

Julija Ocepek, Tina Tinkara Jeras, Nataša Bizovičar, Gaj Vidmar

Vpliv vadbe na robotski napravi Armeo Power na funkcijske sposobnosti okvarjenih zgornjih udov pri pacientih na rehabilitaciji po možganski kapi

Povzetek. Na svetovni in slovenski ravni je možganska kap drugi najpogostejši vzrok smrti. Pogosta posledica možganske kapi je zmanjšana funkcija zgornjega uda, kar vpliva na izvajanje vsakodnevnih aktivnosti. Rehabilitacija oseb po možganski kapi vpliva na ponovno motorično učenje, ki se ga doseže tudi z visoko intenzivnostjo in ponovljivostjo vadbe na robotskih napravah. Rehabilitacijska robotska tehnologija se je v zadnjem času zelo razvila. Izvedli smo retrospektivno analizo podatkov iz medicinske dokumentacije desetih odraslih pacientov po možganski kapi na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije Soča, ki so bili v letu 2024 vključeni v vadbo na robotski napravi Armeo®Power. Napredek motorične funkcije okvarjenega zgornjega uda smo ocenili z Wolfvim testom motorične funkcije in Vprašalnikom za ocenjevanje motorične dejavnosti. Glede vseh mer izida so napredovali skoraj vsi pacienti. Potrdili smo negativno povezanost izboljšanja motorične funkcije okvarjenega zgornjega uda s časom od možganske kapi do začetka vadbe. Za oceno neposrednega učinka robotske vadbe bi bila potrebna prospektivna randomizirana študija s kontrolno skupino.

Ključne besede: možganska kap; rehabilitacija; robotika; motorične funkcije.

The Effect of Training on the Armeo Power Robotic Device on the Functional Abilities of Impaired Upper Limbs in Rehabilitation Patients after Stroke

Abstract. On the global and national level, stroke is the second most frequent cause of death. A common consequence of stroke is impaired upper limb function, which affects performing daily activities. Rehabilitation of people after stroke causes motor relearning, which can also be achieved with highly intensive and repetitive exercise using robot devices. Rehabilitation robotic technology has developed rapidly in the recent years. We performed a retrospective analysis of data from medical records of ten adult patients after stroke at the University Rehabilitation Institute in Ljubljana who performed exercises using the Armeo®Power robotic device in 2024. The progress in motor function of the impaired upper limb was assessed using the Wolf Motor Function Test and the Motor Activity Log. Nearly all the patients progress in terms of all the outcome measures. We confirmed the negative association between improvement of motor function of the impaired upper limb and time between stroke and exercise-program onset. Estimating the direct effect of robot-assisted exercise would require a prospective randomised controlled trial.

Key words: stroke; rehabilitation; robotic; motor functions.

■ Infor Med Slov 2024; 29(2): 10-15

Institucije avtorjev / Authors' institutions: Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana (JO, TTJ, NB, GV); Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana (NB, GV); Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Univerza na Primorskem, Koper (GV).

*Kontaktna oseba / Contact person: pred. Julija Ocepek, dipl. del. ter., MSc OT, URI Soča, Linhartova 51, 1000 Ljubljana, Slovenija.
E-pošta / E-mail: julijaocepek@gmail.com.*

Prispelo / Received: 24. 12. 2024. Sprejeto / Accepted: 30. 12. 2024.

Uvod

Na svetovni in slovenski ravni je možganska kap po številu smrtnih žrtev na drugem mestu¹ in eden izmed najpogostejših vzrokov za zmanjšano zmožnost nevrološkega izvora pri odraslih.² Zaradi okvare različnih telesnih funkcij so prisotne različne posledice na področjih vsakodnevnega delovanja.³ Zelo pogosta posledica možganske kapi je zmanjšana funkcija zgornjega uda, kar vpliva na izvajanje vsakodnevnih aktivnosti, kot so hranjenje in pitje, gibanje, premeščanje, osebna higiena ter oblačenje.⁴

