

EFEKTI FIZIOTERAPIJSKIH INTERVENCIJA NA HOD I BALANS KOD PACIJENATA NAKON MOŽDANOG UDARA

Autor: MORANA ČOLIĆ

e-mail: moranacolic@gmail.com

Mentor: doc. dr Olivera Pilipović-Spasojević

Medicinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

Uvod: Moždani udar označava naglo nastali fokalni, nekonvulzivni neurološki poremećaj, do koga dolazi uslijed vaskularnog oštećenja, zbog čega se razvijaju različita klinička stanja usljed poremećaja moždane funkcije. Raznovrsnost fizioterapeutskih intervencija i primjena napredne tehnologije posljednjih decenija su doživjeli ekspanziju u rehabilitaciji osoba sa moždanim udarom.

Cilj: Cilj ovog rada je da se na osnovu literaturnih podataka dođe do zaključka o adekvatnom protokolu za fizioterapijsku intervenciju za hod i balans kod pacijenata nakon moždanog udara.

Materijali i metode: Za potrebe preglednog rada, na osnovu kriterijuma za uključenje i isključenje, odabrano je 10 istraživanja dostupnih u bazi Google Akademik. Obuhvaćen je uzorak od 544 ispitanika sa stanjem nakon moždanog udara koji su ušli u rehabilitacioni program sa različitim fizioterapijskim postupcima u eksperimentalnim i opštim programom u kontrolnim grupama. Za zajedničke mjerne instrumente procjene odabrani su Fugl–Majer (FMA-LE) i Bergova skala balansa (BBS).

Rezultati: Analizom fizioterapeutskih postupaka najveći napredak, prema navedenim radovima, imaju udruženi konvencionalni postupci sa: virtuelnom realnosti (FMA-LE: 12,68/30,26; BBS: 18,38/44,09), hidrokineziterapija (FMA-LE: 9,82/21,45; BBS: 7,93/27,40), vježbe stabilizacije trupa u kombinaciji sa muzikom (FMA-LE: 11,34/23,41; BBS: 21,34/37,88) i egzoskeletni trening (FMA-LE: 17,3/23,0; BBS: 15,3/36,6).

Zaključak: Kombinacija konvencionalnih i naprednih fizioterapijskih intervencija daje najbolje rezultate u rehabilitaciji pacijenata nakon moždanog udara. Virtuelna realnost se pokazala naročito efikasnom kod radnoaktivne populacije, dok su kod starijih pacijenata veći učinak imale vježbe stabilizacije trupa uz muziku, što naglašava značaj individualizovanog pristupa.

Ključne riječi: fizioterapija, rehabilitacija, hod, balans, moždani udar.

UVOD

Cerebrovaskularne bolesti (CVB) obuhvataju širok spektar bolesti i poremećaja u čijoj je osnovi oštećenje krvnih sudova mozga. Simptomi CVB mogu da se razviju naglo i tada govorimo o moždanom udaru (MU; „šlog”) ili se razvijaju postepeno kao što je to slučaj kod bolesti malih krvnih sudova mozga ili vaskularne demencije. Moždani udar označava naglo nastali fokalni, nekonvulzivni neurološki poremećaj, do koga dolazi usljed vaskularnog oštećenja [1].

Klinička slika pokazuje fascinantnu raznolikost i zavisi od oštećenog područja vaskularizacije okludiranog krvnog suda, stepena i dužine trajanja okluzije, očuvanosti kolateralnih i anastomotičnih sudova kao i od individualnih varijacija vaskularnog sistema i hemodinamskog statusa [2].

Glavni deficit koji moždani udar izaziva jeste motoričko oštećenje, koje se može opisati kao gubitak ili ograničenje funkcije kontrole mišića ili pokreta, odnosno ograničenje pokretljivosti. Ono obično zahvata kontrolu pokreta lica, ruke i noge na jednoj strani tijela i prisutno je kod oko 80% pacijenata [3]. Gotovo dvije trećine preživjelih nakon moždanog udara imaju početne poremećaje pokretljivosti, a šest mjeseci nakon udara više od 30% njih i dalje ne može hodati samostalno [4]. Poteškoće u hodanju mogu značajno uticati na preživjele, ograničavajući njihovu sposobnost da samostalno obavljaju svakodnevne aktivnosti i negativno utičući na kvalitet života. Gubitak ravnoteže tokom hoda čest je nakon moždanog udara — 70% osoba koje žive kod kuće doživi pad u roku od godinu dana nakon udara. Slabost mišića i gubitak voljnih pokreta uobičajeni su problemi neposredno nakon moždanog udara i doprinose smanjenju brzine hoda, što je karakterističan znak hoda nakon moždanog udara [3]. Iako većina pacijenata nakon moždanog udara postigne samostalno hodanje, mnogi ne dosegnu nivo hoda koji im omogućava obavljanje svih svakodневnih aktivnosti [5].

Pacijenti nakon moždanog udara hodaju koristeći sinergijske obrasce pokreta zahvaćenog donjeg ekstremiteta, umjesto selektivne kontrole pojedinačnih zglobnih pokreta. Tokom hoda javljaju se dva tipa sinergijskih obrazaca. Sinergijske kontrakcije kvadricepsa i gluteusa maksimuma izazivaju obrazac masovne ekstenzije tokom faze oslonca, dok fleksori kuka, fleksori koljena i dorzifleksori skočnog zgloba izazivaju obrazac masovne fleksije tokom faze zamaha [6].

