

Uporaba športnega plezanja kot oblike dodatne terapije pri bolnikih z multiplo sklerozo

Ana Ožura^{1}, Vita Štukovnik², Andreja Mlinarič³ in Saša Šega⁴*

¹*Služba za nevror rehabilitacijo, Nevrološka klinika, Klinični center Ljubljana, Slovenija*

²*Inštitut za klinično nevrofiziologijo, Nevrološka klinika, Klinični center Ljubljana, Slovenija*

³*Kirurška klinika, Klinični center Ljubljana, Slovenija*

⁴*Klinični oddelek za bolezni živčevja, Nevrološka klinika, Klinični center Ljubljana, Slovenija*

Povzetek: Športno plezanje je oblika fizične vadbe, ki zahteva kompleksno in raznoliko gibanje in je ob varovanju z vrvjo varna dejavnost tudi za posameznike z motorično prizadetostjo. V prispevku bomo predstavili športno plezanje kot aktivnost s potencialnim terapevtskim učinkom pri bolnikih z multiplo sklerozo. Multipla skleroza (MS) je kronična avtoimunska nevrološka bolezen, pri kateri so lahko prizadete tako motorične kot kognitivne funkcije, bolezen pa pogosto spremljajo tudi motnje razpoloženja. Nastaja kot posledica žarišč okvarjene možganovine - plakov. Predvidevamo, da je športno plezanje pri bolnikih z MS potencialno uporabno za lajšanje spastičnosti, izboljšanje samopodobe ter delovanja nekaterih področij kognitivnih sposobnosti (npr. pozornosti, izvršitvenih sposobnosti). Morebiten terapevtski učinek plezanja pričakujemo tudi na področju razpoloženjskih motenj bolnikov. V prispevku opisujemo izkušnjo bolnice z MS, ki je že vključena v naš program plezanja. V prihodnosti so potrebne raziskave, ki bodo natančneje opredelile vpliv plezanja na motnje pri bolnikih z MS.

Ključne besede: športno plezanje, multipla skleroza, terapija z vadbo, kognitivni vidiki

Therapeutic use of sport climbing for patients with multiple sclerosis

Ana Ožura¹, Vita Štukovnik², Andreja Mlinarič³ and Saša Šega⁴

¹*Neurological Rehabilitation Unit, Division of Neurology, University Medical Centre Ljubljana, Slovenia*

²*Institute of Clinical Neurophysiology, Division of Neurology, University Medical Centre Ljubljana, Slovenia*

³*Division of Surgery, University Medical Centre Ljubljana, Slovenia*

⁴*Division of Neurology, University Medical Centre Ljubljana, Slovenia*

Abstract: Sport climbing is a form of exercise that requires complex and variable movement. Because of the use of the so-called "top-rope system", this is a safe activity appropriate for individuals with physical disabilities. Therefore, climbing might prove to be an effective form of therapy for patients with multiple sclerosis. Multiple sclerosis is a chronic neurological disease that may include motor and cognitive deficits as well as affective disturbances. The illness is characterized by multifocal areas of brain damage (plaques), as consequence of autoimmune inflammation. Sport climbing might be a potentially useful activity for treating spasticity, improving a person's self image and certain aspects of

*Naslov / Address: Ana Ožura, univ. dipl. psih., Služba za nevror rehabilitacijo, Nevrološka klinika, Klinični center Ljubljana, Zaloška 2, 1000 Ljubljana, Slovenija, e-mail: ana.ozura@kclj.si

cognition, such as attention and executive functions, as well as for managing emotional disturbances. All of the above are areas where patients with multiple sclerosis might be in need of assistance. The article also describes the experience of a patient with multiple sclerosis who was enrolled in our climbing program. Future research is needed to evaluate the effect of climbing therapy for patients with multiple sclerosis.

Key words: sport climbing, multiple sclerosis, exercise therapy, cognitive aspects

CC = 3290, 3350

V prispevku bomo predstavili športno plezanje kot aktivnost s potencialnim terapevtskim učinkom pri bolnikih s kronično nevrološko boleznijo, kot je multipla skleroza. Na Nevrološki kliniki smo namreč v sodelovanju s Centrom za usposabljanje, delo in varstvo Dolfke Boštjančič oblikovali program plezanja, v katerega vključujemo bolnike v relativno napredovali fazi bolezni. Gre za bolnike z recidivno remitentno in sekundarno progresivno obliko multiple skleroze, pri katerih se že pojavlja motorična prizadetost. Opisali bomo več področij, ki so pri omenjeni bolezni pogosto v ospredju in na katera menimo, da ima plezanje lahko pozitiven vpliv – od razpoloženja, samopodobe, motivacije, spastičnosti do kognitivnih sposobnosti.

Multipla skleroza

Multipla skleroza (MS) je kronična avtoimunska vnetna bolezen osrednjega živčevja. Pri 85 do 90 odstotkih bolnikov se pojavljajo poslabšanja in remisije (Buljevac idr., 2003), ki so posledica značilnih žarišč okvarjene možganovine – plakov – v možganih in hrbtenjači, v katerih je uničen mielin, ki obdaja živčna vlakna. Posledica je upočasnjeno ali prekinjeno prevajanje živčnih impulzov po živčnih vlaknih, sčasoma pa tudi degeneracija oz. propad aksonov. Plaki se pojavljajo kot otrdela (sklerozna) področja in so razsejani po osrednjem živčnem sistemu, iz česar izhaja ime »multipla skleroza« (Schapiro, 2007). Ko je poškodbi živčnih ovojnica (demyelinizaciji) pridružena degeneracija, je ta lahko vzrok trajne invalidnosti. Novejše raziskave ugotavljajo, da se degeneracija pojavlja že veliko bolj zgodaj v poteku bolezni, kot je bilo dolgo časa pojmovano. Plaki na različnih področjih možganov in hrbtenjače lahko vodijo do izgube funkcije, ki jo omogoča prizadeto področje ali z njim povezana področja možganov. Ker so simptomi odvisni od lokacije plakov, je klinična slika lahko zelo raznolika: od prizadetosti na področju sensorike in motorike, do motenj mokrenja, utrudljivosti in razpoloženjskih ter kognitivnih motenj. Kadar, na primer, področje demielinizacije zajame male možgane, se lahko pojavijo težave pri motorični koordinaciji, medtem ko je lahko izguba volumna v hipokampusu, pred kratkim ugotovljena pri bolnikih z MS, povezana z motnjami spomina (Sicotte idr., 2008). Začetek bolezni najpogosteje nastopi med 20-im in 40-im letom, torej v življenjskem obdobju, ko naj bi bili ljudje najbolj učinkoviti. Povprečna starost ob

diagnozi je 30 let (Schapiro, 2007). Etiologija MS do danes ni povsem jasna. Stopnja konkordance med monozigotnimi dvojčki (31 %) je približno šestkrat večja kot med dizigotnimi dvojčki (5 %) (Noseworthy, Lucchinetti, Rodriguez in Weinshenker, 2000). To nakazuje, da so pomembni tako genetski faktorji kot tudi dejavniki okolja. Trenutne raziskave odkrivajo vlogo različnih imunskih celic, protiteles in drugih spremljajočih molekul pri patogenezi in nadaljnjem poteku bolezni.

