Uloga neuroplastičnosti u rehabilitaciji bolesnika s ozljedom vratne kralježnice

Pleš, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:702549

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Tomislav Pleš

ULOGA NEUROPLASTIČNOSTI U REHABILITACIJI BOLESNIKA S OZLJEDOM VRATNE KRALJEŽNICE

(diplomski rad)

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Iris Zavoreo

Zagreb, veljača 2018.

ULOGA NEUROPLASTIČNOSTI U REHABILITACIJI BOLESNIKA S OZLJEDOM VRATNE KRALJEŽNICE

SAŽETAK

Spinalna ozljeda kompleksna je ozljeda koja djelomično ili potpuno ometa komunikaciju između mozga i periferije tijela, a može rezultirati promjenom normalne autonomne, motorne i senzorne funkcije. U liječenju i rehabilitaciji nakon spinalne ozljede sudjeluje multidisciplinarni tim stručnjaka koji zdravstvenu skrb provodi prema individualnim potrebama bolesnika. Nezaobilazan dio multidisciplinarnog tima je kineziterapeut koji planira i provodi zajedno s bolesnikom medicinsku rehabilitaciju. Uloga kineziterapeuta u rehabilitaciji sastavni je dio cjelokupne skrbi i uključuje vještine usmjerene prevenciji, održavanju funkcija i oporavku.

Vrlo važan segment rada kineziterapeuta kao zdravstvenog stručnjaka u procesu rehabilitacije predstavlja edukacija pacijenata i obitelji o novonastaloj situaciji te kako joj pristupiti. Tijekom rehabilitacije važno je da se bolesniku pruži mogućnost da upozna svoje tijelo u promijenjenim uvjetima funkcioniranja nakon ozljede. Cjelokupan tretman bolesnika usmjeren je na smanjivanje štetnih posljedica neurološkog oštećenja i unapređenje funkcijskih sposobnosti, povratak bolesnika u stvarni život s osjećajem korisnosti za sebe, obitelj i okolinu te održavanje fizičkog i mentalnog zdravlja bolesnika uz prevenciju komplikacija. To se postiže zahvaljujući plastičnosti središnjeg živčanog sustava. Iz tog razloga opisana je uloga silaznih puteva zaslužnih za održavanje stava tijela i tonusa. Terapeutu mora biti jasan princip kako funkcionira pokret da bi znao razlikovati normalni obrazac od patološkog, odnosno mora znati neurofiziologiju pokreta. Na temelju tih znanja radi se kineziterapijska procjena, i planira tretman. Tijekom rehabilitacije uči se pacijenta kako živjeti s nastalim deficitima u vlastitoj okolini, a za dostignuće toga cilja djelatnici multidisciplinarnog tima moraju poznavati način funkcioniranja osobe prije bolesti, obiteljsku i financijsku situaciju te zajednicu u kojoj osoba živi ili će živjeti nakon provedene rehabilitacije.

Ključne riječi: kineziterapija, rehabilitacija, spinalne ozljede, trauma, spinalni šok

THE ROLE OF NEUROPLASTICITY IN THE REHABILITATION OF CERVICAL SPINE INJURY

SUMMARY

Spinal injury is a complex injury that partially or completely disturbs connection between the cerebrum and the rest of body, and can result by changing normal autonomic, motor and sensor function. After traumatic spinal injury multidisciplinary health professionals team is included in treatment and rehabilitation that take health care according to individual needs. Unavoidable part of multidisciplinary team is kinesiotherapist who plans and leads medical rehabilitation together with patient. Role of the kinesiotherapist in rehabilitation is an integral part of general care about patient and includes skills directed to prevention, function maintaining and recovery.

Very important segment of work in kinesiotherapy in the process of rehabilitation is educating patients and their family about the possibilities after injury. During the rehabilitation very important thing is giving possibility to patient to get to know his body in altered conditions of functioning after injury. Entire rehabilitation treatmen is directed to reduce harmful neurologic damage and improve functional abilities, return in the real life with the sense of usefullness for himself, family and enviroment and maintain physical and mental health with prevention of complications It can be done with the help of plasticity of central nervous system. Because of that reason, in this graduate thesis is described role of descending paths responsible for maintaining posture and tone of the body. Kinesiotherapist must have clear principle of how movement functions in order to distinct normal pattern of pathological. Based on that knowledges, they perform kinesiotherapy evaluation and treatment plan. During the rehabilitation patient is learned how to live with appeared damage in his own enviroment, and to achieve that objective health professions must know the way person functioned before injury, family and financial situation and community where person lives or will be living after rehabilitation.

Key words: kinesiotherapy, rehabilitation, spinal injury, trauma, spinal shock

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1.Epidemiologija 2
1.2. Etiopatogeneza 2
1.3. Klasifikacija spinalnih ozljeda prema ASIA 3
1.3.1. Transekcija kao mehanizam nastanka ozljede 5
2. RAZVOJ I PODJELA SREDIŠNJEG ŽIVČANOG SUSTAVA 6
2.1. Anatomija središnjeg živčanog sustava 6
2.2. Ustroj sive i bijele tvari kralježnične moždine 7
2.3. Kliničko- anatomski sindromi kralježnične moždine 9
3. NEUROPLASTIČNOST SREDIŠNJEG ŽIVČANOG SUSTAVA 10
3.1. Razvoj teorije neuroplastičnosti 10
3.2. Fenomeni neuroplastičnosti 11
4. ULOGA SILAZNIH PUTEVA KOD ODRŽAVANJA STAVA TIJELA I TONUSA 13
4.1. Načela ustrojstva osjetnih sustava, vrste osjeta i osjetni receptori 13
4.2. Anterolateralni osjetni sustav 14
4.2.1. Kožni termorecepotri bilježe i postojanu temperaturu kože i njezine promjene 14
4.2.2. Tri glavne vrste boli 15
4.2.3. Teorija nadziranog ulaza (eng. gate control theory) 15
4.3. Sustav dorzalnih kolumni- dodir, pritisak i kinestezija 16
4.4. Spinalni šok i učinci presijecanja kralježnične moždine 18
4.4.1. Tijek oporavka refleksne ekscitabilnosti nakon presijecanja kralježnične moždine 19
4.4.2. Faze spinalnog šoka nakon presijecanja kralježnične moždine 20
4.4.3. Posljedice presijecanja kralježnične moždine pogađaju brojne fiziološke sustave 22
5. PROBLEMI AUTONOMNOG ŽIVČANOG SUSTAVA 24
5.1. Problem termoregulacije, hipotenzije i urinarne inkontinencije 25
5.1.1. Autonomni živčani sustav 25
5.1.2. Gastrointestinalni i genitourinarni sustav 26
5.1.3. Mokraćna i analna inkontinencija 27
5.1.4. Mjehur s refleksom i bez refleksa 27
6. REHABILITACIJA SPINALNIH PACIJENATA NA ODJELU 28
6.1. Neurofiziologija pokreta 28

6.2. Kineziterapijska procjena spinalnog pacijenta 29
6.3. Rehabilitacija na neurološkom odjelu 30
6.3.1. Facilitacija 33
6.4. Kvaliteta života osoba sa cervikalnom spinalnom ozljedom..... 33
6.4.1. Sport i unaprijeđenje kvalitete života osoba sa spinalnim lezijama..... 34
7. ZAKLJUČAK 38
LITERATURA..... 39

1. UVOD

Spinalna ozljeda kompleksna je ozljeda koja djelomično ili potpuno ometa komunikaciju između mozga i periferije tijela, a može rezultirati promjenom normalne autonomne, motorne i senzorne funkcije. U liječenju i rehabilitaciji nakon spinalne ozljede sudjeluje multidisciplinarni tim koji zdravstvenu skrb provodi prema individualnim potrebama bolesnika. Fizioterapeut ima vrlo važnu ulogu u timu kroz provedbu skrbi za bolesnika, sprečavanje komplikacija proizašlih iz same ozljede, te vraćanja funkcija osobe u prvobitno stanje, ali i u edukaciji bolesnika i njegove obitelji. Nezaobilazan je dio tima u liječenju i rehabilitaciji osoba sa spinalnom ozljedom.

Ozljeda cervikalnog dijela kralježnice najozbiljniji je tip ozljede koji je uglavnom rezultat traume te rezultira oduzetošću motornih i senzornih funkcija više nego ozljede ostalih razina. Svake godine takvu spinalnu ozljedu koja sa sobom nosi posljedicu paraplegije ili tetraplegije u Hrvatskoj doživi stotinjak osoba. Najčešći uzroci ozljede su prometne nesreće, sportske ozljede, radne ozljede, ozljede kao posljedica nasilja i slično. Ovaj invaliditet nastaje trenutačno i zato su problemi osoba s takvim tipom ozljeda kompleksni te se ne mogu svesti pod problem svih osoba s invaliditetom.

Ne tako davno cervikalne spinalne ozljede su nosile sa sobom kao posljedicu visok mortalitet ili težak stupanj invalidnosti s nesposobnošću samostalnog života kao i ovisnost o tuđoj pomoći. Zahvaljujući napretku u medicini, pogotovo u domeni neuroznanosti i neurofizioterapije i radu s takvim pacijentima, zabilježen je veliki doprinos produljenju i poboljšanju kvalitete života osoba sa cervikalnom spinalnom ozljedom. U cijelome svijetu znanstvenici provode istraživanja kojima je cilj omogućiti potpuni ili gotovo potpuni oporavak nakon ozljede. Danas, napredak u istraživanju matičnih stanica i regeneraciji živčanih stanica daje nadu za bolji oporavak, no ipak, za sada određeni tretmani i rehabilitacija omogućuju mnogim ljudima s takvom ozljedom da provode (djelomično) samostalan i produktivan život.

Cilj rehabilitacije svakoj osobi je potpora neovisnom življenju i autonomija osobe, služeći se holističkim pristupom u pospješenju tog cilja. Osobe s cervikalnim lezijama trebaju aktivno sudjelovati u stvaranju i razvoju rehabilitacijskih usluga. Dobra rehabilitacijska

praksa osigurava da je osoba s invaliditetom u središtu multidisciplinarnog tima, te da može uz dostupnu informaciju izabrati termin. Glavni je cilj rehabilitacije omogućiti osobama s invaliditetom život kakav bi same htjele, uz ograničenja aktivnosti proizašlih iz oštećenja zbog bolesti ili ozljede.

1.1.Epidemiologija

Globalna godišnja incidencija traumatskih spinalnih ozljeda (u koje spadaju većinom cervikalne) kreće se u rasponu od 10 do 83 novih pacijenata na milijun osoba. U literaturi se navode podaci da se tek u posljednjih 30 – ak godina bilježi redovito dulje vremensko preživljavanje osoba sa traumatskom spinalnom ozljedom bilo koje razine. Uz dulje preživljavanje, osobe koje su doživjele spinalnu ozljedu suočavaju se s izraženim problemima funkcioniranja u budućnosti, pogotovo uzimajući u obzir sekundarna stanja i komplikacije uz njihov posljedični dodatno restriktivni utjecaj na participaciju i aktivnosti dnevnog života (Rotim, 2006).

Najčešći uzrok takvih vrsta ozljeda su prometne nesreće (40%), te skokovi u plitku vodu, padovi s visine, sportske nesreće, stradavanje u nasilju ili ozljede nastale na poslu. Od svih ozlijeđenih, 52% bolesnika ima tetraplegiju, 46% paraplegiju, a 2% bolesnika ima neurološke ispade kojima se ne može odrediti razina. Većina bolesnika je u dobi od 16 – 30 godina i 80% je muškog spola (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

1.2. Etiopatogeneza

Spinalna ozljeda može po etiologiji biti traumatska i netraumatska. Mehanizam ozljede sastoji se od kombiniranih pokreta hiperfleksije ili hiperekstenzije kombinirano s rotacijom, sa ili bez luksacije kralješaka. S obzirom da se to najčešće događa u prometnim nesrećama, oslobađa se velika energija te takva direktna ozljeda dovodi do sindroma gornjeg motornog neurona koji u početku biva odgođen procesom spinalnog šoka (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012). Spinalni šok obično traje 3-4 tjedna i karakteriziran je flakcidnom paralizom, arefleksijom, te gubitkom svih osjetnih i vegetativnih funkcija ispod razine oštećenja. Nakon šoka nastupa spastičnost i pojačanje miotatskih refleksa, dok površinski refleksi i osjetne funkcije (eksterocepcija i propriocepcija) potpuno nestaju i trajno su izgubljeni (Čop, Moslavac i Džidić, 2006). Uz razvoj sindroma gornjeg motornog neurona

javlja se daljnji slijed sekundarnih spinalnih oštećenja izazvanih ishemijom, vazokonstrikcijom, depolarizacijom ostalih neurona i blokom u provođenju. Stupanj motornog i osjetnog oštećenja određuje se mjestom i težinom ozljede, te se može govoriti o kompletnoj i inkompletnoj spinalnoj ozljedi (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

1.3. Klasifikacija spinalnih ozljeda prema ASIA

Bolesnici s kompletnom, visokom traumatskom spinalnom ozljedom koja se svrstava pod ozljede gornjeg motornog neurona, imaju najlošiju prognozu za oporavak i mogućnost hoda, stoga je kineziterapijsku intervenciju potrebno započeti što ranije i usmjeriti na reedukaciju učinkovitog obavljanja aktivnosti dnevnog života i sudjelovanja u životnim situacijama iz perspektive invalidskih kolica. Važno je imati na umu visoku opasnost od pojave sekundarnih komplikacija na sustavu organa za pokretanje kod takvih osoba koje se ne mogu same pokretati ili mogu tek djelomično, kao i na ostalim organskim sustavima poput respiratornog, kardiovaskularnog, autonomnog živčanog, gastrointerstinalnog i urogenitalnog (Broz, Budisavljević, Franković i Not, 2009).