Klinički se pretpostavlja da spastičnost mišića donjih ekstremiteta utiče na hod pacijenata nakon moždanog udara. Međutim, klinički i fiziološki aspekti spastičnosti (refleksi istezanja u mirovanju i tokom pokreta) nisu pokazali povezanost sa hodom pacijenata sa moždanim udarom u poređenju sa neurološki zdravim osobama. Spastičnost gastrocnemijusa nije pružala otpor dorzifleksiji zbog pojačanih tonusnih refleksa istezanja [6].

Pored toga, pacijenti nakon moždanog udara pokazuju pojačanu istovremenu aktivaciju agonističkih i antagonističkih mišića u skočnom zglobu i koljenu tokom faze oslonca. Ove adaptacije mogu omogućiti stabilniji i sigurniji obrazac hoda, kao kompenzaciju za smanjenu senzornu informaciju koja dolazi iz skočnog zgloba [6].

Poremećaj ravnoteže je još jedan neurofiziološki problem koji se javlja kod pacijenata koji su pokretni nakon moždanog udara. On nastaje zbog poremećaja različitih fizioloških sistema koji učestvuju u kontroli posture, uključujući senzorne aferentne puteve, motoričke strategije, biomehanička ograničenja, kognitivne procese i percepciju vertikalnosti. Ravnoteža je ključni dio sposobnosti kretanja. Pacijenti nakon moždanog udara ne hodaju sigurno i imaju povećan rizik od pada ka paretičnoj strani [6].

Generalno, jedan od ključnih ciljeva rehabilitacije preživjelih nakon moždanog udara jeste poboljšanje hoda i balansa, kako bi se povećale mogućnosti za učešće u društvenim aktivnostima i povratak na posao. Različiti rehabilitacioni pristupi, zasnovani na teorijama i saznanjima o motorom oporavku i neuroplastičnosti mozga, koriste se za poboljšanje ravnoteže, a samim tim i hoda nakon moždanog udara [3,4]. Ipak, i dalje postoji značajna kontroverza i rasprava o relativnoj efikasnosti različitih rehabilitacionih pristupa [3,7].

Cilj ovog rada je da se, na osnovu literaturnih podataka, dođe do zaključka o adekvatnom protokolu za fizioterapijsku intervenciju za hod i balans kod pacijenta nakon moždanog udara.

MATERIJALI I METODE

Ovaj rad predstavlja pregled istraživanja koja su pronađena pretraživanjem literature u Google Akademik bazi podataka, za period od 2020. do 2025. godine.

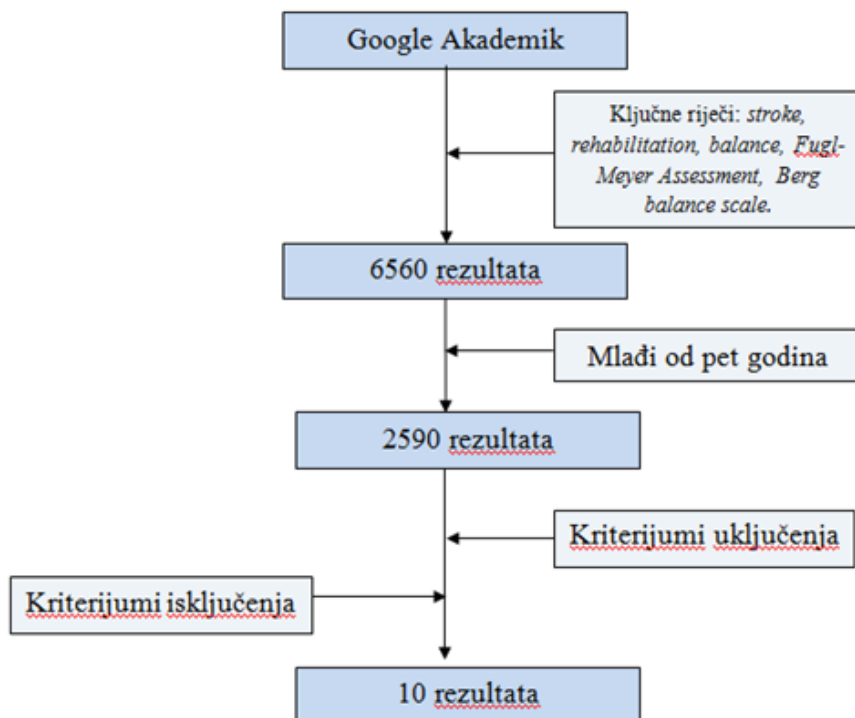
Ključne riječi koje su korišćene za pretraživanje literature uključuju: moždani udar (eng. *stroke*), rehabilitacija (eng. *rehabilitation*), ravnoteža (eng. *balance*), Fugl–Majer

procjena (eng. *Fugl–Meyer Assessment*) i Bergova skala balansa (eng. *Berg balance scale*).