Gre torej za bolezen, ki vpliva na številna področja človeškega delovanja in prizadene tudi mlade posameznike, zato je kompleksna rehabilitacija in obravnava bistvenega pomena. Zaradi lažje preglednosti smo v nadaljevanju članek razdelili glede na področja prizadetosti zaradi MS, pri katerih pričakujemo pozitiven vpliv plezalnega treninga.

Športno plezanje kot terapevtska dejavnost

Kako poteka terapija s plezanjem? Športno plezanje je aktivnost, katere glavna značilnost je plezanje po plezalnih smereh v naravnih plezališčih ali na umetnih stenah. Plezalna smer je navidezno določen pas v steni, kjer poteka vzpon plezalca. Smeri so zavarovane z varovalnimi klini in omogočajo varno vzpenjanje plezalca v plezalni smeri. Obstaja več vrst športnega plezanja; v prispevku bomo s terminom športno plezanje govorili o t. i. »klasičnem« športnem plezanju. Program plezanja z našimi bolniki se odvija v telovadnici na 6 metrov visoki plezalni steni, ki je prirejena za začetnike. To pomeni, da je prisotno večje število oprimkov (kamor se primejo z rokami) in stopov (na katere stopijo), ti so tudi večjih dimenzij kot pri plezalni steni za naprednejše plezalce. Naklon stene je 90 stopinj. Bolniki se po kratkem ogrevanju oblečejo v plezalni pas in so varovani na tako imenovani sistem varovanja od zgoraj (»top rope«). To pomeni, da se plezalec naveže na en konec proste vrvi. Vrv poteka od plezalca do sidrišča na vrhu stene ter nato naprej do varovalca. Varovalec s pomočjo samozateznega varovalnega pripomočka (»gri-gri«) pobira vrv, ko se plezalec dviguje po steni. To bolnikom omogoča, da se lahko v katerem koli trenutku varno usedejo v pas in počivajo. Bolniki z izrazito parezo nog občasno potrebujejo pomoč pri premikanju nog. Poleg plezanja navzgor je pomembna vaja tudi plezanje po steni navzdol, kar omogoča izrazito spastičnim bolnikom, da posamezno nogo močno obremenijo in dosežejo upogib v kolenu in kolk. V nadaljevanju bomo opisali tudi kognitivne sposobnosti, ki so potrebne pri športnem plezanju ter potencialni učinek tovrstne aktivnosti na samospoštovanje, razpoloženje in motivacijo udeleženega bolnika.

Vpliv gibanja na spastičnost

Za kontrolo hotenih gibov v možganih je najpomembnejša živčna pot tako imenovana piramidna proga. Mišična spastičnost oz. zvišan tonus mišic zaradi piramidne okvare in krči se pojavijo pri do 90 % bolnikov z MS (Zajicek idr., 2003). Ti simptomi povzročajo bolečine, zmanjšujejo mobilnost in prizadenejo vsakodnevne

aktivnosti. Spastičnost se najpogosteje pojavlja v specifični skupini mišic, ki je odgovorna za vzdrževanje vzravnane drže (mišice meč, stegen, zadnjice, dimelj in občasno hrbta). Tem mišicam pravimo antigravitacijske ali posturalne mišice. Kadar je prisotna spastičnost, gib uda zahteva veliko večjo porabo energije pri izvajanju vsakodnevnih dejavnosti, večja utrudljivost in otežuje koordinacijo. Schapiro (2007) navaja, da je ključ pri obravnavi spastičnosti v širjenju števila in vrst gibanja, ki jih bolnik lahko izvede ter da vaje raztegovanja (»stretching«) pomagajo pri zmanjševanju spastičnosti. Pri otrocih s cerebralno paralizo se kot terapija za spastičnost uporablja tudi plezanje (Hsieh idr., 2004). Med plezanjem se pojavi povečanje srčnega utripa in porabe kisika, kar kaže, da aktivnost zahteva velik delež celotne telesne aerobne kapacitete (Sheel, 2004). Povečujeta se tako pasivna kot aktivna gibljivost. Aktivna gibljivost je sposobnost zavzeti in ohraniti iztegnjen položaj uda s pomočjo aktivnosti lastnih mišic, med tem ko pasivna gibljivost to doseže s pomočjo lastne teže ali uporabe zunanje podpore (Schapiro, 2007). Pri plezanju so vključene mišice celotnega telesa, tudi tiste, ki so ob vsakodnevnem gibanju, kakor tudi pri marsikateri drugi športni aktivnosti, pogosto zapostavljene. Potrebna je napetost mišic celotnega telesa, pri čemer se krepijo mišice nog, rok in trebuha. Gibi, ki jih izvajamo, so večinoma novi in jih še nismo osvojili med uskladiščene mehanske gibe. Med seboj se tudi močno razlikujejo. Gre torej za variabilno in kompleksno gibanje, kar je potrebno za lajšanje spastičnosti. Kronična nevrološka bolezen, kot je MS, zahteva pogosto fizioterapijo in delavno terapijo zaradi spastičnosti in drugih motoričnih deficitov. Ob tem pa se zdravstveno osebje pogosto srečuje s pomanjkljivo motivacijo za gibanje. Plezanje je zabavna dejavnost, ki udeležene posameznike močno pritegne. Zato je plezanje zelo uporabno pri ohranjanju visoke motivacije za gibanje. Primerno je tudi pri tistih posameznikih, ki niso pripravljeni izvajati drugih vrst vaj, ki zahtevajo fizičen napor.

Stres in MS

Bolniki se pogosto sprašujejo o vlogi psiholoških dejavnikov pri razvoju bolezni. Charcot (1877, po Gold idr., 2005) je že v prvih opisih MS omenjal psihološki stres kot enega izmed potencialnih sprožilcev zagonov. Rezultati meta-analitične študije so pokazali, da empirične raziskave v zadnjih štiridesetih letih konsistentno ugotavljajo povezavo med stresnimi življenjskimi dogodki in zagoni pri MS (Mohr, Hart, Julian, Cox in Pelletier, 2004). Tako npr. Brown in sodelavci (2006) poročajo, da so stresni življenjski dogodki vplivali na pogostejše zagone pri MS, vendar v majhni meri (število akutnih stresnih dogodkov poveča tveganje za zagon za 1,3-krat). Za bolnike z MS je zato priporočljivo, da najdejo aktivnosti, ki jim pomagajo zniževati raven stresne obremenjenosti.