Okrevanje po možganski kapi je dolgotrajno in odvisno predvsem od obsežnosti in mesta možganske okvare ter stopnje okrevanja centralnega živčevja.⁵ Okrevanje pomeni postopno vračanje specifične funkcije po izpadu, nastalem zaradi okvare centralnega živčnega sistema.⁶

Rehabilitacijska obravnava po možganski kapi ima pomembno vlogo pri izboljšanju funkcijskega okrevanja bolnikov.⁷ Eden izmed glavnih namenov rehabilitacijske obravnave je, da osebe po možganski kapi ohranijo, razvijejo in ponovno vzpostavijo izgubljene motorične funkcije, hkrati pa učenje novih načinov za kompenzacijo preostale zmanjšane zmožnosti.⁸ Rehabilitacija oseb po možganski kapi vpliva na ponovno motorično učenje, katerega se doseže tudi z visoko intenzivnostjo in ponovljivostjo vadbe na robotskih napravah. Taka vadba vpliva na mišični tonus, obseg giba, motoriko in samostojnost v vsakdanjem življenju.⁹ Uporaba robotskih naprav za zgornji uda je varna in omogoča intenzivno vadbo, ki lahko poteka sočasno z okoljem navidezne resničnosti.

V zadnjih desetletjih se je robotska tehnologija, ki se uporablja v nevrološki rehabilitaciji, zelo razvila. Možni načini uporabe robotskih naprav so aktivne-podporne, aktivne in pasivne narave. Razlikujejo se v stopnji sodelovanja uporabnika med vadbo na robotski napravi.¹⁰ Terapija s pomočjo robotskih naprav za zgornji ud je podprta z dokazi o učinkovitosti pri izboljšanju motoričnih funkcij okvarjenega zgornjega uda.¹¹

Tudi na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije Soča (URI Soča) se robotske naprave že dolgo uporabljajo. Namen naše raziskave je bil oceniti vpliv vadbe na robotski napravi Armeo®Power na funkcijske sposobnosti okvarjenih zgornjih udov pri osebah po možganski kapi.

Metode

Opravili smo retrospektivno analizo podatkov iz medicinske dokumentacije (spol, starost, vrsta možganske kapi, čas od možganske kapi, začetna in končna ocenjevanja) bolnikov po možganski kapi, ki so bili v letu 2024 obravnavani na Oddelku za rehabilitacijo pacientov po možganski kapi URI Soča in so bili vključeni v vadbo na robotski napravi Armeo®Power. Raziskavo je odobrila Komisija za medicinsko etiko URI Soča.

Udeleženci

V raziskavo smo vključili osebe po možganski kapi, ki so bile vključene v vadbo s pomočjo robotske naprave Armeo®Power za zgornji ud. Vključitveni kriteriji so bili: diagnoza možganske kapi, postavljena pred največ dvema letoma, odsotnost večjih kognitivnih primanjkljajev (dosežek na Kratkem preizkusu spoznavnih sposobnosti vsaj 25 točk), brez motenj vida in zmožnost vzdrževanja sedečega položaja. Izključitveni dejavniki so bili: prisotnost bolečine v okvarjenem zgornjem ud, degenerativne spremembe sklepov okvarjenega zgornjega uda, izguba občutljivosti na okvarjenem zgornjem ud in epilepsija. Skupaj je kriterijem ustrezalo 10 oseb.

Potek obravnav na robotski napravi

Prva obravnava je bila namenjena izvedbi začetnega ocenjevanja, kjer je delovni terapevt skupaj s pacientom ocenil motorične funkcije obeh zgornjih udov. V ta namen smo uporabili Wolfov test motoričnih funkcij, z uporabo Vprašalnika za ocenjevanje motorične dejavnosti pa smo ocenili količino in kakovost uporabe okvarjenega zgornjega uda. Pacient je nato opravil 10 vadb na robotski napravi Armeo®Power, vsaka obravnava je trajala 45 minut. V zadnji obravnavi smo ponovili ocenjevanja z zgoraj omenjenima ocenjevalnima instrumentoma.