Vezano uz razinu spinalne ozljede i funkcionalnu onesposobljenost *American Spinal Injury Association* i *Impairment Scale* (ASIA) odredili su stupanj oštećenja ljestvicom potpunosti neurološkog oštećenja. Što se tiče funkcijskog kapaciteta kod bolesnika s visokom ozljedom u istom radu je Schnurrer napravila klasifikaciju osoba sa razinom lezije na cervikalnom segmentu (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

Tako su bolesnici s C1-C4 lezijom (tetraplegija) sposobni pokretati glavu i vrat u svim smjerovima, podizati ramena, dok su pokreti rukama onemogućeni su ili su parcijalno mogući u masovnom spastičnom fleksrnom obrascu. Takvi bolesnici u akutnoj fazi rehabilitacije vjerojatno trebaju 24-satnu mehaničku ventilaciju zbog djelomičnog ili potpunog gubitka inervacije dijafragme, dok je kod C4 ozljede moguće da bolesnici ne ovise o stalnoj respiratornoj podršci. S obzirom na to da su navedeni bolesnici pod stalnim rizikom egzacerbacije simptoma, potreban je 24-satni nadzor i pomoć, te su u potpunosti ovisni o tuđoj pomoći.

Bolesnici s C5 i C6 razinom lezije sposobni su izvesti aktivnu fleksiju u laktu, te ekstenziju šake i cijele ruke (djelomično ili potpuno), što im omogućava korištenje pomagala za jelo i održavanje higijene, kao i neke od aktivnosti oblačenja gornjeg ekstremiteta. Osobe nisu neovisne u regulaciji mokrenja već to izvode u intermitentnoj kateterizaciji uz pomoć osobe educirane za provođenje. Navedene sposobnosti čine veliku razliku u neovisnosti bolesnika iako se na prvi pogled čini kao neznatna razlika. Mogu koristiti invalidska kolica na ručni pogon, s pomagalima za hvat šake te ukoliko su sposobni i transfer daske za samostalni transfer iz kreveta u kolica. Također su osobe sposobne za korištenje telefona i računala što podiže njihov stupanj participacije u okolini. Ponekad se te aktivnosti izvode uz izraženije kompenzacije a rjeđe u normalnom selektivnom obrascu pokreta. Za veće udaljenosti, te vožnju po neravnom terenu, preporuka je koristiti invalidska kolica na električni pogon. Za oblačenje, izvođenje transfera, regulaciju stolice i mokrenja ovi bolesnici uglavnom trebaju asisitenciju što im treba omogućiti HZZO na način da snosi troškove za asistenta takvim osobama po četiri sata dnevno pet dana u tjednu.

Bolesnici s C7 tetraplegijom izvode samostalno ekstenziju u zglobu lakta u punom opsegu uz opterećenje, s pomagalima su neovisni u hranjenju, oblačenju, kupanju i održavanju osobne higijene, te u okretanju u krevetu, izvođenju transfera i u vožnji invalidskih kolica na ručni pogon. Muške osobe mogu biti neovisne u regulaciji mokrenja, dok bi ženama mogla biti potrebna pomoć u intermitentnoj kateterizaciji. Bolesnici mogu koristiti telefone i računala što im otvara mogućnosti za zaposlenje.

Bolesnici s C8 tetraplegijom imaju dobar hvat i funkciju šake za kompletnu samostalnost u osobnoj higijeni, vožnji invalidskih kolica na ručni pogon, te u vožnji osobnog motornog vozila adaptiranog za razinu lezije.

Klinički simptomi koje možemo naći kod takvih ozljeda su potpuna ili djelomična pareza te ispadi prema tipu centralnog oštećenja spinalne moždine. Pareza ili plegija posljedica su transverzalne kompletne ili nekompletne lezije s potpunim ili djelomičnim ispadom svih funkcija spinalne moždine distalno od razine oštećenja.

Ispadi prema tipu centralnog oštećenja manifestiraju se u početku kao mlohava a kasnije spastična slabost voljno inerviranog mišićja, oštećenje osjeta boli i temperature uz dobro ili djelomično održan osjet dodira i duboki osjet, a postoje i smetnje mokrenja. Često se

kod takve vrste bolesnika pojavljuju izrazite parestezije šaka i ruku. Uzrokuju ih oštećenja stražnjih rogova.

Kao moguće komplikacije koje prate takve kliničke slike izdvajamo edem spinalne moždine (*restitutio at integrum)*, hematomijeliju, mijelomalaciju i hematome nastale uslijed traume (epiduralni,subduralni,intramedularni) (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

1.3.1. Transekcija kao mehanizam nastanka ozljede

Transekcija je cjelovita poprečna spinalna lezija koja dovodi do potpunog gubitka motorike i osjeta distalno od razine ozljede, kao i voljne kontrole nad mokrenjem i defekacijom. Ukoliko takva ozljeda bude na nivou torakalno- lumbalne razine moždine nastat će paraplegija, a ukoliko bude u vratnom dijelu moždine rezultirati će kvadriplegijom. Kod tetraplegičnog bolesnika izvan funkcije je i interkostalna muskulatura te je disanje nedostatno, jer bolesnik diše samo dijafragmalno (n. phrenicus – C4).

Karakteristike kompletne lezije su gubitak bilo kakve voljne kretnje ispod razine ozljede, gubitak osjeta za sve kvalitete, ispad vegetativnih funkcija. Visoka lezija moždine od C3 ili više, dovodi do bulbo-cervikalne disocijacije, često je rezultirana pulmonalnim i/ili kardijalnim arestom i smrću. Bolesnici su ovisni o respiratoru. Inkompletna ili djelomična lezija moždine podrazumijeva postojanje djelomične motoričke funkcije ili senzibiliteta, minimalno tri segmenta kaudalnije od nivoa lezije. Znaci inkompletne lezije su prisutnost minimalne voljne mišićne aktivnosti, prisutnost osjeta oko anusa, voljna kontrakcija rektalnog sfinktera (Schnurrer- Luke- Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

2. RAZVOJ I PODJELA SREDIŠNJEG ŽIVČANOG SUSTAVA

2.1. Anatomija središnjeg živčanog sustava

Cijeli živčani sustav (*systema nervosum*) ima dva temeljna dijela: periferfni živčani sustav (PŽS- *systema nervosum peripheric*um) i središnji živčani sustav (SŽS- *systema nervosum centrale*). Periferni živčani sustav sastoji se od živčevlja i manjih nakupina živčanih stanica (neurona) tj. ganglija.

Središnji živčani sustav sastoji se od živčanog tkiva što je od ostatka tijela odvojeno čvrstim koštanima oklopom koji ima dva glavna dijela- lubanju (*cranium*) i kralježnicu (*columna vertebralis*). Stoga i središnji živčani sustav ima dva temeljna dijela: mozak (*encephalon*) i kralježničnu moždinu (*medulla spinalis*) što ispunjava šupljinu kralježničnog kanala (*canalis vertebralis*). Ta dva dijela središnjeg živčanog sustava dijeli veliki lubanjski otvor (*foramen magnum*).

Kralježničnu moždinu s perifernim živčanim sustavom (tj. ostatkom tijela) izravno povezuje 31 par moždinskih živaca (*nervi spinales*), dok mozak s perifernim živčanim sustavom izravno povezuje 12 parnih moždanih živaca (*nervi craniales*), a neizravno obilne neuronske veze (silazni i uzlazni moždani putevi, objašnjeni dalje u tekstu) s kralježničnom moždinom. Moždinski živci prolaze kroz otvore između kralježaka (*foramina intervertebralia*), a moždani živci prolaze kroz otvore smještene na bazi lubanje. Popratna pojava uspravnog stava čovjeka je pregibanje neuralne osi u području prijelaza kralježnične moždine u mozak.

Mozak se sastoji od tri temeljna dijela:

1) moždanog debla (*truncus encephalicus*),
2) malog mozga (*cerebellum*),
3) velikog mozga (*cerebrum*).

Moždano deblo ima tri glavna dijela: produženu moždinu (*medulla oblongata*), most (*pons*) i srednji mozak (*mesencephalon*). I u velikom mozgu lako se uočavaju dva glavna dijela: međumozak (*diencephalon*) u središnjem položaju kao izravni nastavak moždanog debla i krajnji mozak (*telencephalon*) što oblikuje dvije moždane polutke (*hemisphaeria cerebri*).

Sva tri dijela sastoje se od sive tvari (*substantia grisea*) i bijele tvari (*substantia alba*). Siva tvar poput kore (*cortex*) prekriva površinu velikog i malog mozda, a bijela tvar je u dubini. U području moždanog debla siva i bijela tvar izmješane su (negdje je na površini siva, a negdje bijela tvar), dok je u kralježničkoj moždini siva tvar isključivo u dubini, a cijelu površinu oblikuje bijela tvar.

Površine velikog i malog mozga su nabrane, a pojedine ispupčene dijelove površine razdvajaju plitki žlijeboiv (*sulci*) i dublje pukotine (*fissurae*). Žljebovi razdvajaju vijuge (*gyri*) velikog i malog mozga, dok pukotine razdvajaju režnjeve (lobi) i režnjiće (lobuli) velikog i malog mozga.

U mozgu postoji i sustav unutarnjih šupljina povezanih uskim kanalima. Riječ je o sustavu sastavljanom od četiri moždane komore (*ventriculi cerebri*), ispunjene cerebrospinalnom tekućinom (likvorom). Prva i druga smještene su u dubini moždanih polutku (to su lateralne moždane komore- *ventriculi laterales cerebri*). Treća komora (*ventriculus tertius*) je uska pukotina što razdvaja lijevi i desni međumozak. Četvrta moždana komora (*ventriculus quartus*) je šupljina između malog mozga i moždanog debla. Kroz srednji mozak prolazi uski ″vodovod″ (*aquaeductus mesencephali*) što treću komoru povezuje s četvrtom, a prema kaudalno četvrta komora se nastavlja u usku središnji kanal (*canalis centralis*) kralježnične moždine (Judaš i Kostović, 1997; Guyton, 1995).

2.2. Ustroj sive i bijele tvari kralježnične moždine

Kralježnična moždina (*medulla spinalis*) je spinalni dio središnjeg živčanog sustava, smješten u vertebralnom kanalu (*canalis vertebralis*), a u odraslog čovjeka seže od razine velikog lubanjskog otvora (*foramen magnum*) tj. od gornjeg ruba prvog vratnog kralješka (*atlas*) do razine drugog slabinskog kralješka (L2).

Na svom kranijalnom kraju, kralježnična moždina izravno se nastavlja u produljenu moždinu. Na razini lubanjskog otvora, granicu produljene i kralježnične moždine naznačuju najgornja korjenska vlakna (*fila radicularia*) prvog vratnog živca (*nervus suboccipitalis*) i donji kraj križanja piramida (*decussatio pyramidum*). Viši ljudi imaju dulju kralježničnu moždinu, no njezina prosječna duljina je u muškaraca 45cm, a u žena 40-42 cm.

Kralježnična moždina je zapravo tkivni stup nejednolike debljine, spljošten u dorzoventralnom smjeru i prošupljen uskim središnjim kanalom (*canalis centralis*). Taj stup ima dva jasno uočljiva podebljanja: vratno (*intumescentia cervical*is) i slabinsko-križno (*intumescentia lumbosacralis*). S vratnim podebljanjem povezani su spletovi živaca što inerviraju vrata dok je područje zdjelice i nogu (*plexus lumbosacralis*) povezan s križno-slabinskim podebljanjem. Kaudalni kraj kralježnične moždine pri kraju se sužava u moždinski čunj (*conus medullaris*), a vrh tog čunja se izdulji u završno vlakno (*filum terminale*). Završno vlakno leži slobodno u subarahnoidnom prostoru (*cavitas subarachnoidealis*) okruženo spinalnim korjenovima što oblikuju ″konjski rep″(*cauda equina*).

Duboka pukotina (*fissura mediana ventralis*) na ventralnoj i nešto plići žlijeb (*sulcus medianus dorsalis*) na sredini dorzalne strane dijele kralježničnu moždinu u dvije simentrične polovice. Od dva dorzalnog žlijeba, u tkivo moždine seže središnja dorzalna pregrada (*septum medianum dorsale*). Na svakoj strani moždine, sulcus dorsolateralis označava mjesto ulaza dorzalnih korjenova (*radices dorsales*), a sulcus ventrolateralis označava mjesto izlaza ventralnih korjenova (*radices ventrales*). U svakoj polovici moždine, ta dva središnja i dva bočna žlijeba ograničuju tri blago izbočena snopa bijele tvari- funiculu medullae spinalis.

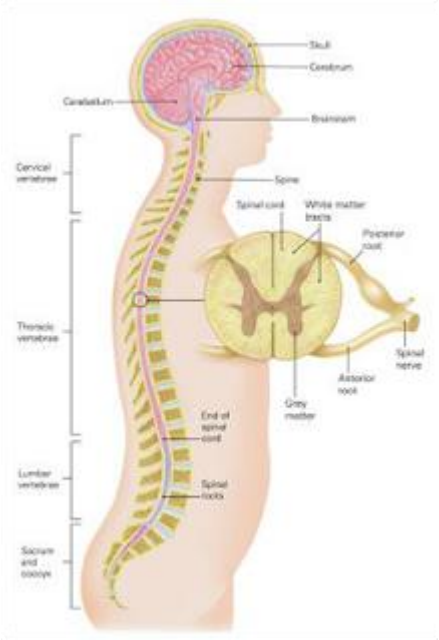
Fissura mediana ventralis i sulcus ventrolateralis omeđuju ventralni snop (*funiculus ventralis*), bočni snop (*funiculus lateralis*) smješten između ventrolateralnog i dorzolateralnog žlijeba, a dorzalni snop (*funiculus dorsalis*) smješten je između dorzolateralnog i dorzalnog srednjocrtnog žlijeba

Siva tvar kralježnične moždine (*substantia grisea medullea spinalis*) smještena je oko središnjeg kanala (*canalis centralis*) i na poprečnom presjeku ima oblik slova H. Nju čine ventralni stup sive tvari (*columna ventralis*), što na poprečnom presjeku oblikuje ventralni rog (*cornu ventrale*), te dorzalni stup sive tvari (*columna dorsalis*), što na poprečnom presjeku oblikuje dorzalni rog (*cornu dorsale*). Dio sive tvari što povezuje lijeve s desnim stupovima tj. rogovima je substantia grisea intermedia. Tanki prsten sive tvari, smješten malo ispod ependima središnjeg kanala, hladetinastog je izgleda na neurohistološkim preparatima, pa za taj dio sive tvari rabimo naziv substantia gelatinosa centralis. Nadalje, takni ventralni snop bijele tvari (*commissura alba centralis*) spaja lijevu s desnom polovicom kralježnične moždine.