Strokovna literatura kaže, da lahko povečanje fizične kondicije in vzdržljivosti izboljša posameznikovo kapaciteto za spoprijemanje s stresom (Scully, Kremer, Meade, Graham in Dudgeon, 1998). Športne dejavnosti, ki se že dalj časa upora-

bljajo kot del fizioterapevtskih tehnik, pogosto upoštevajo le motorično komponento športnih aktivnosti. Plezanje pa zahteva poleg fizičnih tudi številne psihične sposobnosti: premagovanje strahu, izboljševanje plezalne tehnike, vzdrževano pozornost, iskanje najustrežnejših gibov in postavitve telesa (Jenstrle, Čufar in Gros, 2006). Menimo, da bi športno plezanje lahko predstavljalo eno izmed tehnik za zmanjševanje stresne obremenjenosti pri bolnikih z MS.

Depresivnost in MS

Ena izmed težav, ki pogosto spremlja bolnike z MS, je depresivno razpoloženje. Raziskave poročajo o zelo visoki prevalenci klinično pomembne depresije pri teh bolnikih, po nekaterih ocenah celo več kot 50 % (Mohr, Hart in Goldberg, 2003). Poleg tega naj bi bila prevalenca depresije pri bolnikih z MS visoka celo glede na druge skupine bolnikov s kroničnimi boleznimi. V zvezi s tem raziskovalci poročajo o nekaterih nevropatoloških spremembah (bolezenskih znakih, ki so vidni v možganih bolnikov ob biopsiji ali po smrti) pri bolnikih z MS, ki bi lahko bile povezane z višjimi stopnjami depresivnosti. Tako je bila ugotovljena povezava med obširnejšo nevropatologijo v levem anteriornem temporalno/parietalnem področju in depresijo pri bolnikih z MS (Siegert in Abernethy, 2005). Ni pa še ustreznega teoretskega modela, ki bi pojasnil nevropatologijo depresije in njeno povezanost z MS. Sicer je danes možno relativno uspešno zdraviti depresijo tudi pri bolnikih z MS. Pregled raziskav kaže, da je depresijo pri bolnikih z MS mogoče uspešno zdraviti z dvema oblikama zdravljenja – s kognitivno vedenjsko psihoterapijo, ki poudarja aktivne strategije spoprijemanja, in z medikamentozno, tj. z antidepresivi (Siegert in Abernethy, 2005). Med vedenjskimi tehnikami, ki se uporabljajo pri zdravljenju depresivnosti, se navaja tudi različne oblike fizične aktivnosti. Številne raziskave namreč poudarjajo pomen uporabe aerobnih vaj pri obravnavi klinične depresije (Scully idr., 1998). Novejša priporočila pravijo, da je telesna vadba učinkovita v obravnavi depresije v kombinaciji z drugimi vrstami zdravljenja, vendar še niso opravili zadovoljivih študij za potrditev učinkovitosti vadbe kot samostojne obravnave (Daley, 2008). Prav tako še niso objavili raziskav, ki bi obravnavale učinkovitost plezanja pri depresiji. Vendarle pa sklepamo, da bo plezanje kot oblika fizične vadbe lahko pozitivno vplivala na depresijo pri bolnikih z MS.

Samopodoba in samospoštovanje

Samopodoba oseb s kroničnim nevrološkim obolenjem je lahko prizadeta iz več razlogov in še posebej upade med poslabšanji bolezni. Bolniki se lahko srečujejo s stigmo, izključevanjem, izgubo zaposlitve in neodvisnosti (Hughes, Robinson – Whelen, Taylor, Swedlund in Nosek, 2004). Ko človek prvič spleza 15 metrov visoko le z uporabo lastnega telesa in ob podpori vrvi, je to za marsikoga lahko nepozaben občutek. Za hendikepirane posameznike je plezanje aktivnost, kjer so

končno lahko dobri in celo boljši od drugih. Sistem plezanja s »top-rope«, kjer je posameznik veskozi varovan z vrvjo nad seboj, omogoča varno napredovanje in počitke med plezanjem, zato je tudi motorično hudo prizadetim posameznikom in celo nepokretnim posameznikom mogoče pomagati do dokaj visokega vzpona. V doživljanju posameznika, ki je omejen v gibanju in drugih dejavnostih v primerjavi z zdravimi posamezniki, nudi plezanje bistveno spremembo v samopodobi, saj hendikepiran posameznik to dejansko zmore in mu gre pri tem dobro. S tem pa vpliva tudi na zadovoljstvo s samim seboj in na motivacijo za druge aktivnosti v življenju. Ugotovili so pozitivno povezavo med samopodobo in fizično vadbo, slednja naj bi še posebej učinkovito izboljšala samopodobo pri osebah z nizkim samospoštovanjem (Scully idr., 1998). Poleg tega fizična vadba specifično vpliva na fizično samopodobo in telesno podobo, ki je pri bolnikih z MS nižja kot pri zdravih posameznikih (Barak, Lamp, Sarova – Pinchas in Achiron, 1998). Menimo, da bi bilo zato športno plezanje kot zanimiva in privlačna oblika fizične aktivnosti lahko še posebej učinkovito pri dvigovanju ravni samopodobe bolnikov z MS.

Nevroplastičnost

Nevroplastičnost, imenovana tudi možganska plastičnost, kortikalna plastičnost ali kortikalno preoblikovanje, se nanaša na spremembe, ki se dogajajo v organizaciji možganov kot posledica izkušenj (Baars in Gage, 2007). Gre torej za sposobnost centralnega živčnega sistema za prilagajanje na nove okoljske izzive ali anatomske spremembe (Halter, Carp in Wolpaw, 1995; Hess in Donoghue, 1996; Jacobs in Donoghue, 1991; Keller, Arissian in Asanuma, 1992:). Novejši pregledni članki kažejo, da ima fizična vadba zmožnost zmanjšati dolgoročno motorično prizadetost pri bolnikih z MS (White in Castellano, 2008a, 2008b). Redna fizična aktivnost lahko pri bolnikih z MS doseže omenjene učinke zaradi z vadbo povezanega izločanja pomembnih endogenih molekul, kot so možganski rastni faktorji, citokini in stresni hormoni. Nevrotrofični faktorji, torej molekule, ki pospešujejo ali rast ali regene-racijo živčnih celic, namreč dosežejo sinaptično plastičnost in preživetje celic skozi celotno življenjsko obdobje ter podpirajo rast nevronov v pogojih povečanega stresa. Še pred časom je veljalo, da neokortikalna področja možganov (možganska skorja) po razvojnem obdobju nimajo več zmožnosti spreminjanja, medtem ko so nekatera druga področja, npr. tista povezana s tvorjenjem spominov, tj. hipokampus in dentatni girus, kjer novi nevroni nastajajo tudi v odraslosti, visoko plastična (Jarvis idr., 2005). Kljub temu pa novejša študije kažejo, da se obsežne spremembe dogajajo tudi v neokortikalnih področjih procesiranja in da lahko te spremembe pomembno vplivajo na vzorce živčne aktivacije v odzivu na izkušnje (Morgen idr., 2004). V skladu s tem je sposobnost možganskega preoblikovanja oz. plastičnost torej posledica različnih kompleksnih procesov, ki se v možganih dogajajo preko celotnega življenjskega obdobja. Na nevroplastičnost lahko vplivajo različne izkušnje in vplivi iz okolja; od gibanja in motoričnega treninga na eni, do dejavnosti kot so

mišljenje, učenje in načrtovanje na drugi strani. Takšne dejavnosti naj bi torej dejansko spreminjale fizično strukturo ali anatomijo možganov, kot tudi funkcijsko organizacijo ali fiziologijo možganov.

