezijska, može i nedostajati, ako postoji visoki stupanj osjetne inervacije s dobro razvijenom osjetnom diskriminacijom u dvije točke. Osjetni ispadi su obično najjače izraženi u šaci i stopalu, a manje u gornjem dijelu ekstremiteta.

Trnjenje je subjektivni ispad osjeta, koji bolesnici iznose na kožnoj distribuciji živca distalno od mjesta ozljede. Rijetko je odmah nakon neurotmeze ili aksonotmeze, ali vrlo često u neuropraksiji. Bolesnici ih opisuju kao bockanje iglicama ili pečenje.

Ako je ozlijeđeni živac osjetni ili miješani, postoji određeni stupanj gubitka osjeta, koji se može dijagnosticirati uobičajenim kliničkim neurološkim metodama pregleda. Međutim, od posebnog značaj je kod rasteznih neuropatija

utvrđivanje minimalnih promjena i njihovo praćenje, kao i određivanje granice hipestetičkih područja.

Kod ispitivanja osjeta, bolesnik mora ležati opušteno, u odgovarajućoj sobnoj temperaturi, odmoran. Opća lokalizacija osjetnog područja poremećaja određuje se brzim testiranjem vatom ili iglom, uspoređujući jednu stranu tijela s drugom. Nakon toga se zahvaćeno područje sistematski istražuje. Rubovi anestetične zone određuju veličinu bolesnog područja. Kada je živac potpuno prekinut, područje gubitka boli je manje od područja gubitka osjeta. Kod avulzije spinalnog korjena ispad osjeta dodira, boli, toplog i hladnog je koncentričan, kod čega je područje gubitka osjeta najveće. Između potpune neosjetljivosti i normalne, najčešće postoji zona smanjene preosjetljivosti, udružene s neugodnim podražajima.

Termin »hiperestezijske« nije točan, ako je primjenjeni podražaj jačeg inteziteta. Javlja se najčešće u šaci, nekoliko desetaka ili više dana nakon ozljede n. medianusa ili n. ulnarisa. Prominentan je simptom za vrijeme oporavka senzibiliteta, osobito na dlanu i tabanu.

Uobičajene kliničke metode testiranja toplog i hladnog malo doprinose delineaciji zahvaćene zone kože. Ekstremne temperaturne razlike toplog i hladnog, kao npr. led ili voda ugrijana na oko 50°C, izazivaju nelagodu i dovode do iste senzacije kao da su podraženi receptori za bol.

Gubitak posturalnog osjeta i vibracije vrlo je čest, ali treba imati na umu, da živčana vlakna koja provode duboki osjet dolazi iz mišića, tetiva i zglobova, a manje iz kože, što može ponekad na prvi pogled izgledati paradoksalno. Tako npr. ozljeda n. medianusa na zapešću uzrokuje gubitak osjeta laganog dodira i boli u palcu, kažiprstu i srednjaku, uz očuvan duboki osjet, ako odgovarajuća živčana vlakna dolaze k fleksornim mišićima i tetivama svojim proksimalnim ograncima. Neadekvatna reinervacija proprio-receptora može rezultirati trajnim poremećajem vještih pokreta nakon oporavka s normalnom snagom.

#### c) Poremećaji refleksne aktivnosti

Tetivni i kožni refleksi su oslabljeni ili ugašeni iza ozljede osjetnih ili motornih živčanih niti. Oporavak refleksne aktivnosti je rijetko potpun, ali može biti djelomično izražen nakon odgovarajućeg liječenja.

