

<p>e-ISSN: 2345-0592 Online issue Indexed in <i>Index Copernicus</i></p>	<p>Medical Sciences</p> <p>Official website: www.medicinesciences.com</p>	
---	--	---

Effects of upper extremity robot – assisted therapy in poststroke rehabilitation

Judita Petro¹, Justas Krištopaitis¹, Laura Adomaitytė¹

¹ *Lithuanian University of Health Sciences, Academy of Medicine, Faculty of Medicine, Kaunas, Lithuania*

Abstract

Cerebrovascular accident or stroke is one of the leading causes of disability and loss of motor function. Millions of people around the world are effected by it each year. Stroke results in disabled arm function and rehabilitation is a major part of patient care. Restoration of arm function is essential to regaining activities of daily living. Many research efforts are focused on designing maximally effective and efficient treatment methods. Along with traditional rehabilitation methods, robot-aided therapy has emerged in recent years. Robot-aided rehabilitation is more intensive, of longer duration and more repetitive with less effort than would be required for traditional methods. Using robots, repetitive dull exercises can turn into a more challenging and motivating tasks such as games. Besides, robots can provide a quantitative measure of the rehabilitation progress. This article overviews the development of robot-aided upper-limb rehabilitation, rehabilitation theories, evaluation of treatment and classification of hand rehabilitation robots. It continues by investigating the requirements for rehabilitation robots. Then the training modes and clinical outcomes of the built robots in real-life applications are described. Use of robot assisted therapy in upper extremity rehabilitation has demonstrated improvements in functional outcomes, but careful comparisons between methods remain to be done. Future work should include controlled clinical trials and comparisons of effectiveness of different methods for patients with different abilities and needs in order to inform future development of patient-specific therapeutic protocols.

Keywords: upper extremity, robot assisted therapy, poststroke rehabilitation.

Robotinės terapijos efektyvumas viršutinės galūnės reabilitacijoje patyrus galvos smegenų insultą

Judita Petro¹, Justas Krištopaitis¹, Laura Adomaitytė¹

¹ Lietuvos Sveikatos Mokslų Universitetas, Medicinos akademija, Medicinos fakultetas, Kaunas, Lietuva

Santrauka.

Kardiovaskulinis įvykis arba galvos smegenų insultas yra viena dažniausių neįgalumo ir motorinės funkcijos sutrikimų priežasčių. Galvos smegenų insultą kasmet patiria milijonai žmonių visame pasaulyje. Patyrus insultą dažnai sutrikdoma motorinė galūnių, ypač rankos, funkcija, todėl reabilitacija yra kertinė pacientų priežiūros dalis. Viršutinės galūnės funkcijos atkūrimas yra ypač svarbus, siekiant pagerinti paciento apsitarnavimą atliekant kasdienes veiklas. Daugelis mokslininkų ir tyrėjų deda maksimalias pastangas siekiant sukurti efektyvų ir veiksmingą gydymo metodą. Pastaraisiais metais prie tradicinių reabilitacijos priemonių prisidėjo robotinė terapija. Robotinių prietaisų naudojimas viršutinės galūnės reabilitacijoje užtikrina intensyvesnę, ilgesnę trukmės ir dažniau pasikartojantį judesių treniravimą bei reikalauja mažiau paciento pastangų lyginant su tradiciniais metodais. Naudojant robotines sistemas reabilitacijos procesas tampa labiau motyvuojantis, o užduotys dažnai perkeliamos į žaidimų lygmenį. Taip pat robotai leidžia objektyviai ir kiekybiškai įvertinti gydymo efektyvumą. Šiame straipsnyje aptariamas robotinės terapijos taikymo viršutinės galūnės reabilitacijoje po galvos smegenų insulto vystymasis, reabilitacijos teorijos, gydymo efektyvumo vertinimas bei robotinių sistemų klasifikacija. Taip pat nagrinėjami reikalavimai, taikomi reabilitacijoje naudojamiems robotams, apibūdinami galimi treniravimo režimai ir gydymo efektyvumas bei nauda klinikinėje praktikoje. Robotinės terapijos taikymas rankos reabilitacijoje reikšmingai pagerina galūnės funkciją bei demonstruoja daug žadančius rezultatus, tačiau reikalingas kruopštus skirtingų robotinių sistemų, treniravimo režimų bei metodų palyginimas, siekiant sukurti į paciento poreikius orientuotus individualius gydymo protokolus.