Za področje nevroloških bolezni je relevantno, da se plastičnost možganov ne dogaja le v normalnih procesih učenja in prilagajanja (npr. učenje novih motoričnih veščin, kot je vožnja s kolesom), ampak tudi kot odziv na poškodbe ali bolezni, ki povzročajo strukturno ali funkcionalno okvaro živčevja. Nevroplastičnost se tako kot ključni mehanizem uporablja v različnih nevrorehabilitacijskih programih, saj je to osnova za funkcijsko okrevanje po različnih poškodbah ali boleznih živčevja (Johansen-Berg idr., 2002; Schallert, Leisure in Kolb, 2000). Nevroplastičnost je bila kot pomemben mehanizem nevrorehabilitacije za vzdrževanje oz. ponovno vzpostavljanje nekaterih izgubljenih funkcij že opredeljena tudi v nekaterih študijah o MS (Pantano idr., 2002; Staffen idr., 2002). Čeprav mehanizmi možganske reorganizacije in plastičnosti pri bolnikih z MS še niso popolnoma pojasnjeni, pa dosedanje študije v splošnem kažejo, da se pri bolnikih z MS spremembe v možganski plastičnosti odražajo na eni strani predvsem v povečani aktivaciji relevantnih možganskih področij v primerjavi s tistimi pri zdravih posameznikih, na drugi strani pa prihaja tudi do rekrutacije dodatnih možganskih področij pri izvajanju določene (motorične) funkcije. Avtorji (Staffen idr., 2002) menijo, da gre za prilagoditvene spremembe ali kompenzatorne mehanizme, ki dovoljujejo normalno motorično učinkovitost kljub določeni nevronske izgubi ali poškodbi. Tako npr. študije kažejo, da je izvedba preproste motorične naloge pri bolnikih z MS povezana z bolj obširno aktivacijo motorične skorje kot pri zdravih posameznikih, kar verjetno odraža prilagoditev kortikalnih mrež na naraščajoče težave v generiranju ustreznih motoričnih odzivov (Lee idr., 2000; Pantano idr., 2002; Rocca idr., 2002). Motorični trening, potreben za pridobivanje motoričnih veščin, ter ponovno učenje izgubljenih funkcij (Indredavik, Slordahl, Bakke, Rokseth in Haheim, 1997) in funkcijsko okrevanje (Johansen-Berg idr., 2002) tako predstavlja osnovni element rehabilitacijske obravnave tudi pri bolnikih z multiplo sklerozo. Športno plezanje kot kontinuirana vadba, ki zahteva rekrutacijo tudi redkeje uporabljenih mišic ter trening številnih različnih gibov, bi tako lahko predstavljal pomembno osnovo rehabilitacije bolnikov z MS tudi v smislu spodbujanja procesov nevroplastičnosti.

Kognitivne funkcije

Nekatere športne dejavnosti, med drugim športno plezanje, zahtevajo poleg motoričnih sposobnosti tudi visoko vključenost kognitivnih sistemov. Zato nudijo idealno izhodišče za terapevtsko dejavnost. Znano je, da lahko MS poleg motoričnih sistemov pomembno prizadene tudi višje kognitivne funkcije. Raziskave kažejo, da so motnje kognitivnih sposobnosti, ki že pomembno vplivajo na poklic, socialno in vsakodnevno delovanje bolnikov, prisotne pri 45–65 % bolnikov z MS (Winkelmann, Engel, Apel in Zettl, 2007). Čeprav so kognitivni deficiti pri bolnikih z MS izrazito

heterogeni, pa raziskave najpogosteje poročajo o prizadetosti hitrosti in učinkovitosti procesiranja informacij, pozornosti, učenja in spomina, vidnoprstorskih sposobnosti ter izvršitvenih sposobnosti (Grazioli, Yeh, Benedict, Parrish in Weinstock-Guttman, 2008). Na področju spomina imajo največ težav s priklicem, prisotne pa so tudi težave pri učenju (potrebujejo več ponovitev). Ko so informacije naučene, je retencija bolnikov z MS primerljiva z zdravimi kontrolami (Chiaravalloti, Demaree, Gaudino in DeLuca, 2003).

Najprej si v splošnem oglejmo področje pozornosti in predvsem tiste vidike, na katere lahko potencialno vplivamo s plezanjem. Pozornost se nanaša na različne kapacitete ali procese, ki so povezani s tem, kako postane posameznik občutljiv oz. dovzeten za dražljaje (iz zunanega ali notranjega okolja) in kako začne prihajajoče dražljaje procesirati (Parasuraman in Greenwood, 1998). Ena izmed najznačilnejših lastnosti pozornostnega sistema je njegova omejena kapaciteta (Posner, 1978).

Raziskave kažejo, da se pozornostna kapaciteta pomembno razlikuje med posamezniki, variira pa tudi znotraj vsakega posameznika v različnih časih in pogojih (Lezak, Howieson, Loring, Hannay in Fischer, 2004). Depresija in utrujenost lahko na primer začasno znižata pozornostne sposobnosti pri sicer zdravih posameznikih (Landro, Stiles in Sletvold, 2001; Zimmerman in Leclercq, 2002), starost (Parasuraman in Greenwood, 1998) in možganske poškodbe ali bolezni pa lahko povzročijo trajne spremembe pozornostne kapacitete (Rousseaux, Fimm in Cantagallo, 2002; van Zomeren in Brouwer, 1994). Sam enostaven obseg pozornosti, torej koliko informacij lahko v danem trenutku posameznik zaobjame, naj bi predstavljal relativno enostaven in nenaporen proces, ki je pogosto odporen na učinke staranja in številne možganske motnje. Štirje drugi vidiki pozornosti pa so bolj občutljivi in zato pogosto večje klinične vrednosti (Lezak idr., 2004). (1) *Selektivna pozornost* se nanaša na sposobnost izbire relevantnega dražljaja ob ignoriranju drugih, irelevantnih dražljajev iz okolja. Pogosto se jo opredeljuje tudi s terminom koncentracija. (2) *Vzdrževana pozornost* ali *vigilnost* opredeljuje sposobnost vzdrževanja pozornostne aktivnosti preko (specifičnega) časovnega intervala. (3) *Deljena pozornost* vključuje sposobnost odzivanja na več kot eno nalogo hkrati ali na številne elemente oz. operacije znotraj ene naloge. (4) *Izmenjujoča pozornost* dovoljuje preskoke v žarišču oz. med različnimi nalogami (Lezak idr., 2004).