Bijela tvar kralježnične moždine (*substantia alba medullae spinalis*) posve okružuje sivu tvar. Dijelimo ju u tri debela snopa: funiculus ventralis, funiculus lateralis i funiculus

dorsalis. Bijela komisura (*commissura alba*) spaja lijevi ventralni snop s desnim. Dakle, ventralni i bočni snop su zapravo stopljeni u jedinstvenu masu bijele tvari, pa stoga često govorimo o ventrolateralnom snopu (*funiculus ventrolateralis*).

Poprečni presjek kralježnične moždine najveću površinu ima u području cervikalne intumescencije (podebljanja), a najmanju u torakalnom dijelu. Bijela tvar najrazvijenija je u



Slika 1 Podjela sive i bijele tvari kralježnične moždine

Izvor:https://www.slideserve.com/fadhila/le-na-mo-dina-i-periferni-ivcani-sustav

gornjim cervikalnim odsječcima, jer su tu skupljeni svi uzlazni i silazni putevi. Naime, količina uzlaznih aksona sve je veća prema kranijalno, a količina silaznih aksona sve je manja prema kaudalno. Siva tvar je najmoćnije razvijena u podebljanjima, a najslabije u torakalnim odsječcima. U cervikalnom podebljanju jako su razvijeni ventralni rogovi, a dorzalni rogovi su vlo tanki. U gornjim cervikalnim odsječcima (C1-C4) su i ventralni rogovi stanjeni i usmjereni gotovo sagitalno (Kahle i Frotscher, 2011).

2.3. Kliničko- anatomski sindromi kralježnične moždine

Neke bolesti odabirno pogađaju samo donji motoneuron, samo gornji motoneuron ili i gornji i donji motoneuron.

Djelomično ili potpuno presijecanje kralježnične moždine uzrokuje različite kliničke sindrome. Ozljede, tumori, tromboze ili embolije krvnih žila te multipla skleroza primjeri su patoloških procesa što mogu djelomično ili potpuno prekinuti kralježničnu moždinu na određenoj razini. Potpuno presijecanje kralježnične moždine uzrokuje, ovisno o razini ozljede, mišićne kljenuti- paraplegiju ili tetraplegiju, te gubitak osjeta i nekih autonomnih funkcija. U dijelu tijela kojeg inervira dio kralježnične moždine smješten kaudalno od razine ozljede, uoče se sljedeće promjene: a) kljenut svih voljnih pokreta, uz znak ozljede gornjeg motoneurona, b) gubitak osjeta, c) gubitak voljnog nadzora nad pražnjenjem crijeva i mokraćnog mjehura (i dalje je moguće refleksno pražnjenje crijeva i mjehura), d) prestanak znojenja (*anhydrosis*) i gubitak tonusa krvnih žila (vazomotornog tonusa), e) kljenut voljnog i automatskog disanja (iako je presječen kranijalni dio vratnog dijela kralježnične moždine).

Presijecanje ili razaranje ventrolateralne četvrtine vratnog dijela kralježnične moždine uzrokuje sljedeće poremećaje: kljenut automatskih pokreta disanja i smanjenu osjetljivost na ugljični dioksid, gubitak voljnog nadzora nad pražnjenjem crijeva i mokraćnog mjehura (uz očuvano refleksno pražnjenje crijeva i mjehura), gubitak poriva za mokrenjem, prestanak znojenja, sniženje krvnog tlaka i gubitak osjeta boli i temperature. No, takav bolesnik i dalje može voljno pokretati skeletne mišiće i očuvane su druge vrste osjeta.

Presijecanje ventralne 2/3 kralježične moždine uglavnom je posljedica začepljenja ventralne spinalne arterije (i posljedično infarkta tog dijela moždine). U bolesnika uočavamo kljenut voljnih pokreta te sve druge promjene navedene u prethodnom odlomku o posljedicama ozljede ventrolateralnog kvadranta.

3. NEUROPLASTIČNOST SREDIŠNJEG ŽIVČANOG SUSTAVA

3.1. Razvoj teorije neuroplastičnosti

Američki psiholog i filozof Wiliam James, 1890. godine predstavio je prvu teoriju neuroplastičnosti, u svojoj knjizi „Principi psihologije“. Njegova teorija je bila prva koja je govorila o sposobnosti reorganizacije ljudskog mozga.

Utemeljit moderne neuroznanosti, Santiago Ramon y Cajal proučavao je promjene koje se odvijaju u perifernom živčanom sustavu, gdje je primijetio regenerativne procese spinalnih živaca. Cajal je odlučio proučavati i izmjene u središnjem živčanom sustavu. Primijetio je

kolateralne neoformacije proučavajući moždanu koru. Uvidjevši da se radi o nepatološkim promjena u strukturama mozga Cajal za te promjene koristi pojam „neurološki plasticitet“. Prvi dokumentirani spomen neuroplastičnosti dao je poljski neuropsiholog Jerzy Konorski koji je 1948. godine iznio teoriju da neuroni koji su zbog blizine aktivirani okidajućim neuronima mogu s vremenom potaknuti plastične promjene u mozgu. Od 1940. godine istraživači su se vodili po teoriji Donalda Hebba koji je rekao da neuroni koji se „pale“ istovremeno, i povezuju se istovremeno (Brown, Zhao i Leung, 2009).

Svi istraživači koji su proučavali izmjene u strukturama mozga nailazili su na poteškoće prihvaćanja izlaganja svojih istraživanja. Neuropatolozi su još uvijek čvrsto vjerovali u postojanje stalnog broja neurona u mozgu, koji ne može biti nadomješten kada stanice umru.

Tek polovicom 20.st. Golinni (1981) je pojasnio stalnu promjenjivost i prilagodljivost središnjeg živčanog sustava kao rezultat međudjelovanja nasljednih i kulturoloških čimbenika. Njegovo pojašnjenje je poslužilo znanstvenicima da i dalje istražuju i razjasne sposobnost središnjeg živčanog sustava da iskusi strukturalne i funkcionalne promjene uzrokovane endogenim i egzogenim utjecajima, koji se mogu dogoditi bilo kada tijekom života pojedinca, a ne samo do treće godine života. Mozak se stoga oblikuje uz pomoć osjetilnih doživljaja koje periferni živci prenose mozgu, vještina koje razvijamo, znanja koje prikupljamo, obrazaca koje stvaraju naše misli i naša pozornost. Sve to ostavlja trag. Učenje o nepromjenljivosti odraslog mozga, o gubitku neuroplastičnosti sa završetkom djetinjstva imalo je značajne posljedice u neurorehabilitaciji ili u kognitivnoj rehabilitaciji. Neuroplastičnost se odvija u kori mozga, talamokortikalnim živcima i osjetnim jezgrama kralježnične moždine.

3.2. Fenomeni neuroplastičnosti

Tri fenomena neuroplastičnosti, koja se javljaju nakon oštećenja središnjeg živčanog sustava, identificirali su Bishop i Kidd te u svojim radovima naveli fenomene sada poznate pod pojmovima denervacijska supersenzitivnost, nicanje i otkrivanje latentnih sinapsi (Grozdek- Čovčić i Maček, 2011).

Denervacijska supersenzitivnost rezultira trajnim povećanjem neuralne sposobnosti za reakciju na sinaptičku aktivnost niskog intenziteta. Može doći do povećanja broja receptora ili

do toga da mjesto receptora postane osjetljivije na neurotransmiter. Stoga se navodi kao jedan od mogućih čimbenika u reorganizaciji središnjeg živčanog sustava (Grozdek- Čovčić i Maček, 2011). Fenomen denervacijske supersenzitivnosti objašnjava pojavu spazma nakon oštećenja središnjeg živčanog sustava, koje dovodi do gubitka presinaptičke ili poststinaptičke inhibicijske kontrole. Oblici fenomena denervacijske supersenzibilnosti koji se navode u literaturi su devijacijski i nedevijacijski tip.

Devijacijski tip je oblik prilikom kojeg dolazi do presinaptičkog gubitka postojećeg mehanizma za neurotransmiterske supstance. Do pojave gubitka presinaptičke inhibicijske kontrole dolazi zbog pretjeranog stvaranja transmiterske supstance u sinaptičkoj pukotini, što dovodi do pojačanog odgovora na podražaj. Također, može doći i do gubitka presinaptičke facilitacijske kontrole te je tada odgovor na podražaj veoma smanjen ili u potpunosti izostaje. Presinaptička inhibicija odgovorna je za smanjenje neurotransmitera oslobođenog egzocitozom iz aksonskog završetka, a presinaptička facilitacija pojačava oslobađanje istog.

Nedevijacijski tip se navodi kao postsinaptički fenomen, a rezultat je pojačane senzitivnosti receptora uzrokovane sniženim pragom podražaja receptora. Postsinaptička inhibicija hiperpolarizira membranu i smanjuje vjerojatnost nastanka akcijskog potencijala, dok postsinaptička ekscitacija djeluje suprotno. Stoga, gubitak jednog ili drugog mehanizma izaziva primjerenu reakciju (Grozdek- Čovčić i Maček, 2011).

Otkrivanje latentnih sinapsi je pojava koja se može javiti nakon oštećenja središnjeg živčanog sustava te dovodi do stvaranja novih puteva i iskorištavanja postojećih sinapsi. Tih već postojećih sinapsi ima preko tisuću trilijuna u mozgu, no nisu uvijek sve iskorištene. Sinaptički putevi mogu biti nepromijenjeni zbog neupotrebe čime im se mijenja i uloga. Povećanje ili smanjenje aktivnosti sinaptičkih puteva uslijed lezije ovisi o količini i vrsti informacija koje primaju. Prilikom toga javlja se mogućnost provođenja periferne facilitacijske funkcije koristeći pri tom različite fizioterapeutske tehnike i koncepte (5). Nicanje se navodi kao fenomen rasta iz staničnog tijela do druge stanice. Kolateralni izdanci su novi aksonalni procesi koji su proklijali iz jednog neoštećenog aksona, a koji su izrasli u ispražnjeno sinaptičko mjesto. Primjer fenomena nicanja pojavljuje se kod uspostavljanja međusobnih veza među stanicama radi sprječavanja odumiranja onih koje su izgubile postojeće veze. Prilikom nicanja dolazi do povezivanja sinaptičkih veza te uspostave novih funkcionalnih puteva u okolini oštećenja (Grozdek- Čovčić i Maček, 2011).

4. ULOGA SILAZNIH PUTEVA KOD ODRŽAVANJA STAVA TIJELA I TONUSA

Moždana kora posredstvom kortikospinalnog puta izravno modulira aktivnost motoneurona i refleksnih krugova te omogućuje voljne pokrete. Silazni motorički putevi što polaze iz moždanog debla djeluju kao posrednici preko kojih na spinalne mehanizme utječu moždana kora, mali mozak i vestibularni sustav. No, ulogu tih puteva treba razmotriti tek nakon upoznavanja spinalnog šoka, tj. stanja u kojem spinalne motoričke mehanizme moduliraju jedino periferne osjetne informacije (Judaš i Kostović, 1997).

4.1. Načela ustrojstva osjetnih sustava, vrste osjeta i osjetni receptori

Naši osjetilni opažaji, tj. svjesni osjeti (percepcije) se bitno razlikuju od fizičkih svojstava vanjskih podražaja. Primjerice, što je u svijetu tek elektromagnetski val određene frekvencije i valne duljine, za nas je određena boja, neke oblike mehaničkog titranja doživljavamo kao glas ili muzički ton, a neke kemijske spojeve otopljene u vodi ili raspršene u zraku osjećamo kao okuse i mirise. Svi ti osjetilni opažaji su mentalne konstrukcije što ih središnji živčani sustav živih bića stvara na temelju osjetilnog iskustva, a ono nastaje izvlačenjem odabranih i malobrojnih informacija iz fizičkih podražaja. Iako su naše percepcije veličine, oblika i boje predmeta različite od slika što nastaju na našim mrežnicama, te percepcije po svemu sudeći dobro odgovaraju stvarnim fizičkim svojstvima predmeta. Pojedinosti osjetnih mehanizama se razlikuju u različitim osjetnim sustavima. No, tri zbivanja su zajedničko obilježje svih osjetnih procesa: 1) pojava odgovarajućeg fizičkog podražaja, 2) skup procesa što informaciju sadržanu u fizičkom podražaju pretvaraju u informaciju kodiranu živčanim signalima, 3) pojava specifičnog odgovora organizma na tu poruku, često u obliku svjesnog opažanja (percepcije) (Judaš i Kostović, 1997).

Spoznavanje tog slijeda zbivanja samo je po sebi uputilo na dva temeljna načina analize osjeta i osjetnih sustava, iz kojih su se razvile psihofizika i fiziologija osjeta. Fiziologija osjeta istražuje neuralne posljedice podražaja, tj. način pretvaranja podražaja u živčane signale i mehanizme daljnje obrade tih signala u mozgu. Ključna svojstva percepcije možemo upoznati proučavajući različite osjetne receptore i podražaje na koje ti receptori odgovaraju, te glavne osjetne puteve što prenose informacije od receptora do moždane kore. Tako upoznajemo načine i mehanizme kojima različiti podražaji specifično mijenjaju aktivnost mozga i dovode do nastanka osjetilnog iskustva (Judaš i Kostović, 1997; Brinar, 2009).

4.2. Anterolateralni osjetni sustav

4.2.1. Kožni termorecepotri bilježe i postojanu temperaturu kože i njezine promjene

Termoreceptori su osjetni receptori što omogućuju svjesni osjet topline i hladnoće (periferni kožni termoreceptori), ali sudjeluju i u regulaciji tjelesne temperature i nekim funkcijama autonomnog živčanog sustava.