Robotska naprava za zgornji ud Armeo®Power

Armeo®Power (slika 1) je eksoskeletna robotska naprava, ki omogoča natančno določitev kinematične konfiguracije človeka ter fiziološke gibe. Z udom je povezana v več točkah in osi robotskih sklepov se skladajo z osmi človeških sklepov. Zasnovana je za pomoč pri rehabilitaciji zgornjih udov, zlasti pri osebah po možganski kapi s hudimi do zmernimi okvarami motoričnih funkcij rame in roke. Robotska naprava deluje po načelu robotskega gibanja s pomočjo (minimalno, zmerno, visoko) in pomaga pacientu dokončati gib, ki ga sam ne zmore izvesti v celoti oziroma dokončati. Če pacient samostojno

premika zgornji ud, robot v to ne posega, če pa ima težave s premikanjem določenega dela telesa (npr. zaradi šibkosti ali spastičnosti mišic), robot zagotovi dodatno pomoč pri izvedbi giba.



Slika 1 Izgled in uporaba naprave Armeo®Power.

Robot je povezan z distalno ročko, ta pa ima vgrajen senzor, ki zazna silo oprijema in spusta virtualnih predmetov med izvajanjem računalniško podprtih ciljno usmerjenih nalog. Poleg tega senzorji zaznajo vse aktivne gibe zgornjega uda in vse izvedene kote posameznih sklepov. Količino gravitacijske in robotsko podprte pomoči izbere terapevt. Robotska naprava je namenjena ponavljajočim se vajam, ki so oblikovane tako, da izboljšajo specifično gibanje zgornjega uda. To pomaga pri ponovnem učenju in obnovi možganskih povezav ter mišične funkcije po kapi. Ker se robot prilagaja gibanju pacienta in natančno zagotavlja pomoč samo tam, kjer je potrebna, pacienti pogosto čutijo večji nadzor nad

svojim okrevanjem, kar povečuje njihovo angažiranost in motivacijo za terapijo.

Ocenjevalni instrumenti

Uporabili smo dva glavna ocenjevalna instrumenta, opisana v nadaljevanju. Poleg tega smo pacientom izmerili moč stiska pesti z dinamometrom Jamar.

■ Wolfov test motoričnih funkcij

Wolfov test motoričnih funkcij (*angl.* Wolf Motor Function Test – WMFT) je bil narejen posebej za ocenjevanje bolnikov po možganski kapi, ki sodelujejo v z omejevanjem spodbujajoči terapiji.^{12,13} Test je sestavljen iz 17 nalog, ki so razdeljene v dva dela: prvi del sestavlja 15 časovno merjenih motorično-funkcionalnih nalog (preprosti motorični gibi proksimalnega dela zgornjega uda in zahtevni funkcionalni gibi distalnega dela zgornjega uda); drugi del sta dve nalogi, ki merita moč stiska pesti in sposobnost dviga bremena. Z WMFT tako dobimo tri skupine rezultatov, in sicer (1) časovno merjene rezultate v sekundah, ki pokažejo hitrost izvedbe, (2) rezultate ocene funkcijske sposobnosti (šeststopenjska lestvica), ki pokažejo kakovost izvedbe, in (3) moč stiska pesti (v kilogramih).¹⁴ Za izvedbo testa je potrebnih 30 do 45 minut¹⁵ in predpisani pripomočki oziroma oprema.

■ Vprašalnik za ocenjevanje motorične dejavnosti

Vprašalnik za ocenjevanje motorične dejavnosti (*angl.* Motor Activity Log – MAL)^{16,17} je polstrukturiran intervju za ocenjevanje uporabe okvarjenega zgornjega uda pri izvajanju vsakodnevnih aktivnosti v domačem okolju. Pacient sam oceni, kako pogosto (količina uporabe) in kako dobro (kakovost uporabe) je v določenem časovnem obdobju uporabljal okvarjeni zgornji ud pri 30 izbranih vsakodnevnih aktivnostih. Teh 30 aktivnosti vključuje običajne aktivnosti, kot so umivanje zob, zapenjanje gumbov, in odklepanje vrat. Za oceno se uporablja šeststopenjska lestvica, na kateri nič pomeni, da pacient okvarjenega zgornjega uda ne uporablja oziroma ni zadovoljen s kakovostjo uporabe, ocena pet pa pomeni, da okvarjeni zgornji ud uporablja enako pogosto in dobro kot pred kapjo. Skupni rezultat je povprečna vrednost vseh ocenjenih aktivnosti.