Pozornost je tako nujno potrebna sposobnost za učinkovito, k cilju usmerjeno vedenje. Pri športni aktivnosti, kot je npr. plezanje, je pozornost tako pogoj, da bi lahko posameznik uporabil svoje zaznavno-motorične sposobnosti in izbiral med njimi. Selektivna pozornost usmerja posameznika pri izbiri vedenjsko relevantnih dražljajev (npr. barva oprimka) in omogoča sledenje relevantnim oprimkom v smeri, in s tem k cilju usmerjeno vedenje, torej gibanje v plezalni smeri navzgor. Z oddaljevanjem od tal se posameznik znajde v povsem novi situaciji, kjer kljub stalnemu varovanju vsak gib zahteva tudi več pozornosti in kontrolo strahu. Med plezanjem je ključna tudi vzdrževana pozornost, saj gibanje v določeni plezalni smeri poteka v daljšem časovnem intervalu; tako tudi pri naših bolnikih poteka nemoteno deset ali celo nekaj

deset minut. Bolnik mora torej vzdrževati pozornostno aktivnost do dosege cilja (vrh stene, določena višinska točka) ali končanja naloge (padec). Pri plezanju je pogosto potrebno aktivirati tudi sistem deljene pozornosti, saj se mora plezalec koordinirano osredotočati npr. na gibe obeh rok, ob tem pa hkrati tudi na težišče telesa in položaj nog, ki šele skupaj pripomorejo k učinkovitemu gibu v določeni smeri.

Vsaj v začetnih fazah plezalnega treninga so pri plezalcih tako aktivirani zlasti voljni pozornostni procesi, pri katerih je pozornost usmerjana endogeno ter nadzorovana s posameznikovo voljo (Jonides, 1981; Posner, 1980). Funkcijska magnetna slikanja možganov kažejo, da naj bi se izvajanje nove motorične naloge, ki zahteva veliko voljne pozornosti, nevrofiziološko povezovalo zlasti z močnejšo aktivacijo dorzolateralnih predelov čelnega režnja (Duff idr., 2007), ta aktivacija pa naj bi se po krajšem obdobju treninga zmanjšala. Z vajo tako nekateri gibi postajajo vedno bolj avtomatični, refleksni, ter zahtevajo vedno manj pozornostnih virov; pozornostna kontrola določenih gibov postane tako v večji meri vodena zgolj z zunanjimi dražljaji, mentalni napor ob izvajanju teh gibov je manjši. Novi, nepredvidljivi dražljaji (npr. drugače postavljena plezalna smer, večja težavnostna stopnja smeri) pa ponovno v večji meri aktivirajo voljno pozornostno kontrolo za načrtovanje in izvedbo plezalnih gibov. Z dajanjem verbalnih navodil med plezanjem lahko udeleženca še dodatno spodbudimo k zavestnemu usmerjanju pozornosti na določene aspekte gibanja (pozicija rok, nog in telesa) ter na dejavnike okolja (barva in oblika naslednjega oprimka).

Tudi samo načrtovanje in izvedba giba (motorična kontrola) plezalca zahteva vključenost višjih kognitivnih procesov. V splošnem lahko motorično kontrolo opredelimo s štirimi zaporednimi stopnjami (Willingham, 1998): (1) strateški proces – omogoča identifikacijo cilja gibanja; (2) perceptualno-motorična integracija – izbira tarčo za gibanje; (3) procesi zaporednega razporejanja (»sequencing«) – omogočajo načrtovanje zaporedja več gibov, in (4) dinamični procesi – so podlaga za učenje novih prostorskih in časovnih vzorcev gibov. Kadar izvajamo nove kompleksne gibe, je najprej treba opredeliti cilj gibanja, npr. premik v določeni plezalni smeri za dosego specifičnega oprimka. Ti strateški procesi načrtovanja potekajo zlasti v frontalnem možganskem režnju (Baars in Gage, 2007). Pri načrtovanju gibov je udeležen predvsem dorzolateralni del prefrontalnega korteksa (Willingham, 1998), ki je ključen tudi za divergentno mišljenje in izbiro strategij pri reševanju problemov. Tako raziskave kažejo, da je tvorjenje strategij naporno za bolnike s poškodbami frontalnega režnja (Duncan, 1986; Jouandet in Gazzaniga, 1979; Milner in Petrides, 1984), težave pa imajo tudi z že omenjenim divergentnim mišljenjem oz. generiranjem številnih različnih rešitev za en problem, kakor tudi z menjavanjem strategij, ko so enkrat z nalogo že začeli, kljub temu da se začetni plan morda izkaže za neučinkovitega (Drewe, 1974; Milner, 1964). Dorzolateralni prefrontalni režnjevi je torej ključen tudi za procese, s katerimi lahko akter odkriva nove, bolj učinkovite načine za izvedbo naloge (Duff idr., 2007), npr. izbira druge gibe ali kombinacije gibov ali celo oprimkov za bolj učinkovito gibanje v plezalni smeri navzgor. Znano je, da ima precejšen delež

bolnikov z MS pomemben upad na področju izvršitvenih funkcij (Basso idr, 2008; Kalmar, Gaudino, Moore, Halper in Deluca, 2008). To pomeni, da imajo lahko med drugim več težav pri načrtovanju aktivnosti in oblikovanju ustreznega zaporedja reševanja problema. Sklepamo, da bi terapija s plezanjem lahko prek aktivacije frontalnega režnja s pomočjo načrtovanja in izvajanja novih gibov morda pripomogla tudi k izboljševanju bolnikovih sposobnosti načrtovanja.

Da bi napredovali v vertikalni smeri je treba osvojene gibe tudi povezati v določeno zaporedje. Na podoben način mora bolnik tudi v vsakodnevnem življenju sestaviti določeno zaporedje gibov glede na specifičen cilj, kot npr. pri kuhanju. Kot rečeno skozi ponavljanje vaj izkušnje povzročajo reorganizacijo kortikalnih področij in utrjevanje povezav med ključnimi strukturami za funkcijo (tj. suplementarno motorično področje, bazalni gangliji, mali možgani pri sekvencioniranju gibov, Willingham, 1998) ter prispevajo na eni strani k bolj učinkovitemu izvajanju gibov (bolj točen gib, hitrejši gib ...), na drugi strani pa tudi k bolj učinkovitemu načrtovanju aktivnosti oz. izbiri bolj ustreznih gibov ali okoljskih ciljev (ponovno, specifični oprimki).