Promjene kožne temperature (hlađenje ili zagrijavanje kože) podražuju specifične kožne termoreceptore, što na te podražaje odgovaraju i statički i dinamički. Već male promjene temperature mogu biti dovoljne da se prijeđe prag podražaja. Svi kožni termoreceptori su slobodni živčani završeci A delta ili C vlakana. Završno razgranjenje svakog takvog vlakna prodire u dermis i oblikuje malo okruglo receptivno polje. Nadalje, dvije zasebne skupine kožnih termoreceptora bilježe promjene kožne temperature.

a) Termoreceptori za hladno (″hladna termoreceptivna A delta vlakna, brzine vođenja 5-15m/ sec) maksimalno su aktivirani pri kožnim temperaturama nižim od normalne površinske kožne temperature (35°), tj. pri kožnim temperaturama od 25-27°C. Zagrijavanjem kože se aktivnost tih termoreceptora smanjuje (Kahle i Frotscher, 2011).
b) Termoreceptori za toplo (″topla″termoreceptivna C-vlakna niskog praga i brzine vođenja manje od 2 m/sec) počinju se aktivirati kad kožna temperatura postaje viša od 30°C, a najjače su aktivirani kad se kožna temperatura poveća na 39-40°C. Hlađenjem kože dolazi do inaktivacije toplih vlakana (Kahle i Frotscher, 2011).

Pri temperaturama kože u rasponu 30-35°C su podjednako (ali ne maksimalno) aktivna i hladna i topla termoreceptivna vlakna.

Aktivnost termoreceptora ima statičku komponentu (kad pri konstantnoj kožnoj temperaturi dugoročno odašilju akcijske potencijale i time nam omogućuju opći osjet okolne temperature) ali i dinamičku komponentu (kad signaliziraju bilo opće bilo lokalne promjene kožne temperature). Na promjene temperature, termoreceptori odgovaraju prolaznim povećanjem ili smanjenjem aktivnosti. Kinetika te dinamičke faze je jednostavna- toplinski osjet je stupnjevana funkcija i veličine i brzine toplinskog podražaja (Kahle i Frotscher, 2011; Brinar, 2009).

4.2.2. Tri glavne vrste boli

Ljudi opisuju bol raznoliki riječima, no većina se slaže da postoje bar tri glavne vrste boli:

1) Oštra, štipajuća ili ubodno- sijekuća bol, točno je lokalizirana i brzo prolazi. Stoga tu vrstu boli obično nazivamo prvom ili brzom boli. Takav osjet boli prenose A-delta vlakna.
2) Žareća, pekuća bol u svijest prodire nešto sporije (u odnosu na početak podražaja) i slabije je lokalizirana, ali je mnogo dugotrajnija. To je bol koju teško trpimo, a lako izaziva srčano-krvožilne i disajne reflekse (npr. ubrzanje pulsa, ubrzanje i dublje disanje). Tu vrstu boli obično nazivamo drugom ili sporom boli. Takav osjet prenose C-vlakna.
3) Duboka probadajuće- žareće- sijevajuća, tupa i difuzna bol iz utrobnih organa i dubokih potkožnih tkiva, mišića i zglobova obično ukazuje na bolesti i poremećaje unutarnjih organa i vitalnih funkcija. Nju je najteže točno odrediti, već i zbog toga što je visceralna bol često odražena na udaljeno mjesto tjelesne površine (Judaš i Kostović, 1997).

4.2.3. Teorija nadziranog ulaza (eng. gate control theory)

Prijenos osjeta boli može se modulirati promjenom ravnoteže aktivnosti između nociceptivnih i drugih ulaznih osjetnih informacija na razini dorzalnog roga kralježnične moždine. Prema teoriji nadziranog ulaza, za modulaciju prijenosa osjeta boli bitne su interakcije četiri skupine neurona, tj. aferentnih vlakana:1) C-vlakana, 2) A- vlakana što nisu nocicepcijska, 3) sekundarnih osjetnih (projekcijskih neurona dorzalnog roga, 4) inhibicijskih interneurona dorzalnog roga.

Neurotransmiter inhibicijskog interneurona je endogeni neuropeptid encefalin. Taj neuron je spontano aktivan i normalno inhibira projekcijski sekundarni osjetni neuron, pa time prigušuje intenzitet osjeta bola (djeluje kao svojevrsni endogeni analgetik). A-vlakna ekscitiraju, a C- vlakna inhibiraju interneuron. Stoga nocicepcijska C-vlakna djeluju na projekcijski neuron i izravno i neizravno (preko inhibicijskog interneurona), a u oba slučaja pojačaju prijenos, tj. intenzitet osjeta boli. U prvom slučaju ekscitiraju projekcijski neuron, a u drugom slučaju inhibiraju inhibicijski neuron i time disinhibiraju (faclitiraju) projekcijski

neuron. S druge strane, kako A-alfa i A-beta vlakna ekscitiraju inhibicijski interneuron (pa se time pojača inhibicija projekcijskog neurona), kad su aktivirani mehanoreceptori niskog praga, smanjena je aktivnost projekcijskog sekundarnog neurona i time oslabljena/ ublažena percepcija bolnih podražaja. To znači da aktivacijom mehanoreceptora (istodobno dok su aktivni nociceptori) možemo aktivirati inhibicijski interneuron i time smanjiti aktivnost projekcijskog neurona. U tom modelu, interneuron djeluje poput vrata za protok informacija, stoga je riječ o teoriji nadziranog ulaza. Ta teorija uvela je novo shvaćanje da percepcija bolnih podražaja ovisi o razini aktivnosti i nocicepcijskih i ostalih kožnih aferentnih vlakana. No, aktivnost segmentne neuronske mreže za prijenos osjeta boli također je podložna utjecaju silaznih puteva iz moždanog debla (Judaš i Kostović, 1997; Kahle i Frotscher 2011).

4.3. Sustav dorzalnih kolumni- dodir, pritisak i kinestezija

Mehaničko podraživanje kože uzrokuje različite oblike svjesnog osjeta, a mehanoreceptore razvrstavamo na temelju njihove sposobnosti da signaliziraju brzinu, jačinu i usmjerenost podražaja.

Mehaničko podraživanje kože uzrokuje različite oblike svjesnog osjeta od blagog škakljanja do neizdrživo bolnog pritiska. Primjereni podražaj za osjet dodira ili pritiska je mehanička deformacija kože, tj. promjena oblika dijela kože ili razlika tlakova u dva susjedna dijela kože. Ravnomjerno raspodijeljen tlak ili kontinuirane gradacije tlaka ne uzrokuju deformacije kože, pa stoga nisu primjeren mehanički podražaj. Općenito, za organizam su bitni podražaji diskonuiteti, a ne njihove kontiuirane gradacije.

Općenito, razlikujemo tri skupine parametara za definiranje podražaja:

1) Parametre okomite dimenzije, tj. one što djeluju u smjeru okomitom na ravninu kože, a to su: a) stupanj udubljenosti kože, tj, stupanj tlaka (pritiska) u danom trenutku i b) usmjerenost (udubljivanje kože ili vraćanje u početni položaj) i brzina promjene tlaka. Tlak je sila po jedinici površine, pa je intenzitet podražaja (tlak kojim stimulator pritišće kožu) složena funkcija sljedećih varijabli: točke podraživanja, stupnja udubljenosti kože, trajanja podražaja, te usmjerenosti i brzine promjene tlaka.

2) Parametre vodoravne dimenzije, tj. one što djeluju u smjeru usporednom s receptornom površinom kože. To su: a) položaj stimulatora na površini kože, b) veličina i konfiguracija dodirne površine stimulatora, c) obris udubljenog dijela kože.
3) Vremenske parametre, koji određuju trajanje i obrazac bilo kojih fluktuacija podražaja.

Fazni mehanoreceptori reagiraju samo na promjenu položaja kože (ili dlake), ali ne i na novonastalo stanje. Dok kožu udubljujemo ili istežemo, fazni mehanoreceptori su pojačano aktivni, no kad koža neko vrijeme ostaje postojano udubljena ili istegnuta, ti receptori prestanu reagirati. Nadalje, fazni mehanoreceptori nisu osjetljivi na usmjerenost podražaja i podjednako dobro odgovaraju i na pomake od mirujućeg položaja i na pomake kože (ili dlake) natrag prema mirujućem položaju. Pored toga, fazni receptori vrlo su osjetljiviji na visokofrekventne (vibracijske) položaje.

Ukratko, mehanoreceptore razvrstavamo na temelju njihove sposobnosti da signaliziraju brzinu, intenzitet i usmjerenost mehaničkog podražaja kože, dlake ili potkožnog tkiva.

Kožni mehanoreceptori mogu biti slobodni živčani završeci (mehanoreceptivna A- delta vlakna) ili učahureni završeci (Paccinijeva, Meissnerova, Krauseova i Ruffinijeva tjelešca). Treću skupinu čine receptori što nisu stvarno učahureni, ali su svejedno vezani uz posebne tvorbe. To su receptori oko folikula dlake te Merkelove pločice (nakupine posebnih epiteloidnih Merkelovih stanica). Mehanoreceptore obično prema njihovom smještaju dijelimo u površinske (kožne) te dubinske (potkožne- mišićne, tetivne i zglobne). Prema fiziološkim obilježjima dijelimo ih u brzoadaptirajuće (RA) i sporoadaptirajuće (SA) mehanoreceptore. Neki vole SA- receptore nazivati detektorima položaja, a RA- receptore detektorima brzine i detektorima privremenosti, tj. ubrzanja. Naime, SA- receptori reagiraju samo na pomicanje djelića kože po okomici (udubljivanje kože bez bočnih pomaka, potezanja ili guranja u stranu- stoga detektori položaja), dok RA- receptori reagiraju ili na brzinu pomicanja kože (ali ne i na sam pomak- kad se pomak dovrši, receptor prestaje biti aktivan) ili pak na ubrzanje pomicanja, tj. na trzaj djelića kože. Zbog jednostavnosti, u daljnjem tekstu govorimo o SA i RA mehanoreceptorima, a za one što imaju prepoznatljivu morfologiju rabimo i njihove poznate histološke nazive (npr. Pacinijeva ili Meissnerove tjelešca). Napokon, dlakava i bezdlaka koža (jagodice prstiju, dlanovi, tabani , usne) nemaju posve jednake mehanoreceptore (Judaš i Kostović, 1997).

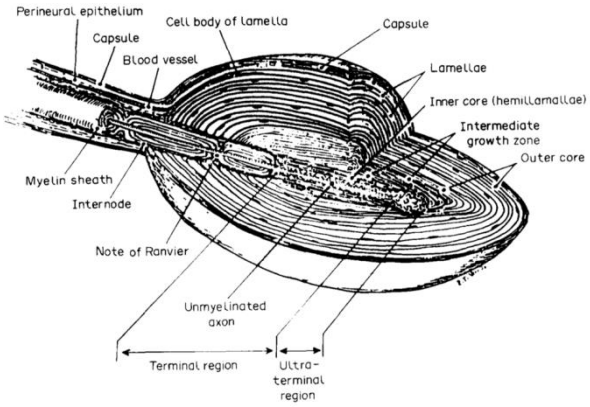


FIG. 4. A PC (top) as seen, *in vitro*, under low-power (magnification, 80 ×) and a schematic representation (bottom) illustrating the principal components of its structure. The orientation of the PCs are the same, with the myelinated axon innervating the capsule structure from the left. Schematic representation courtesy of R. T. Verrillo.

Slika 2 Paccinijeva tjelešca

Izvor: https://es.wikipedia.org/wiki/Corp%C3%BAsculos_de_Pacini

4.4. Spinalni šok i učinci presijecanja kralježnične moždine

Nakon potpunog presijecanja kralježnične moždine, odmah se uočavaju dvije trajne i jedna privremena posljedica: 1) trajno se gube svi voljni pokreti mišića što ih inerviraju spinalni motoneuroni smješteni kaudalno od mjesta ozljede (u preostalom, izoliranom dijelu kralježnice), 2) u istim dijelovima tijela trajno se gubi sav osjet (što se prema mozgu prenosi uzlaznim putevima kralježnične moždine), 3) privremeno zamiru spinalni refleksi- to stanje je areflexia, no mnogo češći naziv je spinalni šok.

Spinalni šok je privremeno stanje smanjene sinaptičke ekscitabilnosti neurona smještenih u izoliranom, kaudalnom dijelu kralježnične moždine. Koliko će to stanje spinalnog šoka biti teško i koliko će dugo trajati, mnogo ovisi o stupnju encefalizacije (viši stupanj encefalizacije znači da moždana kora ima veću ulogu u nadzoru nad spinalnim mehanizmima). Primjerice, spinalni šok kod žabe traje tek nekoliko minuta (obično samo jednu minutu), kod mačke i psa traje satima, kod majmuna tjednima, a kod čovjekolikih majmuna i ljudi tijek postupnog oporavka refleksne ekscitabilnosti može se protegnuti kroz mnoge mjesece. Zbog čega se naglo smanji ekscitabilnost spinalnih neurona i nastupi spinalni šok? Dendriti spinalnih neurona su pokriveni brojnim sinapsama, a velik dio tih sinapsi potječe od aksona što u kralježničnu moždinu silaze iz viših moždanih područja. Većina tih silaznih aksona trajno subliminalno depolarizira spinalne neurone i tako ih održava u stanju prilično visoke ekscitabilnosti. No, kad se ti aksoni naglo prekinu, preostale sinapse primarnih aferentnih vlakana ne mogu spriječiti nagli pad ekscitabilnosti. Duljina trajanja spinalnog šoka upravo i

ovisi o omjeru broja sinapsi što ih prave aferentni askoni i silazni aksoni. Očigledno, u žabe većinu sinapsi prave aferentni, a manjinu silazni aksoni (stoga je spinalni šok vrlo kratkotrajan), dok je u čovjeka upravo obrnuto, pa je oporavak spinalne ekscitabilnosti vrlo postupan i dugotrajan.

Sve pojavnosti spinalnog šoka su vezane uz izolirani kaudalni dio kralježnične moždine. Jedina promjena vezana uz rostralni dio moždine (što ostaje spojen s mozgom) je blagi porast tonusa ekstenzora prednjih udova nakon presijecanja prsnog ili lumbalnog dijela moždine (Schiff- Sherringtonov fenomen) (Judaš i Kostović, 1997).