Analiza podatkov

Zaradi majhnega vzorca, heterogenosti pacientov in odsotnosti kontrolne skupine smo podatke analizirali predvsem z opisno statistiko. Za vse mere izida smo izračunali absolutni in relativni napredek za okvarjeni zgornji ud. Povezavo napredka s starostjo ob

možganski kapi in časom od možganske kapi smo ocenili s Spearmanovim korelacijskim koeficientom.

Rezultati

V raziskavo smo vključili sedem moških in tri ženske. Ob postavitvi diagnoze možganske kapi so bili stari od 40 do 81 let, odtlej do začetka vadbe pa je minilo od 3 do 19 mesecev. Osem pacientov je utrpelo ishemično možgansko kap, dva pa hemoragično; šest jih je imelo okvarjeno levo stran, štirje pa desno.

Napredek motorične funkcije okvarjenega zgornjega uda povzema tabela 1. Glede hitrosti izvedbe WMFT so se izboljšali vsi pacienti; glede kakovosti izvedbe WMFT se jih je izboljšalo 8, glede moči pri izvedbi WMFT pa 7. Meritev z dinamometrom je izboljšanje moči stiska pesti pokazala pri šestih pacientih. Ocena z MAL je pokazala izboljšanje količine uporabe okvarjenega zgornjega uda pri vseh pacientih razen enem, kakovosti pa pri vseh razen dveh. Pri vseh pacientih, pri katerih nismo zaznali napredka, je motorična funkcija ostala nespremenjena, le enemu pacientu se je poslabšala moč stiska pesti, izmerjena z dinamometrom. Srednja ocena relativnega napredka je za različne mere izida znašala med 3 % in 75 %.

Tabela 1 Povzetek napredka pacientov.

Izid	Število pacientov			Mediana
	izboljšanje	nesprem.	poslabš.	
WMFT čas (s)	10	0	0	8,5 (30 %)
WMFT kakovost (0..5)	8	2	0	0,3 (18 %)
WMFT moč (kg)	7	3	0	0,5 (75 %)
Moč stiska pesti (kg)	6	3	1	0,2 (3 %)
MAL količina (0..5)	9	1	0	0,6 (70 %)
MAL kakovost (0..5)	8	2	0	0,6 (36 %)

Legenda: WMFT – Wolfov test motoričnih funkcij, MAL – Vprašalnik za ocenjevanje motorične dejavnosti.

V tabeli 2 so zbrane ocene povezanosti napredka glede različnih mer izida s starostjo ob možganski kapi in časom od možganske kapi. Statistično značilna je bila le negativna povezanost povečanja količine uporabe okvarjenega zgornjega uda, ocenjenega z MAL, s časom od možganske kapi. Toda vse ocene povezanosti s časom od možganske kapi so bile negativne in povprečni Spearmanov korelacijski koeficient povezanosti s časom od možganske kapi je znašal -0,43, zato smo v splošnem potrdili manjši napredek pacientov, pri katerih je od možganske kapi do začetka vadbe na robotski napravi minilo dalj časa.

Tabela 2 Korelacije absolutnega in relativnega napredka glede uporabljenih mer izida s starostjo ob možganski kapi in časom od možganske kapi do vključitve v vadbo.

Izid	Povezava s starostjo ob možganski kapi		časom od možganske kapi	
	Spearmanov r	p	Spearmanov r	p
WMFT čas - absolutni napredek (s)	-0,24	0,498	-0,34	0,336
WMFT čas - relativni napredek	-0,06	0,881	-0,54	0,106
WMFT kakovost - absolutni napredek (0..5)	-0,13	0,723	-0,42	0,230
WMFT kakovost - relativni napredek	-0,35	0,325	-0,23	0,519
WMFT utež - absolutni napredek (kg)	0,10	0,795	-0,44	0,208
WMFT utež - relativni napredek	0,33	0,345	-0,48	0,162
Moč stiska pesti - absolutni napredek (kg)	0,31	0,377	-0,46	0,179
Moč stiska pesti - relativni napredek	0,28	0,428	-0,37	0,294
MAL količina - absolutni napredek (0..5)	0,04	0,920	-0,72	0,019
MAL količina - relativni napredek	0,28	0,434	-0,52	0,121
MAL kakovost - absolutni napredek (0..5)	0,31	0,382	-0,26	0,464
MAL kakovost - relativni napredek	0,32	0,362	-0,41	0,241