#### d) Autonomna paraliza

Nakon avulzije donjeg dijela brahijalnog pleksusa može se razviti Hornerov sindrom. Rastezne ozljede perifernih živaca također dovode do vazomotornih abnormalnosti i poremećaja znojenja, ako su im oštećena i vegetativna vlakna. Najistaknutije promjene nastaju zbog lezije sudomotornih živčanih niti. Zahvaćenost vazomotornih živčanih vlakana je mnogo teže dijagnosticirati, zbog često prisutnih ozljeda krvnih žila. Sudomotorna vlakna se iz paraspinalnih simpatičnih ganglija distribuiraju krvnim žilama do kože, gdje inerviraju žlijezde znojnice. U mnogim slučajevima oštećenje im rezultira gubitkom znojenja u autonomnoj zoni prekinutog živca, koje može biti potpuno ili oslabljeno u području gubitka osjeta boli, što ukazuje na nepotpuno oštećenje živca ili na početak oporavka. Ponekad se u takvim slučajevima i u istoj distribuciji javlja hiperhidroza. Kod neuropraksije su autonomna živčana vlakna u pravilu očuvana.

Boja i temperatura denerviranog dijela su alterirane. Neposredno nakon prekida perifernog živca, pripadno periferno područje postaje toplije i crveno zbog vazodilatacije. Ta faza je prominentna u samo 20% slučajeva, i najvidentnija u donjem ekstremitetu. Uzrokovan je paralizom vazokonstriktornih živčanih vlakana. Nakon toga dolazi do postepenog prijelaza u hladnu fazu kroz mjesec dana nakon ozljede.

Trajanje tople faze varira od nekoliko dana do tri ili četiri tjedna, ovisno o stupnju motorne aktivnosti, temperature okolice i oblačenja.

U hladnoj fazi koža je subjektivno hladna, ali je takva i kod mjerenja, crvena, tingirana cijanozom. Rijeđe je zahvaćeni dio blijed. Ove promjene imaju tendenciju vazokonstrikcije u hladnoj okolici, a posljedica su zastoja cirkulacije kožnih krvnih žila, kojima se tonus sporo oporavlja kroz tri tjedna nakon denervacije. Općenito se može reći da denervirana područja pasivno slijede cirkulatorni status.

#### e) Nutritivni poremećaji rastezних neuropatija

Poprečno prugasti mišići brzo atrofiraju kada je motorni živac prekinut (neurotmeza), ili kada postoji aksonotmeza. Kod neuropraksije nema Wallerove degeneracije i praktički nema mišićne atrofije. Proširenost i stupanj atrofije ovisne su od nekoliko činitelja. Mnogi mišići su inervirani od više perifernih živaca. Ako je voljni pokret zahvaćenog mišića moguć, atrofija je manja i sporije se razvija. Brža je u ranim stadijima denervacije, a potpuna nakon 5—6 mjeseci. Ovisi i o proširenosti oštećenja krvnih žila koje su obično pridružene rasteznim traumatskim ozljedama perifernih živaca. (6)

Neurotmeza i aksonotmeza dovode i do atrofičkih promjena kože i pripadnih dijelova. U prvim danima nakon ozljede živca, koža je glatka i sjajna. Deskvamacija je u nekim slučajevima spora, uzrokujući suhu i ljuskavu površinu, ako je znojenje poremećeno. Atrofija potkožnog tkiva prstiju nastaje u manjem ili većem stupnju nakon potpune ili djelomične lezije živaca koji inerviraju prste, osobito gornjih ekstremiteta. Kod njih je poremećen i rast noktiju, koji su zakrivljeni u oba smjera, gube sjaj, suhi su, lomjivi i nepravilne površine. Rast je usporen (vrlo rijetko ubrzan), dlake ispadaju ili rastu više u denerviranoj koži. Dlake su kratke, lomljive i aberantne.

Otok stopala je čest kod potpunih oštećenja n. ishijadičusa, ali je u gornjim ekstremitetima rijedak. Ulceracije i mjehurići javljaju se kod 30% slučajeva i neosjetljivim područjima kože gornjih i donjih ekstremiteta, a mogu zahvatiti potkožno tkivo i kosti.