4.4.1. Tijek oporavka refleksne ekscitabilnosti nakon presijecanja kralježnične moždine

Somatski refleksi promatrani su na primjeru mačke. U mačke je razdoblje potpune arefleksije toliko kratko, da ga možda nećemo niti uočiti ako je moždina presječena tijekom duboke i dugotrajne anestezije. Već nekoliko minuta nakon presijecanja, može se izazvati blagi patelarni refleks istezanja, a nakon nekoliko sati se javii normalni refleks uklanjanja. Složeniji polisinaptički refleksi (npr. refleks češanja i ukriženi refleks ekstenzora) mogu se javiti tek nakon nekoliko dana. No, kako vrijeme prolazi, refleksna ekscitabilnost se abnormalno pojačava. Pojačan je tonus ekstenzora nogu, pa mačka može nesigurno stajati 2-3 minute (spinalno stajanje), a potom se sruši na pod. Kad takvu mačku uhvatimo za trup i podignemo u zrak, ponekad se viseće stražnje noge izmjenično povijaju i opružaju (spinalno hodanje). Kad takvoj mački šapu uronimo u vodu, dobijemo jasan dokaz sposobnosti izolirane kralježnične moždine da jednostavne reflekse objedini u svrhoviti pokret. Naime, kad normalnoj mački šapu uronimo u vodu, ona je odmah naglo izvuče i temeljito protrese. Pritom nije bitno je li voda topla ili hladna, a sam dodir s vodom (dodirni podražaj) je dovoljan za izazivanje refleksa. Međutim, kad šapu kronične spinalne mačke uronimo u vodu temperature jednake tjelesnoj, šapa ostaje u vodi. Ali, ako je uronimo u hladnu ili u vrelu vodu, odmah se javi živahan refleks uklanjanja i šapa se brzo izvlači iz vode i snažno otresa vodu s krzna. Pritom je zanimljivo da hladna voda refleks izaziva preko termoreceptora za hladno, dok topla voda refleks izaziva jedino onda kad je toliko vruća da aktivira nociceptore (Judaš i Kostović, 1997).

Sljedeća bitna funkcija je aktivnost mokraćnog mjehura, odnosno promotrit će se kako se pojavljuje visceralni refleks. Odmah nakon presijecanja moždine, javi se potpuna atonija stjenke mokraćnog mjehura. No, istodobno se pojača tonus sfinktera. Stoga se mokraća nakuplja, a mjehur rasteže sve dok tlak ne nadvlada otpor sfinktera. No i tada tek mala količina mokraće nevoljno isteče iz mjehura (inkontinencija prepunjenog mjehura). Usporedno s oporavkom somatskih refleksa, oporavljaju se i refleksne kontrakcije stjenke mokraćnog mjehura (praćene relaksacijom sfinktera), pa dolazi do refleksnog mokrenja. Ali i tada uvijek određena količina mokraće zaostaje u mjehuru, pa je često potrebna kateterizacija mjehura. Refleksne funkcije mokraćnog mjehura u čovjeka se oporave tek 25 do 30 dana nakon ozljede. Dodirno ili bolno podraživanje kože trbuha, međice ili nogu jako pospješuje (a ponekad čak i izaziva) refleksno pražnjenje mjehura (Brinar, 2009).

Refleksno podraživanje crijeva je moguće čak i kad pokusnoj životinji odstranimo cijelu kralježničnu moždinu. To omogućuje enterički živčani sustav, tj. posebni živčani sustav stjenke probavnog trakta. No, tijekom spinalnog šoka to refleksno pražnjenje crijeva nije potpuno (zbog preslabe relaksacije m. sphincter ani), a poboljša se nakon oporavka spinalne ekscitabilnosti. Tada taj refleks možemo bitno pospješiti dodirnim podraživanjem kože križnog područja ili tako da se prstom proširi analni otvor.

U početnoj fazi spinalnog šoka, bitno se smanji pozadinski tonus mišića stjenke perifernih krvnih žila, pa se smanji krvni tlak. No, to je stanje privremeno, pa se ubrzo uspostavlja gotovo normalan krvni tlak. Međutim, trajno su prekinute veze između termoregulacijskih središta u mozgu i autonomnih motoneurona kralježnične moždine (Judaš i Kostović, 1997; Brinar, 2009)

4.4.2. Faze spinalnog šoka nakon presijecanja kralježnične moždine

Tijek oporavka od spinalnog šoka promjenjiv je kod različitih bolesnika te se sastoji od sljedećih faza:

1. STADIJ SPINALNOG ŠOKA

Spinalni šok nastaje odmah nakon ozljede, a to se prepoznaje po sljedećim obilježjima: potpuna mlohava kljenut svih skeletnih mišića, gubitak svih spinalnih refleksa, gubitak osjeta boli, temperature, dodira, pritiska i kinestezije, gubitak visceralnog osjeta, nepostojan i snižen

krvni tlak zbog gubitka vazomotoričkog tonusa, gubitak sposobnosti znojenja, poremećena funkcija mokraćnog mjehura i crijeva, moguća pojava prijapizma u muških pacijenata.

2. STADIJ OPORAVKA OD SPINALNOG ŠOKA

Spinalni šok obično traje 1 do 6 tjedana nakon ozljede (no može se protegnuti i mjesecima). Oporavak je postupan proces tijekom kojeg se ekscitabilnost spinalnih neurona postupno obnavlja. Kad moždina nije posve presječena, moguć je postupan oporavak motoričkih, osjetnih, refleksnih i autonomnih funkcija. No, kad je moždina potpuno prekinuta, izolirani dio moždine razvije vlastitu refleksnu aktivnost. Ta se autonomna aktivnost izolirane moždine pojavljuje kroz niz faza raznolikog trajanja: 1) faza minimalne refleksne aktivnosti, 2) faza spazma fleksora (površinski refleksi), 3) faza izmjeničnih spazama fleksora i ekstenzora, 4) faza u kojo prevladavaju spazmi ekstenzora (duboki refleksi).

3. HIPERREFLEKSIJA

Prvo se oporave refleksi istezanja, a potom i složeniji fleksorni refleksi. Nakon toga se oporave i refleksi ekstenzora. Refleksne funkcije oporavljaju se u smjeru od stopala prema glavi. Isprva je za izazivanje refleksa potrebno vrlo snažno podraživanje, a kasnije već i pasivno povijanje nožnih prstiju ili dodirivanje stopala i noge može izazvati silovitu fleksiju noge pa govorimo o stanju hiperrefleksije.

4. SPASTIČNOST

Sljedeća faza nakon transekcije kralježnične moždine naziva se spastična faza. Oporavak može biti ″pretjeran″, pa su hiperaktivne sve (ili gotovo sve) funkcije izolirane moždine. U stadiju spinalnog šoka radilo se o mlohavoj kljenuti (*paralysis flaccida*), a sada se javlja zgrčena kljenut (*paralysis spastica*). Nakon 1 do 2 godine, bolesnika možemo svrstati u jednu od sljedećih skupina:

1) Paraplegija u ekstenziji (oko 2/3 bolesnika, a često je posljedica ozljede vratnog dijela moždine)- spazam ekstenzora je izraženiji od spazma fleksora,
2) Paraplegija u fleksiji (obično nastaje nakon ozljeda torakalnog dijela moždine)- spazam fleksora je izraženiji od spazma ekstenzora,
3) Trajna mlohava kljenut- manja od 20% bolesnika

4.4.3. Posljedice presijecanja kralježnične moždine pogađaju brojne fiziološke sustave

Nakon potpunog presijecanja kralježnične moždine i oporavka od spinalnog šoka, javljaju se mnogobrojni trajni poremećaji različitih fizioloških funkcija.

4.4.3.1. Respiratorni sustav

Stupanj poremećaja funkcija dišnog sustava ovisi o razini ozljede kralježnične moždine. Ozljeda vratnog dijela poremeti funkcije ošita i međurebrenih mišića, pa često izazove zastoj disanja i smrt. Takav bolesnik izložen je velikom riziku plućnih komplikacija nakon anestezije i operacije. Nadalje, mnogi bolesnici s visokim ozljedama moždine ne mogu iskašljati ili ispljunuti nakupljeni sekret, pa su izloženi stalnoj opasnosti od infekcije ili poremećaja disanja (Judaš i Kostović, 1997).

4.4.3.2. Kardiovaskularni sustav

Nakon ozljede vratnog dijela moždine prekinuti su silazni putevi za spinalne simpatičke neurone. Često se javi usporenje srčane frekvencije (bradikardija), paraliza mišića krvnih žila (vazomotorna paraliza) i zbog toga proširenje krvnih žila (vazodilatacija) ispod razine ozljede. Snizi se krvni tlak i uspori krvni optok (tim više što je bolesnik nepokretan), krv zaostaje u perifernim venama (venska staza), pa se mogu javiti srčane aritmije ili srčani zastoj, tromboze i upale vena, plućna embolija i druge komplikacije (Judaš i Kostović, 1997).

4.4.3.3. Autonomna hiperrefleksija

To je vrlo ozbiljan problem u fazi rehabilitacije bolesnika. Naime, dolazi do iznenadnih naglih porasta krvnog tlaka (paroksizmalna hipertenzija). Sistolički tlak može dosegnuti vrijednosti od 240-300mm Hg. To je praćeno jakom glavoboljom, vazodilatacijom, obilnim znojenjem, mučninom, začepljenjem nosa, navalama crvenila i ježenjem dlaka iznad razine ozljede. Taj se poremećaj pojavi samo u bolesnika s ozljedom iznad razine T6 segmenta (naravno, ne u svih bolesnika). Poremećaj se pojavi tek kad prođe stadij spinalnog šoka i oporavi se refleksna aktivnost. Za razumijevanje te pojave, bitno je znati da su centralni simpatički neuroni smješteni u torako- lumbalnim segmentima moždine,. Nadalje, većina parasimpatičkih refleksa je vrlo specifična (npr. erekcija), dok često dolazi do istodobne aktivacije velikih dijelova simpatičkog sustava. Autonomna hiperrefleksija se javi nakon

podraživanja osjetnih receptora u dijelu tijela ispod razine ozljede, pa (obično posredstvom spinotalamičkog puta) dođe do refleksnog podraživanja simpatičkih neurona. Stoga se pojave spazmi zdjeličnih organa i arteriola- vazokonstrikcija ispod razine ozljede. To dovodi do hipertenzije, a na to reagiraju baroreceptori luka aorte i karotidnog sinusa. Posljedice su vazodilatacija površinskih žila, navale crvenila, obilno znojenje i ježenje dlaka iznad razine ozljede. Osjetni receptori (presoreceptori) što bilježe povišen krvni tlak aktiviraju vazomotoričko središte produljene moždine, pa se uspori rad srca (bradikardija- učinak vagusa). Najčešći uzrok autonomne hiperrefleksije su bolni podražaji, obično prekomjerno rastegnut mokraćni mjehur zbog začepljenog katetera ili spazma sfinktera (Judaš i Kostović, 1997).

4.4.3.4. Mišićna spastičnost

Spastičnost se razvija tek u fazi oporavka od spinalnog šoka i to je jedna od najnezgodnijih posljedica paraplegije. Spazmi fleksora ili ekstenzora (ispod razine ozljede) ometaju proces rehabilitacije. Spastičnost je stanje pojačanog tonusa oslabljenih mišića, a može biti izazvana (ili bitno pojačana) i naizgled beznačajnim podražajima- pseudospontani spazmi. Primjerice, već mali pomak kreveta može izazvati snažnu spastičnu fleksiju podlaktice. U većine bolesnika, spastičnost se javlja nekoliko mjeseci nakon ozljede, najjače je izražena 18-24 mjeseca nakon ozljede, a potom postupno slabi (Judaš i Kostović, 1997).

4.4.3.5. Spolnost

Pitanje spolnih odnosa vrlo je važno kod pacijenata te se često posve neopravdano zanemaruje u takvih bolesnika. Iako spolni problemi uglavnom bitno opterećuju bolesnika, mnogi bolesnici prešućuju takve brige dok mnogi liječnici također zanemaruju ovaj problem. Spolne funkcije i reflekse nadziru spinalni segmenti S2-S4. Poremećaje spolnih funkcija u bolesnika s ozljedom kralježnične moždine ili silaznih puteva možemo sažeti u tri skupine:

1) Ozljede gornjeg motoneurona u muškaraca: 70% muških bolesnika s potpunom ozljedom i 80% onih s nepotpunom ozljedom mogu obaviti spolni čin. Većina njih nema ejakulacije niti orgazma, pa nema niti djece.
2) Ozljede donjeg motoneurona u muškaraca: 75% muških bolesnika s potpunom ozljedom ne mogu imati erekciju bilo koje vrste, dok 25% imaju psihogene erekcije.

No, ni jedni ni drugi nisu sposobni obaviti spolni čin, nema ejakulacije, nema orgazma, nema djece.

3) Žene s bilo kojom vrstom ozljede: žene s ozljedom kralježnične moždine nemaju nikakvog osjeta tijekom spolnog odnosa, ali mogu ostati trudne. Kod većine takvih žena obnove se menstruacije. Moguć je i porođaj kroz vaginalni kanal, a carskim rezom u drugih, npr. onih što pate od autonomne hiperrefleksije (Judaš i Kostović, 1997).