Raktažodžiai: viršutinė galūnė, robotinė terapija, reabilitacija patyrus galvos smegenų insultą.

1. Įvadas.

Insultas – tai galvos smegenų ląstelių žūtis, sąlygota ūmaus smegenų kraujotakos sutrikimo užsikimšus smegenis maitinančiai kraujagyslei (išeminis insultas) ar išsiliejus kraujui į smegenis dėl kraujagyslės plyšimo (hemoraginis insultas) (1). Galvos smegenų insultas yra gyvybei grėsminga būklė bei viena dažniausių neįgalumo priežasčių visame pasaulyje (2). Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, kiekvienais metais galvos smegenų insultą patiria apie 15 milijonų žmonių visame pasaulyje bei 1,1 milijonas Europoje (1, 2). Daugiau nei pusė pacientų, išgyvenusių insultą, susiduria su įvairaus laipsnio išliekančiais hemiparezės ar hemiplegijos simptomais, kurie blogina gyvenimo kokybę (2-4). Vidutiniškai 70-85% pacientų, patyrusių insultą, pasireiškia viršutinės galūnės motorinės funkcijos sutrikimai, kurie stipriai riboja mobilumą, apsitarnavimą bei savarankiškumą kasdienėse veiklose (1, 2). Anot Nakayama ir kt., tik 18% išgyvenusiųjų insultą visiškai atgauna motorinę funkciją praėjus 6 mėnesiams po ligos (5). Todėl viršutinės galūnės reabilitacija bei funkcionalumo pagerinimas patyrus galvos smegenų insultą yra ypač svarbus (6). Kadangi žmogaus ranka gali atlikti įvairius sudėtingus judesius bei funkcijas, viršutinės galūnės reabilitacija turėtų būti kompleksinis procesas (1). Sudėtingą rankos funkcijos atsikūrimo procesą lemia dvi pagrindinės priežastys (1). Pirmiausia tai, kad rankos judesiai turi daugiau nei 20 laisvės laipsnių, todėl terapeutams sunku užtikrinti judesių stabilumą (1). Antroji priežastis – už rankos judesius atsakinga galvos smegenų žievės zona yra daug didesnė,

lyginant su kitomis motorinėmis zonomis (1). Tai reiškia, kad galima sugeneruoti daugybę skirtingų rankos padėčių keičiant atskirų sąnarių poziciją (1). Vienas naujausių ir daug žadančių reabilitacijos metodų – robotinė terapija (2). Šiuo metodu nėra siekiama pakeisti reabilitacijos specialistų robotais, bet robotų pagalba geriau vertinti, dokumentuoti bei tobulinti reabilitacijos metu atliekamus rankos judesius (5). Manoma, jog tai efektyvi priemonė, gerinanti viršutinės galūnės raumenų jėgą, funkcionalumą bei pacientų savarankiškumą kasdienėje veikloje, patyrus galvos smegenų insultą (2).

2. Robotinė terapija reabilitacijoje.

Pastarąjį dešimtmetį sparčiai tobulėjant technologijoms robotinė terapija tapo reikšmingu tradicinės reabilitacijos metodų priedu bei daug žadančia naujove (1). Pirmieji robotai rankos reabilitacijoje pradėti naudoti siekiant palengvinti sunkų fizinį terapeutų darbą (1). Gaminant pirmuosius reabilitacijoje naudojamus robotus didžiausias dėmesys buvo skiriamas konstrukcijai, valdymui bei pritaikymui prie rankos kaulų ir sąnarių judesio specifikos, kad robotas kuo geriau atitiktų reabilitacijos poreikius (1). Šiuolaikiniai robotai, naudojami rankos reabilitacijoje po patirto galvos smegenų insulto yra daug modernesni, kompleksiškesni, nes atsižvelgiama į rankos anatomijos, neuromokslų, žmogaus pažinimo ir mokymosi principus bei ilgametę klinikinę patirtį (1). Robotinės terapijos prietaisai užtikrina aukšto intensyvumo, pasikartojančių bei užduočiai specifinių judesių treniravimą (7). Tačiau siekiant maksimaliai pritaikyti robotinę terapiją rankos

reabilitacijai, būtina atsižvelgti į paciento individualius poreikius, remtis pagrindinėmis reabilitacijos teorijomis bei objektyviai įvertinti gydymo efektyvumą (1, 5).