Kriterijumi uključenja: randomizovane kontrolisane studije objavljene u posljednjih pet godina, studije sprovedene od strane stručnjaka iz oblasti rehabilitacije, pacijenti sa dijagnozom ishemijskog ili hemoragijskog moždanog udara, potvrđenog magnetnom rezonancom (MRI) ili kompjuterizovanom tomografijom (CT), sposobnost samostalnog ili asistiranog hoda, blaga do umjerena spastičnost donjih ekstremiteta, prema Modifikovanoj Ashworth skali < 3 , kognitivna sposobnost za praćenje instrukcija, procijenjena *Mini Mental State Examination* (MMSE) testom ≥ 24 , osobe starije od 18 godina i studije koje su kao elemente procjene koristile Fugl–Majer procjenu za donje ekstremitete i Bergovu skalu balansa.

Kriterijumi isključenja: studije koje nisu randomizovane kontrolisane studije, studije starije od pet godina i studije sa standardnom devijacijom većom od 20 u rezultatima, prisutnost ozbiljnih sistemskih oboljenja (srčana, plućna, bubrežna ili jetrena insuficijencija, nekontrolisana hipertenzija ili dijabetes sa komplikacijama), neurološke bolesti osim moždanog udara (multipla skleroza, Parkinsonova bolest, epilepsija), teške kontrakture ili deformiteti donjih ekstremiteta koji ograničavaju kretanje, istorija abnormalnog hoda prije moždanog udara, ozbiljna kognitivna oštećenja (MMSE < 24), afazija, hemianopsija, značajni auditorni ili vizuelni deficit i aktivno učešće u drugim kliničkim studijama ili ranija terapija botoksom/antispazmoliticima (slika 1).

Na osnovu ključnih riječi pronađeno je 6560 radova, od kojih je 2590 objavljeno od 2020. godine. Za potrebe ovog preglednog rada odabrano je 10 studija koje su ispunjavale kriterijume uključenja i isključenja, obuhvatajući ukupno 544 ispitanika, starosti od 51,35 do 73,4 godina, oba pola.



Slika 1. Prikaz procesa pretrage i selekcije studija

U eksperimentalnim grupama primjenjivani su sljedeći fizioterapijski protokoli: propioceptivni

trening zasnovan na robotu za stopalo i skočni zglob, vježbe stabilizacije mišića trupa uz muziku, robot za rehabilitaciju skočnog zgloba (vježbe istezanja skočnog zgloba), hidro-kineziterapija, Tai Chi tehnike hodanja uz podršku tjelesne mase, trening hodanja uz asistenciju robota, egzoskelet zasnovan trening hoda, trening hoda uz asistenciju robota sa ritmičkom auditornom stimulacijom, funkcionalna električna stimulacija uz korišćenje bicikla i trening uz pomoć virtualne realnosti, dok su kontrolne grupe primale konvencionalnu fizioterapiju. Intervencije su trajale od 2 do 12 sedmica.

Za procjenu ravnoteže korištena je Bergova skala balansa (0–56), dok je za procjenu funkcionalnog oporavka donjih ekstremiteta korištena Fugl–Majer procjena za donje ekstremitete (0–34).

Varijable za koje su traženi podaci su: vrsta i dizajn studije; karakteristike učesnika (punoljetni, pacijenti sa dijagnozom ishemijskog ili hemoragijskog moždanog udara); karakteristike intervencija: vrsta fizioterapijske intervencije i njen protokol; mjerni instrumenti: Fugl–Majer procjena za donje ekstremitete i Bergova skala balansa.

REZULTATI

Ova pregledna studija obuhvatila je randomizovana kontrolisana ispitivanja koja su poredila efikasnost različitih fizioterapijskih postupaka u tretmanu hoda i balansa kod pacijenata nakon moždanog udara. Deset članaka u punom tekstu uključeno je u ovu preglednu studiju u cilju sprovođenja metaanalize i kvalitativne analize. Sažeti prikaz istraživanja nalazi se u tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz istraživanja

Ime autora	Vrsta studije	Uzorak	Intervencije	Mjerni instrumenti	Ishod mjerenja
1. Mao i sar. (2022)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 60 EG = 30 (M–20, Ž–10), prosjek godina – 60.00 KG = 30 (M–18, Ž–12), prosjek godina – 61.10	EG – KG + propioceptivni trening zasnovan na robotu za stopalo i skočni zglob KG – konvencionalna terapija vježbanjem koja je uključivala istezanje zglobova, jačanje mišića i trening izdržljivosti	10MWT, BBS, FMA , AROM, PROM i Osjetljivost skočnog zgloba	Dokazana je učinkovitost propioceptivnog treninga zasnovanog na robotu za skočni zglob i stopalo.

2. Park i sar. (2022)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 38 EG = 19 (M-10, Ž- 9), prosjeak godina – 71.4 KG = 19 (M-8, Ž-11), prosjeak godina – 73.4	EG – konvencionalna rehabilitacija + vježbe stabilnosti mišića trupa uz muziku KG – konvencionalna rehabilitacija	BBS i FMA	Značajno povećanje balansa i sposobnosti hoda kod pacijenata nakon moždanog udara kod eksperimentalne grupe.
3. Zhai i sar. (2021)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 20 EG = 10 (M-9, Ž-1), prosjeak godina – 61.9 KG = 10 (M-9, Ž-1), prosjeak godina – 60.0	EG – Robot za rehabilitaciju skočnog zgloba + konvencionalna terapija (vježbe za mobilnost i snagu skočnog zgloba) KG – manuelno istezanje + konvencionalna terapija (vježbe za mobilnost i snagu skočnog zgloba)	Ukočenost zgloba, OP, MMT, MAS, FMA , BBS , MBI i ProKin balans test	Poboljšanje je bilo slično u obe grupe.