5. PROBLEMI AUTONOMNOG ŽIVČANOG SUSTAVA

Periferni živčani sustav sastoji se od sljedećih staničnih elemenata:

a) Aksona somatskih spinalnih motoneurona (smještenih u ventralnom rogu kralježnične moždine), što kroz ventralne korjenove kralježnične moždine napuštaju SŽS i ulaze u sastav živčanih spletova i živaca,
b) Aksona somatskih kranijalnih motoneurona (smještenih u motoričkim jezgrama kranijalnih živaca u moždanom deblu), što ulaze u sastav kranijalnih živaca,
c) Aksona autonomnih (preganglijskih) simpatičkih motoneurona (smještenih u lateralnom rogu torakalnih i lumbalnih segmenata kralježnične moždine), što SŽS također napuštaju kroz ventralne korjenove,
d) Aksona autonomnih (preganglijskih) parasimpatičkih motoneurona (smještenih u sakralnim segmentima kralježnične moždine- sakralni parasimpatikus- ili u parasimpatičkim jezgrama moždanog debla- kranijalni parasimpatikus), što SŽS napuštaju kroz ventralne korjenove ili kroz moždane živce,
e) Primarnih aferentnih somatskih i visceralnih neurona, čija tijela oblikuju spinalne (ili kranijalne) osjetne ganglije, periferni nastavci živcima putuju do osjetnih receptora (ili i sami završavaju kao osjetni receptori- slobodni živčani završeci), a centralni nastavci kroz dorzalne korjenove ulaze u kralježničnu moždinu,
f) Tijela postganglijskih simpatičkih i parasimpatičkih motoneurona, što oblikuju autonomne ganglije (paravertebralne, prevertebralne i kranijalne)
g) Osjetnih receptora,
h) Schwannovih glija stanica što ovijaju mijelinizirane i nemijelinizirane aksone, te satelitnih (kapsularnih) glija stanica što ovijaju tijela neurona smještena u ganglijima.

Centralni nastavci primarnih aferentnih neurona oblikuju dorzalne korjenove, a aksoni motoneurona oblikuju ventralne korjenove kralježnične moždine

Aferentna vlakna dorzalnih korjenova su centralni nastavci pseudounipolarnih neurona spinalnih ganglija. Ta aferentna vlakna ulaze u kralježničnu moždinu kroz dorzolateralni žlijeb kao neprekinuti niz tankih snopića, fila radicularia. Primarni aferentni neuroni mogu biti somatski ili visceralni (autonomni), a tijela jednih i drugih smještena su u spinalnim ganglijima. Eferentna (motorička) vlakna ventralnih korjenova poglavito su aksoni alfa i gama- motoneurona ventralnog roga kralježnične moždine, što inerviraju poprečnoprugaste mišiće. No, kroz ventralne korjenove iz kralježnične moždine izlaze i aksoni eferentnih simpatičkih (segmenti C8/T1-L2) i parasimpatičkih (segmenti S2-S4/S5) neurona lateralnog roga sive tvari kralježnične moždine. Svaki periferni živac sastoji se od 4 funkcionalne vrste živčanih vlakana: općih somatskih aferentnih, općih visceralnih aferentnih, općih somatskih eferentnih za poprečno prugaste mišiće, te općih visceralnih eferentnih odnosno simpatičkih i parasimpatičkih za inervaciju srčanog mišića, glatkih mišića stjenki visceralnih organa i krvnih žila, te egzokrinih žlijezda. Pritom je ključno da su opća somatska aferentna vlakna aksoni centralnih motoneurona što neprekinuti dospijevaju do ciljnog organa, dok je motorički put za inervaciju visceralnih organa sastavljen od najmanje dva člana: preganglijskog neurona i aksona (smještenog u SŽS) te postganglijskog neurona i aksona (smještenog u perifernom autonomnom gangliju) (Kahle i Frotscher, 2011).

5.1. Problem termoregulacije, hipotenzije i urinarne inkontinencije

5.1.1. Autonomni živčani sustav

Autonomni živčani sustav je pod supraspinalnom kontrolom, tako da sa spinalnom lezijom ne dolazi do poremećaja njegove funkcije. Nakon ozljede, autonomna refleksna funkcija je održana, ali više nema supraspinalne kontrole, te dolazi do određene disfunkcije u smislu ortostatske hipotenzije, bradikardije, autonomne disrefleksije te gubitka termalne regulacije. Često je zbog smanjenog venskog povratka moguća ortostatska hipotenzija. Ona nastaje zbog gubitka vaskularnog otpora i akumulacije krvi u venskom sustavu. Javlja se kod promjene položaja tijela iz ležećeg položaja u stojeći (Bobinac-Geogijevski, Domljan, Martinović-Vlahović i Ivanišević G, 2000). U svrhu prevencije pacijentima se na noge

stavljaju kompresivni zavoji pa se uz adekvatnu hidraciju i postupnu vertikalizaciju može ublažiti problem. Potrebno je redovno provoditi vertikalizaciju bolesnika, ne samo u svrhu smanjenja učinaka ortostatske hipotenzije već i u svrhu prevencije osteoporoze i nastanka kontraktura donjih ekstremiteta. Isto tako, izuzetno je bitan psihički efekt kod tih osoba kada se na kratko vrate u vertikalnu poziciju u kakvoj su bili i prije ozljede.

Autonomna disrefleksija je sindrom koji se javlja u bolesnika koji imaju spinalnu leziju iznad Th 6. Manifestira se glavoboljom, povišenjem krvnog tlaka, crvenilom lica, crvenim mrljama po prsima, jakim znojenjem iznad razine ozljede, nosnom kongestijom, dilatacijom zjenica, bradikardijom, piloerekcijom, povišenim tonusom muskulature, konvulzijama bez gubitka svijesti i tresavicom bez temperature. U prevenciji tog stanja važno je na vrijeme prepoznati i ukloniti uzročnike. Pošto se kod tih pacijenata svakodnevno u nekoliko navrata izvodi intermitentna kateterizacija, važno je da im se naglasi da uzimaju dovoljno tekućine tijekom cijelog dana, da provode higijenu urogenitalnog područja i da prilikom kateterizacije mokraćni mjehur isprazne do kraja. Termalna regulacija poremećena je kod bolesnika s ozljedom iznad Th6, a gubi se mogućnost znojenja i drhtanja (Čop, Moslavac i Džidić, 2006).

5.1.2. Gastrointestinalni i genitourinarni sustav

Kod viših lezija otežano je održavanje osobne higijene, a najčešći problem je otežano pražnjenje debelog crijeva (Bobinac-Geogijevski, Domljan, Martinović-Vlahović i Ivanišević G, 2000). Postoje dva načina njegova pražnjenja: digitalna stimulacija i digitalna evakuacija. Osoba koja njeguje bolesnika unutar bolničke ustanove i van nje educira pacijente o pravilnom načinu prehrane, o tome da piju dovoljno tekućine a sve u svrhu prevencije konstipacije.

Kod bolesnika sa spinalnom ozljedom javlja se neurogeni mjehur, kada se mikcija ne može vršiti voljno, već dolazi do hipoaktivnosti detruzora bez pomokravanja ili hiperaktivnosti s razvitkom refleksnog mokrenja. Glavni cilj u rješavanju tog problema jest postići adekvatno pražnjenje mokraćnog mjehura koje je društveno prihvatljivo, a upravo je to intermitentna kateterizacija koja se kod takvih pacijenata provodi 4-6 puta dnevno. Drugi način pražnjenja hiperaktivnog neurogenog mjehura je izazivanje refleksnog mokrenja suprapubičnim lupkanjem, s ciljem aktiviranja refleksnog luka. Postavljanje cistostome i

uvođenje suprapubičnog katetera, ili još manje poželjnog trajnog katetera su opcije kojima se pribjegne kod bolesnika koji nemaju mogućnost vršiti samokateterizaciju (Bryce, Ragnarsson i Stein, 2007).

Česti problemi vezani uz gastrointestinalni i genitourinarni sustav koji se pojavljuju kod ozlijeđenih su mokraćna i analna inkontinencija, mjehur s refleksom i bez refleksa koji će biti pobliže objašnjeni.

5.1.3. Mokraćna i analna inkontinencija

Inkontinencija je nevoljno ispuštanje urina i/ili stolice, odnosno nesposobnost zadržavanja istog. Mokraćna i analna inkontinencija su česta komplikacija kod osoba sa spinalnom ozljedom s kojom se oni teško nose i teško je prihvaćaju (Bryce, Ragnarsson i Stein, 2007).

Analna inkontinencija također je jedna od komplikacija nakon spinalne ozljede. Da bi se crijeva mogla isprazniti, kod spinalnih se pacijenata izvodi digitalna stimulacija, digitalno vađenje stolice te se upotrebljavaju laksativi. Česti probavni problemi su zatvor, fekalna impakcija, diareja, nekontrolirano istjecanje stolice, rektalno krvarenje, disrefleksija.

Nakon spinalne ozljede, za vrijeme spinalnog šoka, nema refleksa mjehura odnosno živčani signali ne mogu putovati u mozak i iz mozga te obavještavati kada je mjehur pun ili kada je potrebno mokriti. Mjehur je mlohav i ne prazni se, već se prepunjuje i prerasteže. Zbog toga je potrebno provoditi intermitentnu kateterizaciju. Po prestanku spinalnog šoka, mjehur će ili imati refleksnu aktivnost, ili je neće imati uopće. Postoje dvije vrste disfunkcionalnog mokraćnog mjehura koji se javlja nakon spinalne ozljede, a ovisi o visini ozljede. Stoga se razlikuje mjehur s refleksom i mjehur bez refleksa (Broz, Budisavljević, Franković i Not, 2009).

5.1.4. Mjehur s refleksom i bez refleksa

Ako je ozljeda iznad razine Th 12 kralješka, vjerojatno će se uspostaviti refleksno pražnjenje mjehura. Poruke iz punog mjehura ne mogu doći do mozga, ali stižu do spinalne moždine. Kada poruka stigne u moždinu, stvara se refleks koji u mjehuru uzrokuje kontrakciju, a u sfinkteru relaksaciju, što omogućuje otvaranje i ispuštanje mokraće. Refleks

se javlja kada je mjehur pun. Program pražnjenja mjehura s refleksom najčešće je kombinacija intermitentne kateterizacije i nošenja kondom urinara za muškarce, te intermitentne kateterizacije za žene. Takvim se „treningom“ mjehura može postići tzv.balansirani mjehur, što znači da se mjehur kada je pun (sadržaja 400 – 500 ml urina), prazni automatski ili na vanjski podražaj (lupkanje iznad preponske kosti). Ako nakon pražnjenja u mjehuru ostane više od 70 ml urina, potrebna je intermitentna kateterizacija.

Kod bolesnika sa spinalnom ozljedom kao ostali česti urinarni problemi javljaju se infekcija, prepunjen mjehur, kamenci mokraćnog mjehura i bubrega, refluks, hidronefroza i autonomna disrefleksija.

Infekcija mokraćnog sustava jedan je od najčešćih problema sa kojim se pacijenti sa spinalnom ozljedom susreću. Najčešći uzroci su nečiste ruke, tijelo ili pribor, nepravilno izvođenje intermitentne kateterizacije, neizvođenje kateterizacije na vrijeme, nepotpuno pražnjenje mjehura, nedovoljan unos tekućine. U svrhu prevencije potrebno je pacijenta educirati da kroz dan popije dovoljno tekućine, do 2 l dnevno, da pije urološki čaj i da pravilno izvodi uobičajeni program pražnjenja mokraćnog mjehura. Povišena tjelesna temperatura, osobito pojava vrućice, zimice ili tresavice, pojava krvi ili osjećaja pečenja pri mokrenju, kao i stalni osjećaj potrebe za mokrenjem ukazuju na upalu te je potrebno o tome odmah obavijestiti liječnika.

6. REHABILITACIJA SPINALNIH PACIJENATA NA ODJELU

6.1. Neurofiziologija pokreta

Učinak silaznih i uzlaznih puteva na kralježničnu moždinu već je opisan u prethodnom dijelu rada te navedene puteve modificira supraspinalni obrazac u koji spadaju korteks, bazalni gangliji, mali mozak i mozgovno deblo. Neurofiziologija pokreta odnosi se jednim dijelom na učenje motorike. Prema Judaš i Kostović motoričko je učenje proces stjecanja ili modifikacije pokreta (1997). Na proces motoričkog učenja također utječe motorička kontrola kao interakcija između pojedinca i okoline (Rotim, 2006). Za razliku od refleksnih pokreta, voljni pokreti imaju tri važna svojstva: 1) svrhovitost i usmjerenost svjesno odabranom cilju, te velika prilagodljivost što znači da motorički sustavi pod različitim okolnostima prilagodljivo odabiru različite motoričke strategije da ostvare isti cilj (npr. pisanje olovkom po

papiru), 2) učenjem i uvježbavanjem se i točnost i učinkovitost voljnih pokreta bitno povećavaju (npr. gimnastičari), 3) dok se refleksi javljaju jedino u odgovoru na vanjski podražaj, voljni pokreti se javljaju i spontano, na temelju unutarnjih poriva, htijenja, pamćenja, emocija i mišljenja.

Motorički se pokret uglavnom izvodi s određenom svrhom. Tijekom učenja neke motoričke aktivnosti impulsi iz proprioceptora imaju bitnu i nezamjenjivu ulogu u stvaranju senzoričkog engrama. Impulsi dolaze preko receptora koji se nalaze u mišićima, koži i zglobovima, kao i u proksimalnim dijelovima udova. Kad senzorička kora jednom nauči obrazac motoričke aktivnosti, zapamćeni se engram može upotrijebiti za aktivaciju motoričkog sustava kad god je to potrebno. U inicijalnoj se fazi vježbanja nekoga motoričkog zadatka izvodi svjesna, prvenstveno vizualna kontrola uspješnosti tog zadatka. Zbog karaktera ove povratne veze (feedback) pokreti su usporeni i nedovoljno koordinirani. No vizualni i proprioceptivni signali tijekom samog učenja utiskuju u senzoričke kortikalne neurone prostorni i vremenski program aktivacije pojedinih mišića ili mišićnih skupina i tako stvaraju senzoričke engram. S vremenom taj senzorički engram sve više preuzima kontrolnu funkciju, što rezultira progresivnom automatizacijom i koordinacijom naučenog zadatka. Mnoge se motoričke aktivnosti obavljaju tako brzo da nema dovoljno vremena za njihovu kontrolu putem senzoričkih signala povratnom spregom. Na primjer, za izvođenje brzih usklađenih mišićnih kontrakcija kakve su potrebne prilikom pisanja i govora obrasci postoje u samom motoričkom sustavu u tzv. premotoričkom korteksu i malom mozgu. Senzorički sustav retrospektivno obavještava svijest o uspješnosti obavljene vještine. Za kontrolu i inicijaciju automatskih pokreta odgovorni su složeni centri u središnjem živčanom sustavu koji djeluju na hijerarhijskoj i paralelnoj osnovi ustrojstva živčanog sustava (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

6.2. Kineziterapeutska procjena spinalnog pacijenta

Kineziterapeutska je procjena neurološkog bolesnika upućena na prikupljanje potrebnih informacija o problemima i preostalim sposobnostima funkcioniranja bolesnika nakon oštećenja živčanog sustava. Ona je individualno prilagođena potrebama svakog bolesnika i osobitostima njegovog oštećenja (Grozdek Čovčić i Maček, 2011).