2.1. Individualūs paciento poreikiai

Reabilitacijos procesas patyrus galvos smegenų insultą turėtų būti kompleksinis ir į pacientą orientuotas procesas (1). Kadangi pacientams pasireiškia skirtingo laipsnio viršutinės galūnės funkcijos sutrikimai, reabilitacijos procese būtina atsižvelgti į raumenų būklę (hipertonija ar atonija), insulto stadiją (ūminė, lėtinė ar poūmė) bei ligos sunkumo laipsnį (1). Pavyzdžiui, pacientams, kuriems persirgus insultu pasireiškė rankos raumenų atonija, robotinės terapijos metodai, reikalaujantys specifinių judesių atlikimo, nebus efektyvūs (1, 5). Taigi gydymo pritaikymas pagal kiekvieno paciento būklę ir individualius poreikius yra esminis reabilitacijos programos sudarymo momentas (8).

2.2. Reabilitacijos teorijos

Robotinės terapijos taikymas reabilitacijoje remiasi trimis pagrindinėmis teorinėmis kryptimis:

- Neurofiziologija – neurofiziologiniai mechanizmai, tokie kaip plastiškumas bei kompensaciniai mechanizmai yra motorinės funkcijos atsikūrimo po galvos smegenų insulto teorinis pagrindas

(1, 7). Neuroplastiškumas užtikrina anatomicinę ir funkcinę centrinės nervų sistemos regeneraciją, o kompensaciniai mechanizmai ypač svarbūs judėjimo atsikūrimui, nes tam pačiam tikslui pasiekti yra panaudojamos alternatyvios elgesio strategijos (7).

- Neurologinis vystymasis – ši koncepcija yra paremta klinikoje patirtimi ir sutelkia dėmesį į rankos raumenų tonuso normalizavimą bei paretinės galūnės pasyvių judesių užtikrinimą (1, 7).
- Judesių mokymasis – ši kryptis apima keletą judesių mokymosi strategijų: į tikslą orientuotas mokymasis, aktyvus grįžtamojo ryšio principu paremtas mokymasis (1, 7).

2.3. Gydymo efektyvumo vertinimas

Paprastai viršutinės galūnės judėjimo funkcijos atsikūrimas reabilitacijos procese vertinamas klinikinėmis skalėmis, kurios remiasi tam tikros užduoties atlikimu, tačiau nesuteikia kiekybinės, objektyvios informacijos apie neuromotorinių valdymo strategijų pokyčius, susijusius su sąnarių koordinavimu bei kompensaciniais judesiais (2, 9). Todėl svarbu įvertinti kaip užduotis yra atliekama, siekiant nustatyti ar pacientas atgavo rankos funkciją ir atliko judesius pagal fiziologinius motorikos modelius, ar susikūrė kompensacinės strategijos, tokias kaip

liemens sukimasis (2). Instrumentinė judesio analizė naudojant robotus leidžia tiksliai įvertinti rankos judesius apibūdinančius parametrus: judesio amplitudė, atlikimo greitis, atsako vėlavimas, tikslumo indeksas, judesio sklandumas (2). Pagrindinis judesių analizavimo robotu privalumas yra tai, kad galime objektyviai vertinti gydymo efektyvumą bei koreguoti reabilitacijos programą pagal individualius paciento poreikius (1, 2, 9).

3. Viršutinės galūnės reabilitacijoje naudojamų robotų klasifikacija

Reabilitacijoje naudojamus robotus galima suskirstyti į keletą rūšių (1, 5). Jie gali būti klasifikuojami pagal mechaninę struktūrą, įtraukiamų sąnarių skaičių bei veikimo principą (5).