4. Bei i sar. (2023)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 160 EG = 80 (M-60, Ž-20), prosjeak godina – 62.63 KG = 80 (M-52, Ž-28), prosjeak godina – 62.68	EG – KG + hidrokinetoterapija (hidrokinetoterapija za hemiplegiju i trening hodanja u vodi) KG – vježbe za smanjenje mišićnog spazma, vertikalizacija, tehnike neuromišićne stimulacije, vježbe povećanja obima pokreta, trening opterećenja donjih ekstremiteta, most, trening ASŽ, trening hoda uz asistenciju terapeuta	NIHSS, MRS, FMA , FAC, BBS i MBI	Značajno povećanje balansa, sposobnosti hoda i koordinacije kod eksperimentalne grupe.
5. Yu i sar. (2020)	Pilot randomizovana kontrolisana studija	UU = 71 EG = 35 (M-21, Ž-14), prosjeak godina – 63.03 KG = 36 (M-20, Ž-16), prosjeak godina – 58.69	EG – konvencionalna rehabilitacija + Tai Chi tehnike hodanja uz podršku tjelesne mase KG konvencionalna rehabilitacija	ODONATEsistem za analizu hoda, FMA i BBS	Značajno poboljšanje dinamičkog balansa i funkcije hoda kod eksperimentalne grupe.

6. Kim YG i sar. (2023)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 30 EG = 15 (M-6, Ž-9), prosjeak godina – 64.90 KG = 15 (M-9, Ž- 6), prosjeak godina – 67.70	EG – trening hodanja uz asistenciju robota KG – trening na traci uz podršku tjelesne mase	FMA, BBS, TUG, Gwalk i FES	Značajno poboljšanje funkcije balansa, hoda i smanjen rizik od pada kod eksperimentalne grupe.
7. Louie i sar. (2021)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 36 EG = 19 (M-16, Ž-3), prosjeak godina – 59.6 KG = 17 (M-10, Ž- 7), prosjeak godina – 55.3	EG – 75% tretmana je činilo egzoskelet zasnovan trening hoda, dok je ostalih 25% bilo rezervisano za ostale terapije prema individualnim ciljevima za svakog pacijenta KG – konvencionalna rehabilitacija prema individualnim ciljevima za svakog pacijenta	FAC, 5MWT, 6MWT, FMA, BBS, MoCA, SF-36 i PHQ9	Ne dovodi do većeg poboljšanja u poređenju sa standardnom rehabilitacijom, ali se može bezbjedno primjenjivati jer nema negativan uticaj na ishod liječenja.

8. Kim KH i sar. (2023)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 31 EG = 15 (M-8, Ž-7), prosjek godina – 55.00 KG = 16 (M-9, Ž-7), prosjek godina – 60.68	EG – trening hoda uz asistenciju robota i konzervativnu kineziterapiju + ritmička auditorna stimulacija KG – trening hoda uz asistenciju robota i konzervativna terapija vježbanjem	Zebris FDMT sistem, FMA, SI i BBS	Značajno utiče na balans i hod kod pacijenata nakon moždanog udara u eksperimentalnoj grupi.
9. İbişoğlu i sar. (2025)	Prospektivna randomizovana kontrolisana studija	UU = 30 EG = 15 (M-6, Ž-9), prosjek godina – 61.47 KG = 15 (M-8, Ž-7), prosjek godina – 60.47	EG – konvencionalni tretman + funkcionalna električna stimulacija uz korišćenje bicikla KG – konvencionalni tretman (povećanje obima pokreta, povećanje mišićne snage, vježbe za balans i koordinaciju i vježbe istezanja)	BRS, FMA, BBS, FAC, BI, FSS, 6MWT, KEMS, KFMS, PA i RFT	Dolazi do funkcionalnog poboljšanja, ali nije primijećena nadmoćnost jednog u odnosu na drugi.

10. Anwar i sar. (2021)	Randomizovana kontrolisana studija	UU = 68 EG = 34 (M-20, Ž-14), prosjeak godina – 51.56 KG = 34 (M-14, Ž-20), prosjeak godina – 51.35	EG – trening uz pomoć virtuelne realnosti (Nintendo Wii kućne video igre), uključujući Wii igre za ravnotežu, Wii aerobik, Wii trening snage i Wii jogu za statičko vježbanje KG – konvencionalni tretman (vježbe istezanja, vježbe jačanja protiv manualnog otpora, trening ravnoteže i koordinacije) i motivacione sesije	BBS i FMA	Značajno poboljšanje balansa i funkcije donjih ekstremiteta u odnosu na konvencionalnu terapiju.
-------------------------	------------------------------------	--	---	------------------	--