Subjektivnim pregledom imati ćemo jasniju sliku o svemu što će nam koristiti u kineziterapijskom procesu, podaci kao što su preferencije, afiniteti, hobi, bavljenje sportom i

slično. Objektivnim pregledom (mjerenjima), tu ćemo sliku upotpuniti a ciljeve u dogovoru s bolesnikom realnije odrediti, i napraviti kvalitetan plan i program rada kroz evaluaciju.

U neurokineziterapijskom se konceptu terapeutska procjena provodi svakodnevno i sastavni je dio svakog tretmana bolesnika. Osim pregleda bolesnika, provode se i odgovarajući oblici objektivne procjene problema neuroloških bolesnika. Objektivna se kineziterapeutska procjena provodi putem kineziterapeutskog pregleda bolesnika, upotrebom različitih vrsta standardiziranih testova, indeksa i postupaka mjerenja. Jedan od najvažnijih ciljeva u procjeni je dobivanje uvida u stanje motoričkih problema i preostalih bolesnikovih sposobnosti kako bi se omogućio problemski orijentiran kineziterapijski tretman. Klinička procjena nastoji diferencirati funkcionalne probleme i izravno je podređena svakodnevnim potrebama tretmana bolesnika. Cilj funkcionalne procjene je evaluacija rezultata tretmana kroz određeno vremensko razdoblje. Na temelju funkcionalne procjene i evaluacije planiraju se ciljevi, postupci i potrebno vrijeme tretmana bolesnika. U novije vrijeme kineziterapeutske procjene sve više pokazuju potrebu i namjeru procjenjivanja cjelokupnog funkcioniranja bolesnika u skladu s njegovom okolinom i potrebama (Lenworth i Schwartz, 1986).

6.3. Rehabilitacija na neurološkom odjelu

Kineziterapijski tretman bolesnika na neurološkom odjelu usmjeren je na pokušaj poboljšanja kontrole držanja i pokretanja bolesnika, regulaciju i normalizaciju mišićnog tonusa radi što normalnijeg funkcioniranja bolesnika (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012). Tretman je usmjeren problemski a razlikuje se s obzirom na specifičnost primarnog oštećenja središnjeg živčanog sustava. O kakvoj god primarnoj ozljedi da se radi, za svaki tretman vrijedi sljedeće: mora biti individualan, funkcionalan, tim mora biti transdisciplinaran, tretman znanstveno utemeljen te se mora moći evaluirati napredak u svakom trenutku.

Govoreći o tretmanu pacijenta podrazumjevamo mobilizaciju neuromišićnog tkiva i zglobova te facilitaciju ili vođenje pokreta pri držanju, ravnoteži, funkcionalnom pokretu i aktivnostima. Naravno, koje aktivnosti će kineziterapeut poduzimati ovisi između ostalog o tome na kojoj je razini funkcioniranja neurološki bolesnik. Nakon što smo u procjeni odredili problem, u tretmanu nastojimo taj problem smanjiti čime dovodimo bolesnika u mogućnost obavljanja funkcionalnih aktivnosti (Grozdek Čovčić i Maček, 2011).

Problemi mišićnog tonusa (hiper i hipotonusa) i njihov tretman predstavljaju vrlo važan segment fizioterapeutskog tretmana, budući da je optimalan mišićni tonus osnova pokreta, reakcija balansa i funkcionalnih aktivnosti. Tretman vraćanja normalnog tonusa hipertone skupine mišića zasniva se na sprečavanju sekundarnih komplikacija tipa kontraktura te davanja dovoljne količine informacija gdje proprioceptori u i oko zglobnih tijela čine područje prihvaćanja informacija. Na temelju toga se u središnjem živčanom sustavu stvara engram na temelju kojeg se voljno izvodi koordiniran i ekonomičan pokret. Potrebno je, dakle u tretmanu postići da zahvaćeni segmenti tijela u potpunosti prihvaćaju površinu oslonca te smanjiti hipersenzitivnost na vanjski dodir (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012).

Kod hipotonih segmenata tijela potrebno je dati dovoljno jaku informaciju putem facilitacijske terapije čime će se smanjiti (spriječiti) instabilitet i podložnost mikrotraumama. Kako je navedeno, kod procjene ravnoteže određuje se sposobnost održavanja i mijenjanja određene posturalne prilagodbe tijela. Prema tome, cilj je uspostaviti kvalitetnu posturalnu prilagodbu na promjenjivu bazu oslonca i gravitacijske uvjete. Sinonim je to za ekvilibrijske reakcije koje se neprestano događaju tijekom cijelog dana. Konkretno, kod bolesnika navedeno postižemo na način da ga postavljamo u sjedeću poziciju koja mora težiti simetriji obje strane tijela po prihvaćanju težine čime smo smanjili bazu oslonca te izazvali kod bolesnika aktivaciju automatskih posturalnih reakcija. Nakon toga bolesnika postavljamo u stajanje, te počinje s hodom po ravnoj površini.

U procjeni osim motoričkih problema primjećujemo oštećenje senzoričkog sustava zbog čega će osoba na određeni podražaj reagirati hipo ili hipersenzibilno. Osoba informacije prima pomoću tri sustava: somatosenzornog, vestibularnog i vizualnog. Senzorni organi djeluju na način da prihvaćaju informacije iz okoline ili vlastitog tijela. Dobivene informacije putuju osjetnim putevima (aferentnim vezama) do središnjeg živčanog sustava, te su tamo prepoznate. Nakon toga, središnji živčani sustav (s obzirom na to da ima već formirane obrasce reakcije na određeni podražaj) dobivenim senzornim informacijama daje određeni smisao na temelju čega se izvodi adekvatna reakcija. U tretmanu poremećaja ovog sustava cilj nam je uspostaviti adekvatan podražaj na temelju kojeg će osoba dati primjerenu (ne preslabu niti pretjeranu) reakciju.

Izvođenjem normalnih pokreta, automatskih posturalnih prilagodbi, reakcija uspravljanja i ravnoteže središnjem živčanom sustavu se daju normalne proprioceptivne i senzoričke informacije koje omogućuju plastičnu adaptaciju živčanog sustava što vodi oporavku funkcije. Oporavak funkcije će povratno omogućiti normalniju motoričku aktivnost.

Vezano uz svijest ističe se važnost što ranijeg dovođenja bolesnika u vertikalni položaj čak i u stanju kome, odnosno potpuno bez prisustva svijesti. Obično se to odvija u jedinici intenzivnog liječenja. Cilj je spriječiti nastanak sekundarnih komplikacija središnjeg živčanog sustava, utječe se na smanjenje spastičnosti, prevenciju osteoporoze te na posljetku i na skraćivanje razdoblja buđenja iz kome.

Kako smo gore ustanovili da je problem bolesnika izvođenje neselektivnih obrazaca pokreta (masovnih spastičnih fleksijskih ili ekstenzijskih sinergija), u tretmanu je cilj obrasce prilagođavati funkciji čime dobivaju veću selektivnu kontrolu. To postižemo putem facilitacije zahvaćenih segmenata tijela već u ležećoj poziciji na leđima u krevetu u smislu okretanja na bok te pronirano kao i uspravljanju u sjedeću poziciju. Tu se mora obratiti pažnja na ključne točke putem kojih se daje input središnjem živčanom sustavu o stvaranju novog motoričkog programa.

U kineziterapeutskom tretmanu neuroloških bolesnika veliku ulogu ima nastojanje da se stvaranjem odgovarajućeg perifernog inputa potaknu odgovaraćuje posturalne reakcije koje će dovesti do funkcionalnog pokretanja trupa i udova (Schnurrer – Luke – Vrbanić, Moslavac i Džidić, 2012). Naglasak je na mobilizacijskim tehnikama koje se primjenjuju za pojedine segmente neuromišićnog sustava kojima se nastoji potaknuti funkcionalna interakcija s okolinom i vlastitim tijelom. S obzirom na mišićni tonus, primjenjuje se i kod hipotoničnih i kod hipertoničnih bolesnika, a isto tako treba voditi brigu o živčanom tkivu. Obujam pokretljivosti zglobova također je važna komponenta mobilizacije bolesnika a radi se o trakciji, kompresiji i stabilizaciji zgloba, te se potiče i propriocepcija (Rotim, 2006; Brown, Zhao i Leung, 2009).

Optimalnost tretmana predstavljaju one stimulacije koje su istovremeno dovoljno visoke, ali i odgovarajuće niske da ih bolesnik može prihvatiti i integrirati u svoj središnji živčani sustav, te na njih odgovoriti normalnom pokretljivošću, normalnim reakcijama balansa, na osnovi normalnog posturalnog tonusa. Jednom integrirane u živčani sustav postaju temelj za

izgradnju novih, složenijih pokreta i motoričkih vještina bolesnika te vode maksimalno normalnom oporavku motoričkih funkcija (Rotim, 2006; Brown, Zhao i Leung, 2009).

6.3.1. Facilitacija

Postupci kineziterapeutskog tretmana bolesniku nastoje pružiti odgovarajuće informacije preko somatosenzornog, vestibularnog i vizualnog sustava koje će facilitirati normalnije reakcije i neuroplastičnu reorganizaciju živčanog sustava te potaknuti funkcionalni oporavak neuromišićnog sustava (Bryce, Ragnarsson i Stein, 2007). Uglavnom su terapijski postupci temeljeni na inhibiciji i stimulaciji koji se stalno kombiniraju, dakle nikad nije zastupljeno samo jedno od njih. Poseban je naglasak na uspostavljanju recipročne inervacije gdje inhibicija djeluje kao kontrolni faktor na ekscitaciju pri motoričkim aktivnostima odnosno usklađuje se djelovanje agonista, antagonista i sinergista pri kretanju. Time dolazi do selektivnog pokretanja određenih segmenata tijela. Osim inhibicijskog učinka putem recipročne inervacije, veliki utjecaj ima i primjerena organizacija bolesnikove okoline. Način na koji bolesnika pozicioniramo u odnosu na okolinu pomaže u ostvarivanju proprioceptivne i perceptivne interakcije što ima inhibicijski učinak (Brown, Zhao i Leung, 2009).

Ako govorimo o stimulaciji bolesnika, tu podrazumjevamo verbalnu, vizualnu i proprioceptivno-taktilnu stimulaciju. Proprioceptivno- taktilna se najviše koristi, ostale dvije služe kao dopunske. Radi se o terapeutskom vođenju pokreta čime se daje proprioceptivni input u svrhu učenja motoričkog zadatka. Uglavnom se, kao što je ranije spomenuto, inhibicijski i stimulacijski facilitacijski postupci pri učenju nekog motoričkog zadatka provode istovremeno što na kraju dovodi do pokretanja i funkcionalnih aktivnosti bolesnika.

6.4. Kvaliteta života osoba sa cervikalnom spinalnom ozljedom

Istraživanja su pokazala da osobe koje su trajno paralizirane, taj gubitak funkcije dožive tragično, gotovo kao i smrt. Važnu ulogu tu imaju članovi zdravstvenog tima od kojih se očekuje da u svakom trenutku bolesniku daju pravilnu i istinitu informaciju. Smatra se da je potrebno oko četiri mjeseca za oporavak i uključivanje bolesnika u zajednicu. Međutim treba imati na umu da je psihička rehabilitacija daleko kompleksnija i kod ovakvih bolesnika zahtijeva dulje vrijeme od fizičke rehabilitacije (Bobinac-Geogijevski, Domljan,, Martinović-Vlahović i Ivanišević, 2000).

Tijekom rehabilitacije važno je da se bolesniku pruži mogućnost upoznavanja svojeg tijela u promijenjenim uvjetima funkcioniranja nakon ozljede. Tako na primjer, po dolasku pacijenta u ustanovu za rehabilitaciju, intermitentnu kateterizaciju provodi zdravstveni djelatnik, a s vremenom se pacijenta educira kako da to napravi sam, što naravno ovisi o tome da li se radi o osobi s paraplegijom ili tetraplegijom. Kod osoba s tetraplegijom educira se nekoga od užih članova obitelji. Samo spoznaja stvarnog stanja i razumijevanje zašto tijelo funkcionira baš tako, te dobra educiranost o mogućim komplikacijama, omogućuje pacijentu da se pridržava određenih pravila življenja i čuvanja svoga tijela. Stoga je vrlo važna edukacija pacijenta i njegove obitelji, što omogućuje samostalniji i kvalitetniji život nakon spinalne ozljede.

Vrlo važan segment rada fizioterapeuta kao zdravstvenog djelatnika u procesu rehabilitacije predstavlja učenje i podučavanje bolesnika i njegove obitelji. Bolesnika i njegovu obitelj je potrebno poticati na verbalizaciju svih nedoumica vezano uz proces oporavka i novi način života. Nesreća koja rezultira paralizom jest događaj koji mijenja život. Odjednom postati nepokretan, može biti zastrašujuće i zbunjujuće, a ni sama prilagodba nije lak zadatak. Oporavak je dugotrajan, no bitno je da bolesnik bude motiviran i da dobiva potporu koja mu je u tom trenutku potrebna (Gable i Haidt, 2005).

Emocionalne reakcije od ozljeđivanja do kraja rehabilitacijskog procesa su veoma složene. Važno je imati uvid u sve postupke emocionalne i sociopsihološke rehabilitacije budući da neki od njih bivaju zanemareni tijekom faze akutnog zbrinjavanja ozljede. Bolesnik je često lišen emocionalne, psihološke i socijalne interakcije s okolinom u kojoj se nalazio prije povređivanja, a pošto je nepokretnost nespojiva s čovjekovim poimanjem života, bolesnikova emocionalna stabilnost biva narušena.
Jedan od mogućih načina rješavanja takvog emocionalnog stanja je sagledavanje problema (Gable i Haidt, 2005).