Općenito je prihvaćeno, da motorna živčana vlakna utječu na nutritivnu miofibrila s kojima su u kontaktu i da je denervacijska atrofija posljedica ispada te funkcije. Priroda kožnih promjena je manje jasna. Nema izravnog uvida u trofičke funkcije aferentnih ili autonomnih živčanih vlakana, ali se smatra, da us opisane promjene posljedica kombinacije inaktiviteta, poremećaja, optoka krvi i gubitka osjeta.

Optok krvi denerviranim područjem je smanjen usprkos vazodilataciji, a gubitak lokalnog vazodilatatornog odgovora na minimalne mehaničke, kemijske i termičke podražaje još više osiromašuje prokrvljenost.

## *2. Komplikacije koje nastaju nakon rastezних ozljeda perifernih živaca*

a) Kauzalgija je posebna vrsta bolova, koja se može javiti u ekstremitetu nakon rastezne ozljede perifernog živca. Bol je jaka, trajna, neugodnog karaktera, koju bolesnici obično opisuju kao pečenje ili paljenje. Javlja se spontano, ali može biti izazvana ili pojačana emocionalnim poremećajima. I najmanji dodir ili vibracija ekstremiteta može prouzrokovati nepodnošljivu bol. Pretjerana reakcija na podražaj može sugerirati hiperesteziju ili hiperalgeziju, ali prag podražljivosti je povišen. Javlja se u šaci i stopalu, rjeđe u proksimalnijim segmentima i ne graniči s osjetnom distribucijom ozljeđenog živca. Treba naglasiti da je bol prisutna u čitavoj živčanoj distribuciji, a ne samo u autonomnim zonama inervacije. Kauzalgična bol počinje u prvim danima nakon ozljede i traje mjesecima. Paroksizmi bolova se mogu vratiti nakon nekoliko godina, kada je bolesnik uzbuđen, ili za vrućeg vremena. Barnes je našao, da je kauzalgija gornjeg ekstremiteta većinom udružena s djelomičnim oštećenjem donjeg dijela brahijalnog plexusa, ili n. medianusa, a u donjem ekstremitetu i inkompletnom ozljedom medijalnog poplitealnog živca ili medijalnog poplitealnog dijela n. ishijadikusa, ili stražnjeg tibijalnog živca. (7) Ozljeda je obično iznad lakta ili koljena.

Sigurnih uzročnih dokaza kauzalgije još nema. Prema nekim autorima, inkompletna ozljeda živca može stvoriti arteficialnu sinapsu između somatskih živčanih vlakana za bol i simpatičnih niti. (7) U prilog tome govori veća incidencija kauzalgije kod proksimalnih ozljeda živaca, odnos emocionalnih i termičkih podražaja i terapijski odgovor na simpatektomiju. Međutim, kauzalgična bol se može smanjiti blokadom živca Ksilokainom distalno od mjesta ozljede, a može potrajati i nakon resekcije oštećenog dijela živca.

b) Napadaji jakih bolova slični grčevima mogu nastati nakon ozljede živca. Obično su kratkog trajanja, a izgleda da nastaju u mišiću. Javljaju se u mirovanju ili samo za vrijeme aktivnosti, a smanjuje iz masaža i protezanje zahvaćenih mišića.

c) Kontraktura mišića. Skraćena efektivna duljina mišića može nastati ako je ozljeda živca udružena s oštećenjem krvnih žila u mišiću, odnosno smanjenjem prokrvljenosti, oštećenjem samog mišića sa sekundarnom fibrozom, ozljedom tetive, ili imobilizacijom u skraćenom položaju.

d) Ishemična paraliza. Vaskularna okluzija uzrokom je paralize kod izazove ishemiju živca i mišića. Ovu mogućnost treba razmatrati u slučajevima kada je periferni puls ekstremiteta slab i nedostaje. Paralizirani mišići su nepokretni, javljaju se teške kontrakture, gubitak osjeta i nutritivne promjene koje su naglašene u toj mjeri da se javljaju periferne gangrene.