Legenda. UU – ukupni uzorak; EG – eksperimentalna grupa; KG – kontrolna grupa; M – muška populacija; Ž – ženska populacija; ASŽ – aktivnosti svakodnevnog života; 10MWT – Test hodanja na 10 metara; BBS – Bergova skala ravnoteže; FMA – Fugl–Majer procjena motoričke funkcije; AROM – Aktivni obim pokreta; PROM – Pasivni obim pokreta; OP – Obim pokreta; MMT – Manualno testiranje mišićne snage; MAS – Modifikovana Ashworthova skala; MBI – Modifikovani Barthel indeksi; NIHSS – Skala Nacionalnog instituta za zdravlje za procjenu moždanog udara; MRS – Modifikovana Rankinova skala; FAC – Kategorije funkcionalne sposobnosti hoda; TUG – Test ustajanja i hodanja; Gwalk – Analiza hoda pomoću Gwalk senzora; FES – Skala procjene straha od pada; 6MWT – Test hodanja na 6 minuta; MoCA – Montrealska procjena kognitivnih sposobnosti; SF-36 –Skraćeni upitnik o kvalitetu života; PHQ9 – Upitnik za procenu depresije; SI – Indeks stabilnosti; BRS – Brunnstromove faze oporavka; BI – Barthel indeks; FSS – Skala ozbiljnosti umora; KEMS – Snaga mišića ekstenzora koljena; KFMS – Snaga mišića fleksora koljena; PA – Penacioni ugao; RFT – Debljina mišića rectus femoris.

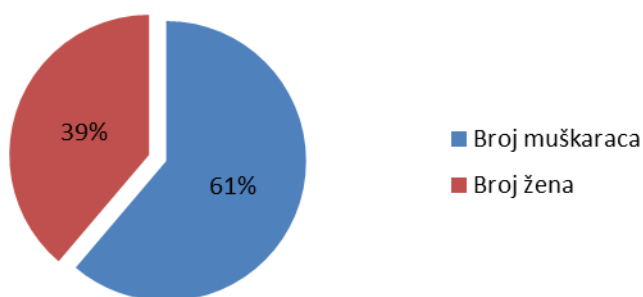
Ukupno je analizirano 10 studija koje su ispunjavale kriterijume uključenja sa ukupnim brojem od 544 ispitanika, od kojih je 272 ispitanika (50%) bilo u eksperimentalnoj (EG) i 272 ispitanika (50%) u kontrolnoj grupi (KG). Dakle, u najvećem broju studija bio je jednak broj ispitanika u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi, što doprinosi validnosti rezultata, jer omogućava objektivnije poređenje efekata terapijskih intervencija i manju mogućnost statističke greške.

Broj ispitanika po studijama je varirao od 20 do 160, pri čemu su studije sa većim uzorkom (npr. Bei i saradnici) imale snažniji statistički značaj i manji rizik od pristrasnosti.

Aritmetička sredina broja ispitanika iznosila je 54.4, dok je medijana bila 37, što znači

da je polovina studija imala manje, a polovina više od tog broja. Najčešće se ponavljao broj od 30 ispitanika (mod).

Raspodjela po polu pokazuje da je ukupno bilo 333 muškaraca (61%) i 211 žena (39%), što možemo da vidimo na slici 2.

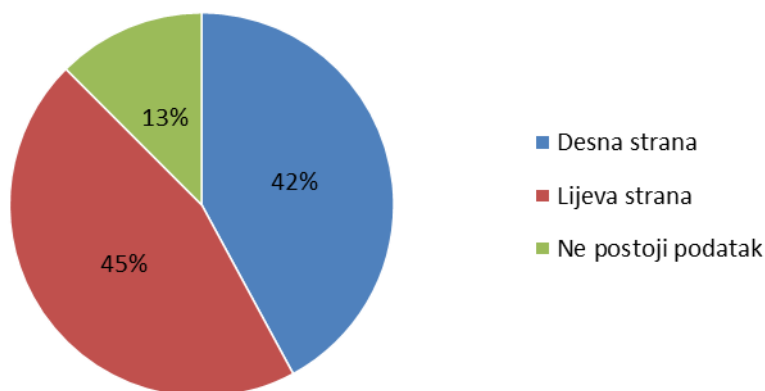


Slika 2. Raspodjela ukupnog uzorka prema polu

Prosječna starost ispitanika u uključenim istraživanjima varirala je između 51.35 i 73.40 godine. Najmlađa prosječna dob zabilježena je u studiji autora Anwar i saradnici, dok je najstarija u istraživanju Park i saradnika. Ukupno gledano, većina studija je uključivala osobe starije od 50 godina, što odgovara epidemiološkom profilu osoba najčešće pogođenih moždanim udarom.

Od ukupnog broja ispitanika ishemijski moždani udar je imalo 275 ispitanika (51%), hemoragijski 171 ispitanik (31%), a za 98 ispitanika (18%) nije naveden uzrok moždanog udara.

Prema podacima iz studija, moždani udar je u većini slučajeva zahvatio jednu stranu tijela (slika 3).



Slika 3. Raspodjela uzorka prema zahvaćenoj strani

U prikazanim radovima korišteni su različiti mjerni instrumenti za praćenje ishoda. Međutim, za potrebe ove studije posmatrali smo samo dva mjerna instrumenta: Fugl-Majer procjenu za donje ekstremitete i Bergovu skalu balansa.

Radi prikaza efekata rehabilitacionih intervencija kod osoba nakon moždanog udara,

u nastavku je prikazana tabela 2 sa ulaznim i izlaznim vrijednostima Fugl–Majer procjenu za donje ekstremitete (FMA-LE) skale iz odabranih istraživanja. Prikazane su osnovne vrijednosti FMA-LE skora prije i nakon sprovedene intervencije, kao i razlika između tih vrijednosti. Podaci su preuzeti direktno iz primarnih istraživanja ili izračunati na osnovu dostupnih srednjih vrijednosti (tabela 2).