Če se ob tem ponovno vrnemo k pozornostnim procesom ter avtomatičnemu nasproti voljnemu pozornostnemu procesiranju, v skladu s teorijo dveh načinov procesiranja («dual mode principle»; Willingham, 1998) velja, da so vsa voljna dejanja pogojena z zavestnim okoljskim ciljem. Poznejše transformacije ob večkrat ponovljeni motorični dejavnosti generirajo t.i. motorične reprezentacije oz. motorične engrame za gibanje, tako da se lahko pozneje isto gibanje dogaja izven zavestne pozornosti posameznika. Če se dejanje izvršuje na nezavedni način, nastane torej gib. Če se dejanje izvršuje zavestno, pa strateški proces za izbiro okoljskih ciljev generira tudi tarče gibanja in njihovo zaporedje. Z vadbo plezanja tako na eni strani urimo čimbolj učinkovito in vedno bolj avtomatizirano izvedbo nekaterih gibov, ob tem pa puščamo in ustvarjamo prostor za nova, bolj učinkovita načrtovanja celotne aktivnosti.

Osrednja kognitivna funkcija je verjetno človekova sposobnost za spomin, učenje, ter dostopanje do shranjenega znanja. Od vrste dejavnosti, ki jo opravlja plezalec, je odvisna tudi vključenost spomina pri tej aktivnosti. Spomin lahko v osnovi razdelimo na *eksplicitni spomin*, ki predstavlja zavesten priklic shranjenih informacij in posreduje spomine o dejstvih in dogodkih ter *implicitni spomin*, ki ga ne spremlja zavestno zavedanje o tem, da nek spomin imamo, vendar o njem sklepamo na podlagi učinkov, ki jih ima na vedenje (Lezak idr., 2004). Pomemben del implicitnega spomina je proceduralni spomin, ki se nanaša na senzomotorične spretnosti ali avtomatične veščine, ki so v veliki meri nezavedne. Mediator različnih vrst senzomotoričnega učenja so povezave med bazalnimi gangliji in frontalnimi mrežji (Yin in Knowlton, 2006). Med športnimi aktivnostmi se razvija predvsem proceduralni spomin oz. večinoma nezavedno znanje o tem, kako izvesti določen gib rok, nog, telesa, oz. zaporedje gibov. Kot navedeno že zgoraj, s ponavljanjem oz. avtomatizacijo specifičnih gibov nastajajo motorični engrami, pri čemer deluje zanka med bazalnimi gangliji v povezavi z malimi možgani. Z dajanjem navodil plezalcu

in njegovim opazovanjem druge osebe, ki izvaja enako aktivnost, izkoriščamo tudi možnosti eksplcitnega spomina, in tako pospešimo učenje.

Če povzamemo – s treningom plezanja lahko torej stremimo k učenju novih gibov in izkoriščanju pri običajnem gibanju bolnika manj izkoriščenih mišic, kakor tudi večanju moči vključenih mišic ter k izboljšanju ravnotežja in koordinacije telesa. V primerjavi s športi kot so plavanje, kolesarjenje in tek, zahteva plezanje namreč bistveno večje število različnih in kompleksnejših gibov. Ob tem je še pomembneje, da lahko posledično plezanje deluje tudi kot vadba višjih kognitivnih funkcij, zlasti načrtovanja in sekvencioniranja.

Varnost športnega plezanja

Na tem mestu se želimo dotakniti tudi vprašanja varnosti tovrstne aktivnosti. Udeležence plezanja je treba že od prve ure naprej navajati na varno plezanje. Treba se je zavedati, da se jih s tem uči vrste vedenja, ki je lahko za njih potencialno nevarna, če jo bodo uporabljali v neprimernih situacijah. Od samega začetka je treba poudarjati in učiti, da se pleza samo, ko si ustrezno varovan. Zaradi težav s koordinacijo in ravnotežjem imajo bolniki z MS lahko težave pri številnih oblikah fizične vadbe. Športno plezanje s pomočjo varovanja z vrvjo pa omogoča varne in udobne pogoje za fizično dejavnost. Pri bolnikih z MS se lahko pojavi tudi pomislek, da sta tako naporna fizična aktivnost, kot je plezanje, ter posledični dvig telesne temperature lahko sprožila nov zagon. Bolniki z MS so namreč zelo občutljivi za dvig temperature, ob čemer se lahko pojavi nenevarno začasno poslabšanje simptomov. Nekateri bolniki ob ogrevanju med vadbo tako opazijo meglen vid, kar je znano kot Uthhoffov znak (White in Dressendorfer, 2004). Meta-analitične raziskave različnih programov fizične aktivnosti pri bolnikih z MS in drugimi kroničnimi boleznimi tako razen omenjenih nenevarnih pojavov niso našle podatkov o poslabšanju simptomov (Taylor, Dodd, Shields in Bruder, 2007). Zaključimo torej lahko, da segrevanje ob fizični aktivnosti ne pomeni nevarnosti za poslabšanje pri bolnikih z MS.

Zaključek

V članku smo skušali opisati različna področja, kjer lahko športno plezanje vpliva na bolnike z MS. Gre za aktivnost, ki zahteva izvajanje številnih novih in kompleksnih gibov, modulacijo emocij (premagovanje strahu) in vzdrževanje pozornosti. Pozitivne učinke bi lahko pričakovali na področju spastičnosti, samospoštovanja, kognitivnih sposobnosti kot tudi psihičnih motenj (depresivnost). Športno plezanje se na žalost še ni uveljavilo kot terapevtska dejavnost. Raziskave na tem področju so zelo redke. Dosegljive so le na področju dela z otroci z motnjami v duševnem razvoju (Hsieh idr., 2004; Cheng, 2006; Lazik in Bittman, 2006). V prihodnosti bi bile torej potrebne raziskave, ki bi ocenile vpliv plezalne terapije pri bolnikih z MS. Ob tem bi bila potrebna multidisciplinarna zasnova raziskovanja, ki bi vsebovalo

tako ocenjevanje motoričnih funkcij kot tudi spremljanje kognitivnih in čustvenih dejavnikov. Tovrstni dokazi o učinkovitosti bi omogočili organizacijo plezalne terapije, ki bi bila dostopna večjemu številu bolnikov. Naše kratkoročne izkušnje na tem področju namreč kažejo, da plezanje lahko pomembno vpliva na kvaliteto življenja bolnikov z MS. To bi na koncu radi ponazorili tudi z izkušnjo prve bolnice, ki smo jo vključili v trimesečni program plezanja.