Razprava

Področje rehabilitacijske robotike se v zadnjih dveh desetletjih hitro razvija. Razvoj delovanja robotskih naprav poteka pod vplivom rehabilitacijskih paradig, ki omogočajo uporabo načel motoričnega

učenja.¹⁸ Robotske naprave imajo z nekaterih vidikov morebitno prednost pred običajno terapevtsko obravnavo, saj lahko omogočajo bolj konsistentno vadbo, večje število ponovitev ter natančnejši nadzor parametrov vadbe, vključno z vzorci gibanja in sil na pacientovo telo.¹⁹ V okviru raziskav so izvajali

robotsko vadbo v akutnem, subakutnem in kroničnem obdobju po možganski kapi. Večina podatkov je pokazala korist robotske vadbe v vseh treh obdobjih, pri čemer so bili učinki primerljivi z običajno terapijo.^{20,21} Sistematični pregled literature o učinkih vadbe na robotskih napravah za zgornji ud²² pa je izpostavil nasprotujoče si ugotovitve. Nekatere raziskave so potrdile, da napredek na področju motoričnih funkcij okvarjenega zgornjega uda lahko posledično izboljša izvajanje določenih dnevnih aktivnosti. Nasprotno pa nekatere raziskave ugotavljajo, da uporaba robotskih naprav ni izboljšala izvajanja dnevnih aktivnosti. Rezultati sistematičnega pregleda literature in študije primera kažejo, da je uporaba robotskih naprav za vadbo zgornjega uda lahko dodatna podpora v rehabilitaciji, ki prispeva k boljšemu izidu.

Glavni omejitvi raziskave sta majhen vzorec in retrospektivna izvedba brez kontrolne skupine. Če bi želeli v prihodnje oceniti neposredni učinek robotske vadbe na napravi Armeo®Power v primerjavi z običajnim rehabilitacijskim programom in spontanim napredkom, bi bilo potrebno izvesti prospektivno randomizirano študijo s kontrolno skupino, v katero bi vključili večje število pacientov.

Zaključek

Retrospektivni pregled meritev učinkov rehabilitacije pri desetih pacientih, vključenih v vadbo na robotski napravi Armeo®Power na URI Soča v letu 2024, je pokazal, da so se pri skoraj vseh vključenih pacientih izboljšali skoraj vsi vidiki motorične funkcije okvarjenega uda. Napredek je bil v splošnem manjši pri pacientih, pri katerih je od možganske kapi do začetka vadbe na robotski napravi minilo dalj časa. Za oceno neposrednega učinka robotske vadbe bi bila potrebna večja prospektivna randomizirana kontrolirana študija.