Pagal mechaninę struktūrą išskiriami du pagrindiniai robotų tipai: paremti galinio efektoriaus principu bei egzoskeleto tipo robotai (1, 5). Galinio efektoriaus principu paremti robotai yra sujungti su paciento ranka viename sąlyčio taške ir užtikrina reikiamą jėgą distaliniam galūnės segmentui atlikti ar pasipriešinti judesiui (1, 5). Pagrindinis tokios robotinės sistemos privalumas yra tai, kad šią sistemą galima lengvai pritaikyti prie skirtingų rankos ilgių, ji paprastai naudojama bei ekonomiškai (sąlyginai pigi) (5). Pagrindiniai trūkumai – sistema negali visiškai užtikrinti reikiamos rankos padėties, nes paciento viršutinė galūnė sąveikauja su robotu tik viename sąlyčio taške (5). Taip pat galinio efektoriaus tipo robotai,

generuodami tam tikrą jėgą, reikalingą judesiui atlikti, neatsižvelgia į individualius žmogaus galūnės judesio parametrus, todėl galimi nepakankamos amplitudės judesiai (1). Egzoskeleto tipo robotai turi kelis sąlyčio su žmogaus galūne taškus ir gali būti nešiojami ant paciento kūno (1, 5). Ši savybė ypač naudinga vėlesniuose reabilitacijos etapuose, kai pacientai gali savarankiškai treniuotis namuose (1). Egzoskeletinio tipo sistemos privalumai yra tai, kad galima tiksliai nustatyti norimą rankos padėtį bei atskirai kontroliuoti kiekvieno rankos sąnario sukimo momentus (5). Ši savybė ypač naudinga esant alkūnės fleksorių spastiškumui (5). Didžiausias egzozoskeletinio tipo robotų trūkumas – sudėtingas pritaikymas prie skirtingo pacientų kūno dydžio, nes kiekvienas roboto segmentas turi tiksliai atitikti individualų rankos ilgį (5). Tačiau nepaisant trūkumų, egzozoskeletiniai robotai yra šių dienų viršutinės galūnės reabilitacijos tendencija (1).

Pagal įtraukiamų sąnarių skaičių reabilitacijoje naudojamos robotinės sistemos skirstomos į kelias klases (5). Pirmoji klasė – tai robotiniai prietaisai, kurie apima visą ranką: proksimalinius ir distalinius sąnarius (5). Antroji klasė – didžiausias dėmesys skiriamas distalinių rankos segmentų (plaštaka, riešas, dilbis) treniravimui (5). Anot Hesse ir kt., distalinių viršutinės galūnės segmentų treniravimas pasižymi efektyvesne sensomotorinės galvos smegenų žievės aktyvacija (10). Trečiajai klasei priklauso robotinės sistemos, kurios sutelkia dėmesį į proksimalinių rankos segmentų (alkūnė, petys) treniravimą (5).

Pagal veikimo principą robotai klasifikuojami į aktyvius, pasyvius bei interaktyvias sistemas (1, 5). Aktyvaus tipo robotinės sistemos gali padėti pacientui atlikti tam tikrą judesį arba sukurti pasipriešinimą atliekant judesį ir sukurti pojūtį, lyg pacientas neštų sunkų daiktą (5). Taip pat, šio tipo prietaisai gali būti panaudoti objektyviai įvertinti judesio amplitudę bei spastiškumą (5). Pasyvaus tipo robotai padeda pacientui nugalėti gravitaciją, tačiau negali sukurti pasipriešinimo judesio metu (5). Todėl pasyvios robotinės sistemos labiau tinka tiems pacientams, kurie patyrė nedidelio laipsnio funkcijos sutrikimus įvykus insultui (11). Interaktyvios sistemos turi integruotus padėties bei sukuriamos jėgos sensorius, todėl gali atpažinti ir reaguoti į paciento pastangas atlikti judesį bei kontroliuoti žmogaus – roboto sąveiką (5).