## *3. Oporavak i regeneracija živca nakon rastezne ozljede*

Oporavak osjeta nakon ozljede živca započinje od periferije denerviranog područja već nakon nekoliko dana. Posljedica je povećane funkcije živčanih vlakana koji prekrivaju zahvaćeno područje, nakon čega slijedi pojačano uraštavanje njihovih kolaterala.

Kasniji oporavak nastaje zbog regeneracije oštećenih živčanih niti nakon latentnog perioda, koji je zavisao od prirode ozljede (neurotmeza, aksonot-

meza), količine ožiljkastog tkiva, sekundarne infekcije, ili bilo koje operacijske procedure.

Svaki akson koji regenerira, ulazi u endoneuralnu cijev Schwannovih stanica, uraštavajući u distalni segment. Ako je endoneuralna cijev odgovarajućeg promjera, akson uraštava brzinom od 1—3 mm dnevno. Brzina rasta je veća kod aksonotmeze, nego nakon prekida živca sa suturom. Oporavak nakon regeneracije je rijetko potpun, jer aksoni ulaze u Schwannove kanale randomski i mnogi od njih nemaju zadovoljavajući kontakt s krajnjim organima. Osim toga, ponekad krajnji organi degeneriraju prije nego što akson uraste u njih. To može biti važnim uzrokom lošijeg funkcionalnog oporavka iza oštećenja perifernog živca u proksimalnom dijelu, jer je potreban veliki vremenski razmak da se stvori nova neuromuskularna veza.

Šanse zadovoljavajućoj funkcionalnoj reinervaciji su veće kod distalnih lezija živaca, jer sadrži mnoga vlakna s dobrom proliferacijom kolaterala, koja dolaze iz proksimalnih dijelova aksona. Funkcija reinerviranih krajnjih organa je dobra, tako da je osjet, koji se ispituje dodirnom ili iglom normalan, ili pokazuje lagano povišen prag podražljivosti. To je dovoljno za protektivnu funkciju osjeta, ali je taktilna gnostička funkcija šake rijetko zadovoljavajuća iza neurotmesis ili aksonotmesis, jer gustoća inervacije nije više normalna. To se može dokazati testom taktilne diskriminacije u dvije točke.

U proksimalnom dijelu živca, vlakna koja provode podražaj distalnim strukturama su pomiješana s drugim i široko raspoređena, dok su ona koja prenose podražaje proksimalnim strukturama, više lokalizirana. Zbog toga dolazi do bolje funkcionalne reinervacije proksimalnih struktura, a distalna reinervacija kod proksimalne lezije ima lošiju prognozu.

Motorna inervacija također ovisi o regeneraciji aksona i kolateralnog grananja. Stare neuromuskularne spojnice mišićnih vlakana mogu biti reinervirane ili dolazi do stvaranja novih, čime se voljna i refleksna kontrola mišićne kontrakcije vraćaju. Randomska distribucija regeneriranih motornih aksona nastaje kao i kod osjetnih živčanih vlakana, ali ovdje su funkcionalne posljedice manje poželjne. Elektromiografska analiza ukazuje na konfuziju reinervacije mišića. Oporavak voljnih pokreta bolji je u gornjim nego u donjim ekstremitetima, te kod mlađih osoba.

Najranije manifestacije oporavka funkcije nakon rastezne ozljede mijješnog živca su najčešće subjektivne (ekstremitet se osjeća »življim«). Osjet boli i dubokog pritiska vraća se prije osjeta dodira. U ovom stadiju, jaki podražaj dodira može evocirati neprijatne dizestezijske.

Znojenje i vazomotorna kontrola se vraćaju, a nakon njih diskriminacijski aspekti osjeta. Motorni oporavak se može registrirati elektromiografijom prije voljne kontrakcije, ali voljne kretnje prethode motornom odgovoru na živčanu stimulaciju. Kod neuropraksije povratak voljne kontrole i senzibiliteta prethode restauraciji živčane brzine provodljivosti.