Reference

1. World Health Organization (WHO): *Cardiovascular diseases*. https://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/
2. Virani SS, Alonso A, Aparicio HJ, Benjamin EJ et al.: Heart disease and stroke statistics – 2021 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2021; 142(8): e254-e743. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000950>
3. Legg LA, Lewis SR, Schofield-Robinson OJ, Drummond A, Langhorne P: Occupational therapy for adults with problems in activities of daily living after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 7(7): CD003585. <http://doi.org/10.1002/14651858.CD003585.pub3>
4. Clarke DJ, Forster A: Improving post-stroke recovery: the role of the multidisciplinary health care team. *J Multidiscip Healthc* 2015; 8: 433-442. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S68764>
5. Goljar N, Javh M, Rudolf M et al.: Storitve telerehabilitacije na domu za osebe po preboleli možganski kapi. *Rehabilitacija* 2016; 15(3): 63-69. <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-6VE255PI>
6. Held JM: Recovery of function after brain damage: theoretical and practical implications for therapeutic intervention. In: Carr J, Shepherd R, eds. *Movement science: foundations for physical therapy in rehabilitation*. 2nd ed. Gaithersburg: Aspen 2000; 189-211.
7. Straudi S, Fregni F, Martinuzzi C, Pavarelli C, Salvioi S, Basaglia N: tDC and robotics on upper limb stroke rehabilitation: effect modification by stroke duration and type of stroke. *Bio Med Res Int* 2016; 5068127. <https://doi.org/10.1155/2016/5068127>
8. Marwaa MN, Kristensen HK, Guidetti S, Ytterberg C: Physiotherapists' and occupational therapists' perspectives on information and communication technology in stroke rehabilitation. *PLoS One* 2020; 15(8): e0236831. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236831>
9. Cho JE, Yoo JS, Kim KE et al.: Systematic review of appropriate robotic intervention for gait function in subacute stroke patients. *BioMed Res Int* 2018; (1): 4085298. <https://doi.org/10.1155/2018/4085298>
10. Oña ED, Garcia-Haro JM, Jardón A, Balaguer C: Robotics in health care: perspectives of robot-aided interventions in clinical practice for rehabilitation of upper limbs. *Appl Sci* 2019; 9(13): 2586. <https://doi.org/10.3390/app9132586>
11. Takebayashi T, Takahashi K, Amano S et al.: Assessment of the Efficacy of ReoGo-J robotic training against other rehabilitation therapies for upper-limb hemiplegia after stroke: protocol for a randomized controlled trial. *Front Neurol*. 2018; 9: 730. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00730>
12. Wolf SL, Catlin PA, Ellis M, Archer AL, Morgan B, Piacentino A: Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke* 2001; 32(7): 1635-1639. <https://doi.org/10.1161/01.str.32.7.1635>
13. Morris DM, Uswatte G, Crago JE, Cook EW 3rd, Taub E: The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82(6): 750-755. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.23183>
14. Kotnik S, Goljar N: Z omejevanjem spodbujajoča terapija v kroničnem obdobju po možganski kapi: prikaz primera. *Rehabilitacija* 2013; 2: 76-82. <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-JXXEDBRK>
15. Bogard K, Wolf S, Zhang Q, Thompson P, Morris D, Nichols-Larsen D: Can the Wolf Motor Function Test be streamlined? *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23(5): 422-428. <https://doi.org/10.1177/1545968308331141>
16. van der Lee JH, Beckerman H, Knol DL, de Vet HC, Bouter LM: Clinimetric properties of the Motor

- Activity Log for the assessment of arm use in hemiparetic patients. *Stroke* 2004; 35(6): 1410-1414. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000126900.24964.7e>
17. Uswatte G, Taub E, Morris D, Vignolo M, McCulloch K: Reliability and validity of the upper-extremity Motor Activity Log-14 for measuring real-world arm use. *Stroke* 2005; 36(11): 2493-2496. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000185928.90848.2e>
 18. Maier M, Ballester BR, Verschure PFMJ: Principles of neurorehabilitation after stroke based on motor learning and brain plasticity mechanisms. *Front Syst Neurosci* 2019; 13: 74. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00074>
 19. Hesse S, Werner C, Pohl M, Rueckriem S, Mehrholz J, Lingnau ML: Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. *Stroke* 2005; 36(9): 1960-1966. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000177865.37334.ce>
 20. Grefkes C, Fink GR: Recovery from stroke: current concepts and future perspectives. *Neurol Res Pract* 2020; 2: 17. <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00060-6>
 21. Fazekas G, Tavaszi I: The future role of robots in neuro-rehabilitation. *Expert Rev Neurother* 2019; 19(6): 471-473. <https://doi.org/10.1080/14737175.2019.1617700>
 22. Šuc L, Vidovič M, Ocepek J: Robotsko podprta delovnoterapevtska obravnava zgornjega uda nevroloških bolnikov: pregled literature in študija primera. *Rehabilitacija* 2020; 19(Supl 1): 101-110. <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-ZFL7L5FY>