Tabela 2. Promjene u FMA-LE skoru kod pacijenata nakon moždanog udara na osnovu uključenih istraživanja za eksperimentalnu i kontrolnu grupu

Red- ni broj	Ime autora	Uzorak EG	Trajanje tretmana EG i KG	FMA za donji ekstremitet EG			Uzorak KG	FMA za donji ekstremitet KG		
				Ulaz	Izlaz	Razlika		Ulaz	Izlaz	Razli- ka
1.	Kim YG i sar. (2023)	17	4 sedmice	–	–	–	15	–	–	–
2.	İbişoğlu i sar. (2025)	15	4/6 sedmica	15,07	16,67	1.6	15	15,4	16,73	1.33
3.	Zhai i sar. (2021)	10	2 sedmice	26,5	29,3	2,8	10	24,8	27,6	2,8
4.	Kim KH i sar. (2023)	15	4 sedmice	18,07	21,60	3,53	16	18,68	21,18	2,5
5.	Louie i sar. (2021)	19	8 sedmica	17,3	23,0	5,7	17	17,5	20,8	3,3
6.	Mao i sar. (2022)	30	6 sedmica	18,37	24,57	6,2	30	17,09	21,20	4,11
7.	Yu i sar. (2020)	35	12 sedmica	15,91	25,17	9,26	36	16,17	21,78	5,61
8.	Bei i sar. (2023)	80	8 sedmica	9,82	21,45	11,63	80	9,32	16,60	7,28
9.	Park i sar. (2022)	19	8 sedmica	11,34	23,41	12,07	19	11,64	20,56	8,92
10.	Anwar i sar. (2021)	34	6 sedmica	12,68	30,26	17,58	34	13,74	22,76	9,02

Legenda. EG – eksperimentalna grupa; KG – kontrolna grupa; FMA – Fugl–Majer procjena motoričke funkcije.

Od ukupno 10 studija (544 ispitanika) posmatranih u ovom preglednom radu, devet studija (514 ispitanika) je koristilo FMA-LE skor.

Radi jasnijeg prikaza efikasnosti primijenjenih terapijskih procedura, razlika između ulaznih i izlaznih vrijednosti za FMA-LE u eksperimentalnim i kontrolnim grupama rangirana je na skali od 1 do 5. Kao kriterijum za ocjenjivanje uzet je raspon zabilježenih promjena u FMA-LE skoru, pri čemu je najmanja zabilježena promjena iznosila 1,33 poena, a najveća 17,58. Ukupan raspon podataka (16,25 poena) ravnomjerno je podijeljen na pet intervala, pri čemu veća razlika u FMA-LE skoru označava veću efikasnost terapije (tabela 3).

Tabela 3. Kriterijumi za ocjenu efikasnosti intervencija u EG i KG na osnovu promjene FMA-LE skora

Ocjena	Raspon razlike FMA-LE skora	Stepen efikasnosti
1	1,33 – 4,57	Veoma niska efikasnost
2	4,58 – 7,82	Niska efikasnost
3	7,83 – 11,07	Umjerena efikasnost
4	11,08 – 14,32	Visoka efikasnost
5	14,33 – 17,58	Veoma visoka efikasnost

Na osnovu ocjene efikasnosti terapije u eksperimentalnim grupama prema FMA-LE skoru, u kategoriju veoma niske efikasnosti (ocjena 1) svrstane su tri studije: İbişoğlu i sar. (2025), Zhai i sar. (2021) i Kim KH i sar. (2023). Nisku efikasnost (ocjena 2) imale su studije Louie i sar. (2021) i Mao i sar. (2022), dok je umjerena efikasnost (ocjena 3) zabilježena u studiji Yu i sar. (2020). U kategoriju visoke efikasnosti (ocjena 4) spadaju studije Bei i sar. (2023) i Park i sar. (2022), a veoma visoku efikasnost (ocjena 5) postigla je jedino studija Anwar i sar. (2021), koja je zabilježila najveću razliku u FMA-LE skoru među svim analiziranim studijama.

Na osnovu ocjene efikasnosti terapije u kontrolnim grupama prema FMA-LE skoru, nijedna studija nije zabilježila rezultat koji bi bio svrstan u kategoriju visoke (ocjena 4) i veoma visoke efikasnosti (ocjena 5). Većina studija pokazala je veoma nisku efikasnost: ocjena 1 (İbişoğlu i sar. (2025), Zhai i sar. (2021), Kim KH i sar. (2023), Louie i sar. (2021) i Mao i sar. (2022)). Nisku efikasnost (ocjena 2) su imale studije Yu i sar. (2020) i Bei i sar. (2023), dok je umjerena efikasnost (ocjena 3) zabilježena u studijama Park i sar. (2022) i Anwar i sar. (2021).

Za mjerenje rezultata ravnoteže korišćena je Bergova skala balansa. Radi prikaza

promjena u balansu nakon sprovedenih rehabilitacionih intervencija, u nastavku je prikazana tabela 4 sa ulaznim i izlaznim vrijednostima Bergove skale balansa (*Berg Balance Scale* – BBS) iz odabranih istraživanja. Tabela prikazuje srednje vrijednosti BBS skora prije i nakon intervencije, kao i razliku u skor. BBS predstavlja validiran alat za procjenu balansa kod osoba nakon moždanog udara (tabela 4).