Osebna izkušnja bolnice z MS s plezanjem

»Diagnozo MS imam 14 let. Hodim s pomočjo dveh bergel ali pohodnih palic.

Od meseca julija plezam v plezalni steni. Najprej sem zmogla samo približno dva metra, zdaj pridem že do vrha plezalne stene in lahko plezam tudi navzdol po steni.

Pomen plezanja zame je predvsem psihičen in zelo osebni. Veliko sem se že ukvarjala s svojim telesom (joga, fizioterapija, masaža . . .), a nikoli mi ni uspelo spraviti mojih osnovnih težav - bolezn, iz glave. Ob plezanju se to dogaja. Koncentrirana sem miselno samo na gibanje v steni. Vsaka telesna ovira, ki se mi pojavi je samo priložnost poiskati drug način gibanja, da jo premagam. Ne ostaja v moji glavi kot hendikep. Od nje enostavno "odplavam".

V svojem normalnem gibanju zaenkrat še ne zaznavam kakšnih izboljšanj, morda samo stabilizacijo stanja. Psihično pa zelo napredujem. Vsakodnevne stiske so krajše. Kakšen dan jih celo ni. Ustvarjalno sem se zelo razmahnila. Stiki z ljudmi so postali bolj sproščeni. Počutim se dobro.«

Literatura

- Baars, B. J. in Gage, N. M. (2007). *Cognition, brain, and consciousness: Introduction to cognitive neuroscience*. London: Academic Press.
- Barak, Y., Lamp, Y., Sarova-Pinchas, I. in Achiron, A. (1998). Self and body esteem perception in multiple sclerosis. *Behavioral Neurology*, 11, 159–161.
- Basso, M. R., Shields, I. S., Lowery, N., Ghormley, C., Combs, D., Arnett, P. A. in Johnson, J. (2008). Self-reported executive dysfunction, neuropsychological impairment, and functional outcomes in multiple sclerosis. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 3, 1-11.
- Brown, R. F., Tennant, C. C., Sharrock, M., Hodgkinson, S., Dunn, S. M. in Pollard, J. D. (2006). Relationship between stress and relapse in multiple sclerosis: Part I. Important features. *Multiple Sclerosis*, 12, 453 - 464.
- Buljevac, D., Hop, W. C. J., Reeder, W., Janssens, C. J. W., van den Meche, F. G. A., van Doorn, P. A. in Hintzen, R. Q. (2003). Self reported stressful life events and exacerbations in multiple sclerosis: Prospective study. *British Medical Journal*, 327, 646-649.
- Cheng, J. (2006). *Pilot study*. Neobjavljeno gradivo [Unpublished manuscript], Peak Potential, Inc.: A non-profit organization dedicated to helping children with special

- challenges reach new heights.
- Chiaravalloti, N. D., Demaree, H., Gaudino, E. A. in DeLuca, J. (2003). Can the repetition effect maximize learning in multiple sclerosis? *Clinical Rehabilitation*, 17: 58-68.
- Daley, A. (2008). Exercise and depression: A review of reviews. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 15, 140 – 147.
- Drewe, E. A. (1974). The effect of type and area of brain lesions on Wisconsin Card Sorting Test performance. *Cortex*, 10, 159-170.
- Duff, E., Xiong, J., Wang, B., Cunnington, R., Fox in P., Egan, G. (2007). Complex spatio-temporal dynamics of fMRI BOLD: A study of motor learning. *Neuroimage*, 34(1), 156-68.
- Duncan, J. (1986). Disorganisation of behaviour after frontal lobe damage. *Cognitive Neuropsychology*, 3, 271-290.
- Gold, S. M., Mohr, D. C., Huitinga, I., Flachenecker, P., Sternberg, E. M. in Heesen, C. (2005). The role of stress-response systems for the pathogenesis and progression of MS. *Trends in immunology*, 26(12), 644-652.
- Grazioli, E., Yeh, A. E., Benedict, R. H. B., Parrish, J. in Weinstock-Guttman, B. (2008). Cognitive dysfunction in MS: Bridging the gap between neurocognitive deficits, neuropsychological batteries and MRI. *Future Neurology*, 3(1), 49–59.
- Halter, J. A., Carp, J. S. in Wolpaw, J. R. (1995). Operantly conditioned motoneuron plasticity: Possible role of sodium channels. *Journal of Neurophysiology*, 73, 867–71.
- Hess, G. in Donoghue, J. P. (1996). Long-term depression of horizontal connections in rat motor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 8, 658 – 65.
- Hsieh, H. W., Chen, J. J., Wu, S. K., Chung, M. C., Lin, K. H., Wang, S. H., Chen, F. C. in Liao, Y. H. (2004). *Evaluation of a group rock climbing program for children with developmental coordination disorder*. Referat na srečanju [Paper presented at] 51th Annual Meeting of the American College of Sport Medicine(ACSM), Indianapolis, ZDA.
- Hughes, B. R., Robinson-Whelen, S., Taylor, H. B., Swedlund, N. in Nosek, M. A. (2004). Enhancing self-esteem in women with physical disabilities. *Rehabilitation Psychology*, 49(4), 295–302.
- Indredavik, B., Slordahl, S. A., Bakke, F., Rokseth, R. in Haheim, L. L. (1997). Stroke unit treatment. Long-term effects. *Stroke*, 28, 1861 – 6.
- Jacobs, K. M. in Donoghue, J. P. (1991). Reshaping the cortical motor map by unmasking latent intracortical connections. *Science*, 251, 944–7.
- Jarvis, E. D., Gunturkun, O., Bruce, L., Csillag, A., Karten, H., Kuenzel, W., Medina, L., Paxinos, G., Perkel, D. J., Shimizu, T., Striedter, G., Wild, J. M., Ball, G. F., Dugas-Ford, J., Durand, S. E., Hough, G. E., Husband, S., Kubikova, L., Lee, D. W., Mello, C. V., Powers, A., Siang, C., Smulders, T. V., Wada, K., White, S. A., Yamamoto, K., Yu, J., Reiner, A. in Butler, A. B. (2005). Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(2), 151–9.
- Jenstrle, A., Čufar, M. in Gros, N. (2006). *Z glavo in srcem do vrha celosten pogled na pshično pripravo športnega plezalca [With head and heart till the top – mental preparation of sport climber]*. Šmartno pri Litiji: Biroservis.
- Johansen-Berg, H., Dawes, H., Guy, C., Smith, S. M., Wade, D. T. in Matthews, P. M. (2002). Correlation between motor improvements and altered fMRI activity after