4. Reikalavimai reabilitacijoje naudojamoms robotinėms sistemoms

Viršutinės galūnės reabilitacijoje naudojamiems robotams keliami tam tikri reikalavimai (1). Visų pirma, robotinės sistemos tikslas nėra pakeisti žmogų (kvalifikuotą terapeutą), bet padėti jam efektyviai įgyvendinti paciento reabilitacijos programą (5). Visų antra, robotas turi būti lengvai pritaikomas pagal kiekvieno paciento lytį, kūno proporcijas, galūnės segmentų ilgį bei judesio amplitudę (1). Taip pat prietaisas turėtų būti paprastas naudoti bei pakankamai lengvas, kad pacientas (net ir vyresnio amžiaus) pats galėtų jį perkelti iš vienos vietos į kitą ir nejaustų prietaiso svorio treniravimosi metu (5). Ir žinoma, robotinė sistema turi generuoti pakankamą jėgą, galinčią judinti paciento galūnę (5).

5. Reabilitacijoje naudojamų robotinių sistemų treniravimo režimai bei gydymo galimybės

Robotinės sistemos, naudojamos viršutinės galūnės reabilitacijoje, padeda užtikrinti aukšto intensyvumo, kartotinį, užduočiai specifiską bei interaktyvų galūnės treniravimą (7). Klinikinėje praktikoje paprastai naudojami tokie robotiniai prietaisai, kurie gali veikti keliais skirtingais treniravimo režimais:

- Aktyvus – prietaisas naudojamas kaip testavimo įrankis, pati sistema negeneruoja jėgos, padedančios judinti galūnę;
- Aktyvus – pagalbinis – prietaisas sukuria papildomą jėgą, reikalingą judesiui užbaigti tik tuo atveju, jei pacientas pats negali užbaigti aktyvaus judesio;
- Pagalbinis – judesiui atlikti reikalinga paciento galūnės raumenų veikla, robotinė sistema sukuria papildomą jėgą, reikalingą judesiui atlikti;
- Pasyvus – prietaisas atlieka judesį nesant paciento galūnės aktyvumo;
- Pasyvus – veidrodinis – tai bimanualiniai robotai, kurių veikimas pagrįstas tuo, kad nepažeista galūnė kontroliuoja pažeistos galūnės pasyvius judesius;
- Korekcinis – prietaisas sustabdo pacientą, kai aktyviai atliekamas

judesys yra netikslus, ir judesys turi būti atliekamas iš naujo;

- Nukreipiantis – robotinė sistema padeda nukreipti paciento judesį tinkama kryptimi, kai atliekant judesį nukrypstama nuo numatytos trajektorijos;
- Pasipriešinimo – atliekant judesį sukuriama pasipriešinimas (1, 7).

Randomizuotos sisteminės analizės duomenimis nustatyta, kad viršutinės galūnės reabilitacijoje naudojama robotinė terapija pagerina rankos funkciją atliekant kasdienes veiklas esant ūmiai fazei po persirgto insulto, tačiau esant lėtinei fazei, šis gydymas kasdienės pacientų veiklos nepagerina (12). Taip pat nustatyta jog robotinių sistemų taikymas reabilitacijos po galvos smegenų insulto procese reikšmingai didina rankos raumenų jėgą, pagerina rankos funkciją, gerina tolimesnias išėitis, mažina riziką išsivystyti galūnės raumenų spastiškumui ir netgi pagerina paciento kognityvines funkcijas (4, 12, 13). Manoma, kad pagrindinis robotų naudojimo privalumas lyginant su kitais reabilitacijoje taikomais metodais yra didesnio intensyvumo treniruotės bei didesnis pakartojimų skaičius, nes tokiu būdu per trumpesnę laiką galima pasiekti geresnių rezultatų (14). Tačiau net nustačius statistiškai reikšmingą skirtumą tarp robotinės terapijos ir kitų viršutinės galūnės reabilitacijos metodų efektyvumo, vis dar abejojama šių rezultatų klinicine reikšme (12). Manoma, jog robotinės terapijos sėkmė gali būti susijusi ne su pačio metodo gydymo efektyvumu, o su didesne pacientų motyvacija dėl prietaiso sukuriama grįžtamojo ryšio (12).