#### *4. Principi liječenja rastezne neuropatije*

Kada klinički simptomi i elektromiografija ukazuju na neuropraksiju, treba očekivati spontani oporavak i operacijska terapija nije potrebna. Diferencijalna dijagnoza između aksonotmeze i neurotmeze je teža, osobito kad



nisu prekinuti svi snopići u živcu. U takvim slučajevima se preporuča sekundarna sutura ili kasnija rekonstrukcija živca, koju je najbolje odgoditi dok nije prošlo onoliko vremena koliko bi bilo potrebno spontanoj reinervaciji. Ako u to vrijeme nema znakova regeneracije, treba učiniti operativnu eksplozaciju.

Međutim, u svim onim slučajevima kada priroda ozljede, klinička slika i elektromiografski nalaz upotpunjen stimulacijskim metodama neurofiziološke pretrage čine dijagnozu neurotmesis sigurnom, treba indicirati ranu operativnu terapiju.

Rehabilitaciju okupacionom terapijom treba započeti što je ranije moguće. U slučajevima nezadovoljavajućeg oporavka, bit će potrebno razmotriti indikaciju nekih ortopedskih mjera, kao što je npr. transplantacija tetiva. Regionalna simpatektomija dolazi u obzir kod kauzalgije, dok je psihološki tretman od velike važnosti u svim fazama rehabilitacije.

## RASTEZNE MIOPATIJE

Osim rastezних neuropatija, moguće su i rastezne ozljede mišića.

Prilikom trakcije ekstremiteta kod fraktura ili pri kirurškoj elongaciji radi izjednačavanja dužine ekstremiteta, ponekad dolazi do ruptуре manjeg ili većeg broja mišićnih vlakana, pa i čitavog mišića, koje se obično komplicira hematomom, koji u daljem toku i sam svojom ekspanzijom oštećuje mišićna vlakna.

Rastezna ozljeda mišića može biti i sekundarna, ako je posljedica ruptуре krvne žile. U ovom slučaju oštećenje mišićnog tkiva je posljedica ishemiје i kompresije hematomom.

Iza ekstenzivne destrukcije mišićnog tkiva vaskularnim lezijama, hemoragijom, ili upalom, regenerirajuća mišićna vlakna i vezivno tkivo mogu tvoriti jedno ili više nepomičnih ugrušaka u mišićnoj suspstanciji. Za vrijeme kontrakcije postanu čvrste i ima se utisak kao da se radi o normalno kontrahiranom mišiću. Ove mase mogu imati i velike proporcije. Operacija otkriva da se radi o masi vezivnog tkiva i regenerirajućih mišićnih vlakana.

Ovaj tip ozljede može biti posljedicom relativno blagih ili umjerenih rastezних mišićnih ozljeda, a prošireni mišić ima izgled kao kod pseudohipertrofične mišićne distrofije.

## LITERATURA

1. Seddon, H. J.: Three types of nerve injury. *Brain* 66:237—288, 1943.
2. Sunderland, S.: Nerves and nerve injuries. Edinburg, E. and S. Livingstone, 1968.
3. Rowntree, T.: Anomalous innervation of the hand muscles. *J. Bone Jt Surg.* 31B: 505—510, 1949.
4. Zachary, R. B.: R. Roaf: Lesions in continuity. In: *Peripheral nerve injuries*. Med. Res. Council Special Report Services No 282, London, H. M. 57—81, 1954.

5. Medical Reserch Council: Aids to the investigation of peripheral nerve injuries. Was Memorandum No 7, London, H. M. Stationery Office, 1943.
6. Simpson, J. A.: Nerve injuries, General aspects. Handbook of clinical neurology, No 7:244—256, 1970.
7. Barnes, R.: Causalgia. In: Peripheral nerve injuries. Med. Res Council Special Report Series No 282:156—185, London H. M. Stationery Office, 1954.