6.4.1. Sport i unaprijeđenje kvalitete života osoba sa spinalnim lezijama

Sport u funkciji unaprjeđenja kvalitete života opće je prihvaćena teza kao i znanstveno potvrđena činjenica multidimenzionalnog utjecaja kinezioloških aktivnosti na subjektivnu procjenu kvalitete života pojedinca s invaliditetom. Kretanje, odnosno mišićna aktivnost je uz energiju, kisik i vodu, jedna od elementarnih biotičkih potreba čovjeka kojom se održava život (Malina, Bouchard i Bar-Or, 2004).

Za neke sportaše uključivanje u sportske aktivnosti znači mogućnost izbora i preuzimanja rizika za vlastiti izbor, za druge stjecanje vještina i postignuća radi samopouzdanja potrebnog za druge životne izazove, kao što su obrazovanje ili zaposlenje. Popularni portret sportova kod osoba s invaliditetom najbolje interpretira rečenica ″računa se sposobnost, a ne invaliditet″. S obzirom na znanstveno potvrđenu činjenicu koja povezuje fizičku aktivnost s funkcionalnim statusom i općim zdravljem, dugotrajna fizička neaktivnost uzrokuje cikličke promjene u zdravlju i funkcioniranju. Većina osoba s invaliditetom neovisno o oštećenju prakticira sjedilački način života što uzrokuje povećanje funkcionalnih ograničenja vezanih uz primarno oštećenje.

Provedeno je veliko epidemiološko istraživanje Huanga i suradnika (1998) gdje je proučavan odnos aerobne sposobnosti i funkcionalnih ograničenja uzrokovanih invaliditetom kod 3495 muškaraca i 1175 žena. Rezultat istraživanja pokazao je korelaciju između niske razine aerobne sposobnosti i više stope funkcionalnih ograničenja. Istraživači su također utvrdili da kod ispitanika koji su imali bolji aerobni kapacitet sukladno s tim su imali nižu razinu funkcionalnih ograničenja.

Prema istraživanju Crnković (2013) ispitivane su razlike u procjeni kvalitete života u cjelini i po domenama te zadovoljstva zdravljem s obzirom na kategoriju invaliditeta i bavljenje sportskom aktivnošću. Kako bi se provjerilo postoje li razlike u kvaliteti života i zadovoljstva zdravljem između ispitanika s obzirom na kategoriju invaliditeta i uključenost u sportsku aktivnost provedeno je niz složenih analiza varijance koje su pokazale da u svim analiziranim varijablama postoje glavni efekti uključenosti u sportsku aktivnost te pripadnosti pojedinoj kategoriji invaliditeta dok interakcije između sporta i kategorije invaliditeta nisu statistički značajne. Skupina ispitanika uključena u sportske aktivnosti ostvarila je bolje rezultate po pitanju zadovoljstva kvalitetom života i zadovoljstva zdravljem u odnosu na ispitanike koji nisu uključeni u sportsku aktivnost. Također, skupina ispitanika uključena u sportske aktivnosti ostvarila je bolje rezultate u svim ispitivanim domenama u odnosu na ispitanike koji nisu uključeni u sportsku aktivnost.

Ovakav rezultat govori u prilog činjenici da je utjecaj sporta i tjelesne aktivnosti multidimenzionalan i da u pozitivnom smjeru utječe na sve domene kvalitete života.

Uključivanje osoba s invaliditetom u sportske aktivnosti omogućuje inkluziju pojedinaca s invaliditetom u širu društvenu zajednicu, stjecanje novih motoričkih i socijalnih vještina te kroz učenje specifičnih motoričkih zadataka, osoba s invaliditetom maksimalno

koristi preostale motoričke sposobnosti čime se utječe na postizanje njihove maksimalno moguće neovisnosti unutar granica njihovih funkcionalnih sposobnosti. Kvaliteta života u svim kategorijama oštećenja kreće se u okvirima od 60 do 80% prijašnje kvalitete života, što se prema homeostatskom modelu smatra rezultatom unutar prosjeka koji postižu zdrave osobe. Zadovoljstvo socijalnim odnosima ima u prosjeku najnižu vrijednost u odnosu na domene tjelesnog i psihičkog zdravlja te okoline. Zadovoljstvo psihičkih zdravljem ima u prosjeku najveću vrijednost u odnosu na ostale domene kvalitete života (Kathleen et al, 2010; Kloosterman, Snoek i Jannink, 2009).

Noreau navodi kako nedostatak vježbanja u vrlo kratkom vremenu može dovesti do opadanja razine fizioloških funkcija te time značajno utjecati na kvalitetu života osoba sa spinalnom ozljedom dovodeći ih u stanje ovisnosti prema drugim osobama. Kvaliteta života je prema njemu usko povezana s neovisnošću tijekom života što je ključna značajka kada se mjeri uspjeh rehabilitacije (2012).

O značaju uključivanja osobe sa spinalnom ozljedom u sportske aktivnosti pišu Telebuh, Grozdek- Čovčić i Schuster (2017) u radu ″Physiotherapy and recreation in spinal cord injury- a case study″. U radu se navodi kako je spinalna ozljeda rezultat trajnih ili privremenih promjena normalne motorike, senzorike i autonomnih funkcija. Uključenje osobe sa spinalnom ozljedom (C6-C7) u rekreaciju predstavlja pravi izazov za samog pacijenta, za kineziterapeuta te cijeli rehabilitacijski tim s obzirom na pacijentove interese i preostale sposobnosti. Svrha tog rada je poboljšati balans, normalizirati mišićni tonus donjih ekstremiteta te poboljšati aktivnost hoda pacijenta kroz rekreacijske aktivnosti penjanja na umjetnu stijenu. Opisuje se pacijent koji se odlučio na navedenu aktivnost kao rekreaciju. Uobičajeno je uključen u Bobath tretman 5 puta tjedno uz program vježbanja doma. Za procjenu uspješnosti treninga penjanja provođeni su sljedeći testovi: Bergova skala balansa (*Berg balance scale- BBS*), test Ustani i hodaj (*Timed up and go test- TUG*), Ashworthova skala za mjerenje mišićnog tonusa (*Ashworth scale of spasticity- ASW*) te aktivni opseg pokreta goniometrom (*Active range of movement- AROM*) . Trening se izvodio 1-2 puta tjedno kroz 3 mjeseca. Vidljivi su bolji rezultati u testovima balansa i u testu Ustani i hodaj što govori o pozitivnom utjecaju tjelesne aktivnosti na aktivnosti statičkog balansa i hoda. Na kraju rada su se autori osvrnuli na neurofiziološki utjecaj vježbanja te zaključili kako tjelesna aktivnost potiče stvaranje novih neurona, te da mentalna aktivnost povećava šanse za stvaranje novih funkcionalnih veza između neurona (novostvorenih i postojećih). Osim što je ostvaren utjecaj na neurofiziološkoj razini, utjecaj osobe sa spinalnom ozljedom u tjelesne

aktivnosti također doprinosi psihološkom zdravlju osobe, te pojačava i čini kvalitetnijom njihovu participaciju u društvu.

Zaključno, utjecaj sporta i kineziloških aktivnosti očituje se na sve domene kvalitete života, naglašavajući pritom preventivni utjecaj fizičke aktivnosti kod osoba s invaliditetom i različitih dobnih skupina standardne populacije. Važno je naglasiti da tjelesna aktivnost ima preventivnu ulogu u očuvanju zdravlja, ali isto tako i rehabilitacijsku i habilitacijsku ulogu posebno kod osoba s invaliditetom.

7. ZAKLJUČAK

Cervikalne spinalne ozljede su u današnje vrijeme sve učestalije o čemu svjedoče navedeni epidemiološki podaci i u velikom broju slučajeva završavaju fatalno. Često takve vrste ozljeda pripisujemo automobilskim nesrećama, ali danas su takve ozljede sve prisutnije kod raznih sportskih i rekreativnih aktivnosti i to posebice kod mladih osoba. Bolesnici sa cervikalnom spinalnom ozljedom suočeni su s paralizom trupa i udova, te vegetativnim i imunološkim disfunkcijama. Oni su osjetljiviji na infekcije, poremećenih su eliminacijskih funkcija, s mogućim oštećenjima integriteta kože i nastankom ulkusa zbog anestezije kože. Zbog toga je osim rehabilitacijske uloga, bitna i svakodnevna njega ukoliko ju bolesnik ne može sam obavljati. Iz tog razloga svakoj osobi sa zadobivenom spinalnom ozljedom moralo bi se osigurati pravo na osobnog asistenta koji će kvalitetu života osobe držati na prihvatljivoj razini.

Kvaliteta života osoba sa spinalnom ozljedom ne mora biti nužno smanjena. Ona ovisi o puno faktora, od stabilnosti osobe, financijskih mogućnosti, da li osoba živi u urbanoj ili ruralnoj sredini, kolika je dostupnost različitim oblicima terapija i događanja oko osobe. Zaključuje se da što je više pacijent uključen u razne društvene aktivnosti, prije će doći do samoostvarenja na sociološkom planu, a time i povećanja kvalitete života. S obzirom na opisane sposobnosti plastičnosti mozga, bolji uvjeti života te dobra motivacija bolesnika svakako pozitivno djeluju na oporavak. Mora biti svjestan da sada puno stvari ne može obaviti sam nego mora uz pomoć obitelji, prijatelja ili asistenta. Uvelike mu pomaže kineziterapeut koji ga priprema, tj. educira o mogućnostima funkcioniranja te pokazuje kako se adaptirati na uvjete života. Osim što je kineziterapeut tu zdravstveni stručnjak, on je i psiholog te mora znati kako pristupiti svakom pacijentu sa spinalnom ozljedom različite razine jer će svatko reagirati različito. Bitno je slušati pacijenta i njegove potrebe čime se između njega i kineziterapeuta uspostavlja povjerenje što je prvi korak u postizanju kvalitete života.

LITERATURA

Bobinac-Geogijevski, A., Domljan, Z., Martinović-Vlahović, R. i Ivanišević, G. (2000). Fizikalna medicina i rehabilitacija u Hrvatskoj. Zagreb: Naklada Fran.

Brinar V. (2009). Neurologija za medicinare. Zagreb: Medicinska naklada.

Brown, TH.., Zhao, Y., Leung, V. (2009). Hebbian Plasticity. *Encyclopedia of Neuroscience*, 1049-1056. Dostupno na: https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/hebbian-theory

Broz, Lj., Budisavljević M., Franković S. i Not T. (2009). Zdravstvena njega 3. Zagreb: Školska Knjiga.

Bryce, T.N., Ragnarsson, T., Stein, A.B. (2007). Spinal Cord Injury. In: Braddom RL Physical medicine and rehabilitation,1285-349

Crnković, I., Rukavina, M. (2013). Sport i unaprjeđenje kvalitete života kod osoba s invaliditetom. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja* 49, 12-24

Čop, R., Moslavac, S., i Džidić. I. (2006). Komplikacije tijekom rehabilitacije starijih osoba s ozljedom kralježnične moždine. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina* 20 (1-2), 3-8

Gable, S. Haidt, J. (2005). What (and Why) is Positive Psychology. *General Psychology* 9 (2), 103-110. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/228341568_What_and_Why_Is_Positive_Psychology

Gollini, E.S. (1981). Developmental and plasticity: behavioral and biological aspects of variation in developmental. New York: Academic Press.

Grozdek Čovčić, G. i Maček, Z. Neurofacilitacijska terapija. (2011). Zagreb: Zdravstveno Veleučilište.

Guyton, A.C. Hall. (1995). Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti. 5. izdanje. Zagreb: Medicinska naklada.

Huang, Y., Macera, C.A., Blair, S.N., Brill, P.A., Kohl, H.W. i Kronenfeld, J.J. (1998). Physical fitness, physical activity and functional limitation in adults aged 40 and older.*Medicine in Science and Sport Exercise* 30, 1430- 1435. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9741613

Judaš, M. i Kostović I. (1997). Temelji neuroznanosti.1. izdanje. Zagreb: Medicinska naklada.

Kahle, W. i Frotscher, M. (2011). Priručni anatomski atlas. Živčani sustav i osjetila, svezak 3. Zagreb: Medicinska naklada Zagreb.

Kathleen, A., Kelly, P., Latimer Amy, E., Buchholz Andrea, C., Steven, R., Bray, B., i Hayes Keith, C. (2010). Leisure Time Physical Activity in a Population-Based Sample of People With Spinal Cord Injury Part I: Demographic and Injury-Related Correlates. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 91, 722-728. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20434609

Kloosterman, M.G., Snoek, G.J. i Jannink, M.J. (2009). Systematic review of the effects of exercise therapy on the upper extremity of patients with spinal-cord injury. *Spinal Cord* 47, 196-203. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18825160

Lenworth, M., Schwartz, R. (1986). Prospective analysis of acute cervical spine injury: A methodology to predict injury. *Annals of Emergency Medicine* 15, 44-49. Dostupno na: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196064486804851

Luc Noreau, Roy, J. & Shephard. (2012). Spinal Cord Injury, Exercise and Quality of Life. *Sports Medicine* 20, 226-250. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8584848

Malina, R., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation and physical activity. The young athlete. Leeds: Human Kinetic Press.

Rotim, K. (2006). Neurotraumatologija. Zagreb: Medicinska naklada.

Schnurrer – Luke – Vrbanić T., Moslavac S. i Džidić I. (2012). Rehabilitacija bolesnika s ozljedom kralježnične moždine. Medicina fluminensis. 48(4), 366-379. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=140981

Telebuh, M., Grozdek- Čovčić, G. i Schuster, S. (2017). Physiotherapy and recreation in spinal cord injury- a case study. *Acta Kinesiologica* 2, 77-82. Dostupno na: http://actakinesiologica.com/04cl14mt/