6. Diskusija.

Tobulėjant šiuolaikinėms technologijoms kuriamos vis modernesnės viršutinės galūnės reabilitacijai skirtos robotinės sistemos, tačiau prietaisų pritaikymas kasdienėje klinikinėje praktikoje vis dar yra gana ribotas (1). Pagrindinės mažo robotinių prietaisų prieinamumo priežastys yra klinikinių įrodymų stoka, nepakankami finansiniai ištekliai, saugumo sumetimai bei sudėtingas naudojimas (5). Nepaisant robotinių sistemų pritaikymo klinikinėje praktikoje iššūkių, pastebimi teigiami rankos reabilitacijos po galvos smegenų insulto pokyčiai bei daug žadančios šio metodo taikymo ateities perspektyvos (15). Remiantis naujosiomis sisteminėmis analizėmis, robotinė terapija taikoma viršutinės galūnės reabilitacijoje efektyviai pagerina rankos funkciją, raumenų jėgą bei paciento apsitarnavimą atliekant kasdienes veiklas (12). Todėl akivaizdu, kad reikalingi tolimesni tyrimai, siekiant geriau suprasti robotinės terapijos naudą reabilitacijoje bei jos pritaikymo galimybes (1).

7. Literatūros sąrašas

1. Yue Z, Zhang X, Wang J. Hand Rehabilitation Robotics on Poststroke Motor Recovery. *Behavioural neurology*. 2017;2017:3908135-20.
2. Carpinella I, Lencioni T, Bowman T, Bertoni R, Turolla A, Ferrarin M, et al. Effects of robot therapy on upper body kinematics and arm function in persons post stroke: a pilot randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2020 Jan 30;17(1):10.

3. Masiero S, Armani M, Ferlini G, Rosati G, Rossi A. Randomized Trial of a Robotic Assistive Device for the Upper Extremity During Early Inpatient Stroke Rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2014 May;28(4):377-86.
4. Sale P, Franceschini M, Mazzoleni S, Palma E, Agosti M, Posteraro F. Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014 Jun 19;11(1):104.
5. Babaiasl M, Mahdioun SH, Jaryani P, Yazdani M. A review of technological and clinical aspects of robot-aided rehabilitation of upper-extremity after stroke. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2016 May 18;11(4):263-80.
6. Hochstenbach - Waelen A, Seelen HAM. Embracing change: practical and theoretical considerations for successful implementation of technology assisting upper limb training in stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2012;9(1):52.
7. Basteris A, Nijenhuis SM, Stienen AHA, Buurke JH, Prange GB, Amirabdollahian F. Training modalities in robot-mediated upper limb rehabilitation in stroke: a framework for classification based on a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014 Jul 10;11(1):111.
8. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke Care 2: Stroke rehabilitation. *Lancet*. 2011;377(9778):1693-702.
9. Schwarz A, Kanzler C, Lamercy O, Luft A, Veerbeek J. Systematic Review on Kinematic Assessments of Upper Limb Movements After Stroke. *Stroke*. 2019 Mar;50(3):718-27.
10. 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 Sep 1;36(9):1960-6.
11. Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A Randomized Controlled Trial of Gravity-Supported, Computer-Enhanced Arm Exercise for Individuals With Severe Hemiparesis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2009 Jun;23(5):505-14.
12. Mehrholz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke (Review). . 2018.
13. Daunoraviciene K, Adomaviciene A, Grigonyte A, Griškevičius J, Juocevicius A. Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients. *Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine*. 2018;26(S2):533-42.

14. Kwakkel G, van Wegen, E. E. H, Meskers CGM. Invited Commentary on Comparison of Robotics, Functional Electrical Stimulation, and Motor Learning Methods for Treatment of Persistent Upper Extremity Dysfunction After Stroke: A Randomized Controlled Trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2015;96(6):991-3.

15. Zhang K, Chen X, Liu F, Tang H, Wang J, Wen W. System Framework of Robotics in Upper Limb Rehabilitation on Poststroke Motor Recovery. Behavioural neurology. 2018;2018:6737056-14.