- rehabilitative therapy. *Brain*, 125, 2731–42.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. V J. B. Long, A. D. Baddeley (ur.), *Attention and performance IX* (str.: 187-203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jouandet, M. in Gazzaniga, M. S. (1979). The frontal lobes. V M. S. Gazzaniga (ur.), *Handbook of behavioral neurobiology* (str. 25-59). New York: Plenum.
- Kalmar, J. H., Gaudino, E. A., Moore, N. B., Halper, J. in Deluca, J. (2008). The relationship between cognitive deficits and everyday functional activities in multiple sclerosis. *Neuropsychology*, 22(4), 442-449.
- Keller, A., Arissian, K. in Asanuma, H. (1992). Synaptic proliferation in the motor cortex of adult cats after long-term thalamic stimulation. *Journal of Neurophysiology*, 68, 295–308.
- Landro, N. I., Stiles, T. C. in Sletvold, H. (2001). Neuropsychological function in nonpsychotic unipolar major depression. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology*, 14, 233-240.
- Lazik, D. in Bittman, F. (2006). *Report: Experience with climbing therapy*. Univerza v Potsdamu. Pridobljeno 26.2.2006 na http://www.pitt.uni-potsdam.de/innotrend/boulder2800presentation/E/Experience_with_Climbing_Therapy.pdf
- Lee, M., Reddy, H., Johansen-Berg, H., Pendlebury, S., Jenkinson, M. in Smith, S. (2000). The motor cortex shows adaptive functional changes to brain injury from multiple sclerosis. *Annals of Neurology*, 47, 606 – 13.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring D. W., Hannay, J. H. in Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological Assessment*. London: Oxford University Press.
- Milner, B. (1964). Some effects of frontal lobectomy in man. V J. Warren, K. Ekert (ur.), *The frontal granular cortex and behavior* (313-334). New York: McGraw Hill.
- Milner, B. in Petrides, M. (1984). Behavioral effects of frontal-lobe lesions in man. *Trends in Neurosciences*, 7, 403-407.
- Mohr, D. C., Hart, S. L., Julian, L., Cox, D. in Pelletier, D. (2004). Association between stressful life events and exacerbation in multiple sclerosis: A meta-analysis. *British Medical Journal*, 328, 731-733.
- Mohr, D. C., Hart, S. L. in Goldberg, A. (2003). Effects of treatment for depression on fatigue in multiple sclerosis. *Psychosomatic Medicine*, 65, 542–547.
- Morgen, K., Kadom, N., Sawaki, L., Tessitore, A., Ohayon, J., McFarland, H., Frank, J., Noseworthy, J. H., Lucchinetti, C., Rodriguez, M. in Weinshenker B. G. (2000). Multiple Sclerosis. *New England Journal of Medicine*, 343(13), 938-952.
- Pantano, P., Iannetti, G. D., Caramia, F., Mainero, C., Di Legge, S. in Bozzao, L. (2002). Cortical motor reorganization after a single clinical attack of multiple sclerosis. *Brain*, 125, 1607–15.
- Parasuraman, R. in Greenwood, P. M. (1998). Selective attention in aging and dementia. V R. Parasuraman (ur.), *The attentive brain* (str. 461–488). Cambridge, MA: MIT Press.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillside, NJ: Erlbaum.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.

- Rocca, M. A., Falini, A., Colombo, B., Scotti, G., Comi, G. in Filippi, M. (2002). Adaptive functional changes in the cerebral cortex of patients with nondisabling multiple sclerosis correlate with the extent of brain structural damage. *Annals of Neurology*, 51, 330 - 339.
- Rousseaux, M., Fimm, B. in Cantagallo, A. (2002), Attention disorders in cerebrovascular diseases. V M. Leclerq, P. Zimmerman (ur.), *Applied neuropsychology of attention: Theory, diagnosis and rehabilitation* (str..280–304). New York: Psychology Press.
- Schallert, T., Leasure, J. L. in Kolb, B. (2000). Experience-associated structural events, subependymal cellular proliferative activity, and functional recovery after injury to the central nervous system. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 20, 1513–1528.
- Schapiro, R. T. (2007). *Managing the symptoms of multiple sclerosis*. New York: Demos Medical Publishing.
- Scully, D., Kremer, J., Meade, M. M., Graham, R. in Dudgeon, K. (1998). Physical exercise and psychological well being: A critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 32,111–120.
- Sheel, A. W. (2004). Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 355-359.
- Sicotte, N. L., Kern, K. C., Giesser, B. S., Arshanapalli, A., Schultz, A., Montag, M. Wang, H. in Bookheimer, S. Y., (2008). Regional hippocampal atrophy in multiple sclerosis. *Brain*, 131(4), 1134-1141.
- Siegert, R. J. in Abernethy, D. A. (2005). Depression in multiple sclerosis: A review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 76, 469 - 475.
- Staffen, W., Mair, A., Zauner, H., Unterrainer, J., Niederhofer, H. in Kutzelnigg, A. (2002). Cognitive function and fMRI in patients with multiple sclerosis: evidence for compensatory cortical activation during an attention task. *Brain*, 125, 1275–1282.
- Taylor, N. F., Dodd, K. J., Shields, N. in Bruder, A. (2007). Therapeutic exercise in physiotherapy practice is beneficial: A summary of systematic reviews 2002– 2005. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(1), 7-15.
- Van Zomeren, A. H. in Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.
- White, L. J. in Castellano, V. (2008a). Exercise and brain health: Implications for multiple sclerosis part 1: Neuronal growth factors. *Sports Medicine*, 38(2), 91-100.
- White, L. J. in Castellano, V. (2008b). Exercise and brain health: Implications for multiple sclerosis Part 2: Immune factors and stress hormones. *Sports Medicine*, 38(2), 91–100.
- White, L. J. in Dressendorfer, R. H. (2004). Exercise and multiple sclerosis. *Sports Medicine*, 34(15), 1077–1100.
- Willingham, D. B. (1998). A neuropsychological theory of motor skill learning. *Psychological Review*, 105(3), 558-584.
- Winkelmann, A., Engel, C., Apel, A. in Zettl, U. K. (2007). Cognitive impairment in multiple sclerosis. *Journal of Neurology*, 254(2), 35–42.
- Yin, H. H. in Knowlton, B. J. (2006). The role of the basal ganglia in habit formation. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(6), 464-476

- Zajicek, J., Fox, P., Sanders, H., Wright, D., Vickery, J., Nunn, A. in Thompson, A. (2003). Cannabinoids for treatment of spasticity and other symptoms related to multiple sclerosis (CAMS study): Multicentre randomised placebo-controlled trial. *Lancet*, 362, 1517–26.
- Zimmerman, P. in Leclercq, M. (2002). Neuropsychological aspects of attentional functions and disturbances. V M. Leclercq in P. Zimmerman (ur.), *Applied neuropsychology of attention: Theory, diagnosis and rehabilitation* (str. 56-86). New York: Psychology Press.