Tabela 4. Bergova skala balansa – ulazne, izlazne vrijednosti i razlike po studijama za eksperimentalnu i kontrolnu grupu

Red- ni broj	Ime autora	Uzorak EG	Trajanje tretmana EG i KG	Bergova skala balansa –EG			Uzorak KG	Bergova skala balansa –KG		
				Ulaz	Izlaz	Razlika		Ulaz	Izlaz	Razlika
1.	Zhai i sar. (2021)	10	2 sedmice	41,4	45,0	3,6	10	43,4	46,7	3,3
2.	Kim KH i sar. (2023)	15	4 sedmice	39,40	43,93	4,53	16	38,43	40,81	2,38
3.	İbişoğlu i sar. (2025)	15	4/6 sedmica	30,07	34,67	4,6	15	31,07	34,47	3,4
4.	Kim YG i sar. (2023)	17	4 sedmice	30,33	35,33	5,00	15	28,2	31,00	2,80
5.	Mao i sar. (2022)	30	6 sedmica	19,97	31,87	11,9	30	19,80	26,97	7,17
6.	Yu i sar. (2020)	35	12 sedmica	33,40	48,03	14,6	36	34,50	39,64	5,14
7.	Park i sar. (2022)	19	8 sedmica	21,34	37,88	16,5	19	21,76	30,45	8,69
8.	Bei i sar. (2023)	80	8 sedmica	7,93	27,40	19,47	80	7,65	21,38	13,73
9.	Louie i sar. (2021)	19	8 sedmica	15,3	36,6	21,3	17	19,2	37,8	18,6
10.	Anwar i sar. (2021)	34	6 sedmica	18,38	44,09	25,71	34	19,68	30,97	11,29

Legenda. EG – eksperimentalna grupa; KG – kontrolna grupa.

Radi jasnijeg prikaza efikasnosti primijenjenih terapijskih procedura, razlika između ulaznih i izlaznih vrijednosti za Bergovu skalu balansa u eksperimentalnim i kontrolnim grupama rangirana je na skali od 1 do 5. Kao kriterijum za ocjenjivanje uzet je raspon zabilježenih promjena u Bergovoj skali balansa, pri čemu je najmanja zabilježena promjena iznosila 2.38 poena, a najveća 25.71. Ukupan raspon podataka (23.33) ravnomjerno je

podijeljen na pet intervala, pri čemu veća razlika u BBS označava veću efikasnost terapije (tabela 5).

Tabela 5. Kriterijumi za ocjenu efikasnosti intervencija u EG i KG na osnovu promjene BBS-a

Ocjena	Raspon razlike BBSa	Stepen efikasnosti
1	2,38 – 7,05	Veoma niska efikasnost
2	7,06 – 11,71	Niska efikasnost
3	11,72 – 16,37	Umjerena efikasnost
4	16,38 – 21,03	Visoka efikasnost
5	21,04 – 25,71	Veoma visoka efikasnost

Na osnovu ocjene efikasnosti terapije u eksperimentalnim grupama prema Bergovoj skali balansa, u kategoriju veoma niske efikasnosti (ocjena 1) svrstane su četiri studije: Zhai i sar. (2021), Kim KH, i sar. (2023), İbişoğlu i sar. (2025) i Kim YG i sar. (2023). Nijedna studija nije imala nisku efikasnost (ocjena 2). Umjerenu efikasnost (ocjena 3) imale su studije Mao i sar. (2022) i Yu i sar. (2020), dok je visoka efikasnost (ocjena 4) zabilježena u studijama Park i sar. (2022) i Bei i sar. (2023). Veoma visoku efikasnost (ocjena 5) postigle su studije Louie i sar. (2021) i Anwar i sar. (2021).

Na osnovu ocjene efikasnosti terapije u kontrolnim grupama prema Bergovoj skali balansa, u kategoriju veoma niske efikasnosti (ocjena 1) svrstano je pet studija: Kim KH i sar. (2023), Kim YG i sar. (2023), Zhai i sar. (2021), İbişoğlu i sar. (2025) i Yu i sar. (2020). Nisku efikasnost (ocjena 2) imale su studije Mao i sar. (2022), Park i sar. (2022) i Anwar i sar. (2021).

Umjerenu efikasnost (ocjena 3) zabilježena u studiji Bei i sar. (2023), a visoka efikasnost u studiji Louie i sar. (2021). Veoma visoka efikasnost (ocjena 5) u kontrolnim grupama nije zabilježena ni u jednoj studiji.

DISKUSIJA

Rezultati dobijeni analizom odabranih studija na osnovu Fugl–Majer procjene za donje ekstremitete jasno ukazuju na to da fizioterapijske intervencije korišćene u eksperimentalnim grupama, u najvećem broju slučajeva, imaju veći stepen efikasnosti u odnosu na fizioterapijske intervencije korišćene u kontrolnim grupama.

Najveći stepen efikasnosti zabilježen je u eksperimentalnoj grupi u studiji Anwar i sar. (2021), gdje je primjena virtualne realnosti u terapijske svrhe dovela do značajnog povećanja FMA-LE skora za 17.58 poena nakon završetka intervencije. Prema studiji O'Brien i sar. trening uz pomoć virtualne realnosti (VR) u populaciji pacijenata nakon moždanog udara ima značajan uticaj jer poboljšava interesovanje pacijenta za vježbanje putem različitih tehnika igara (eng. *gaming techniques*), ali se povećava i broj ponavljanja, što ima značajan efekat na pacijentovo stanje [18].

Visoka efikasnost je zabilježena u studijama Bei i sar. (2023), gdje je u eksperimentalnoj grupi kao intervencija korišćena hidrokinetoterapija, i Park i sar. (2022), gdje su glavni fokus u eksperimentalnoj grupi bile vježbe stabilnosti mišića trupa uz muziku.

S druge strane, najmanji stepen efikasnosti su zabilježeni u studijama İbişoğlu i sar. (2025) i Zhai i sar. (2021) i u kontrolnoj i u eksperimentalnoj grupi. Razlog veoma niskog

stepena efikasnosti može da se objasni malim uzorkom, ali i kratkim trajanjem terapije. U studiji Zhai i sar. (2021) primjetna je ulazna vrijednost koja je bila dosta viša u odnosu na druge studije, kao i trajanje tretmana (dvije sedmice), koje je bilo najkraće u odnosu na posmatrane studije.

Posmatrajući kontrolne grupe, u kojima je u najvećem broju slučajeva korištena konvencionalna terapija, evidentan je znatno manji stepen efikasnosti. Nijedna kontrolna studija nije imala visoku ili veoma visoku efikasnost, što ukazuje na to da pristupi koji su u njima korišćeni imaju izvjesnog uticaja na poboljšanje funkcije hoda i balansa, ali ne u onoj mjeri kao intervencije korišćene u eksperimentalnim grupama.

Rezultati analize Bergove skale balansa (BBS) pokazuju da su eksperimentalne intervencije u velikoj mjeri doprinijele poboljšanju ravnoteže kod pacijenata nakon moždanog udara i to znatno više nego konvencionalne metode koje su primjenjivane u kontrolnim grupama. U većini studija, razlika između ulaznih i izlaznih vrijednosti BBS skora kod eksperimentalnih grupa bila je klinički značajna, s obzirom na to da promjena od osam i više poena ukazuje na realan funkcionalni napredak u balansu.

Najveći napredak zabilježen je u studiji Anwar i saradnici (2021), gdje je korišćen trening uz pomoć virtuelne realnosti, a razlika u skor u iznosila je 25.71 poena, što je svrstano u kategoriju veoma visoke efikasnosti. Slično, i Louie i sar. (2021) pokazali su značajan napredak uz pomoć egzoskelet zasnovanog treninga, gdje je kombinovana asistencija kretanja i aktivno učešće pacijenta doprinijelo poboljšanju ravnoteže.

Značajnu efikasnost pokazale su i studije Park i saradnici, gdje su vježbe stabilnosti trupa izvođene uz muzičku podlogu, te Bei i sar, gdje je primjenjivana hidrokinetoterapija.

S druge strane, studije Zhai i sar. (2021), Kim KH i sar. (2023) i İbişoğlu i sar. (2025) zabilježile su najmanje promjene u BBS skor. Ove intervencije su imale niži intenzitet, kraće trajanje i manji broj ispitanika, što može objasniti manji terapijski učinak.

U kontrolnim grupama, rezultati su većinom bili manji u odnosu na eksperimentalnu grupu. Najveći broj studija zabilježio je veoma nisku do nisku efikasnost, što dodatno potvrđuje da klasične fizioterapijske intervencije, iako korisne, ne omogućavaju optimalan funkcionalni oporavak kada se koriste izolovano, bez dodatne stimulacije ili naprednih pristupa.

Značaj Bergove skale balansa u ovom istraživanju potvrđuje se i time što je u gotovo svim studijama jasno prikazivala napredak kada je on postignut, a posebno jer su razlike u mnogim slučajevima bile značajno veće od 8 poena, što ima direktan klinički značaj u smislu smanjenja rizika od padova i povećanja funkcionalne nezavisnosti pacijenata.

Intervencije koje kombinuju različite modalitete stimulacije – kao što su vizuelna, auditivna i proprioceptivna stimulacija – daleko su efikasnije u poboljšanju balansa kod pacijenata nakon moždanog udara [19].

Napredne fizioterapijske intervencije su, u većini slučajeva, pokazale značajno poboljšanje u funkciji hoda i balansa, a time i značajnu razliku u ulaznim i izlaznim vrijednostima za FMA-LE i Bergovu skalu balansa.

Naročito se istakla studija Anwar i sar. (2021), koja je imala veoma visoku efikasnost terapije kako prema FMA-LE, tako i po Bergovoj skali balansa. Prilikom razmatranja efikasnosti ove studije bitno je naglasiti da je studija sprovedena u Pakistanu, s obzirom na to da moždani udar u ovoj zemlji pokazuje epidemiološke i kliničke osobenosti koje se razlikuju od zapadne literature, zahvatajući relativno mlađu populaciju zbog različitih faktora rizika [17, 20].

Zbog toga, bitno je naglasiti da je prosjek godina u ovoj studiji bio najmanji u odnosu na analizirane studije (51.56 u eksperimentalnoj grupi). Autori analizirane studije su prijavili da su pacijenti uživali u ovom treningu, provodili više vremena koristeći uređaje i ponavljali vježbe češće, što je vodilo ka boljem učinku, većoj samomotivaciji, povećanju broja ponavljanja, kao i boljem zadržavanju i učenju pokreta [19].

Studija Park i sar. (2022) pokazala je da je stimulacija muzikom u kombinaciji sa konvencionalnom fizioterapijom korisnija za pacijente sa moždanim udarom nego sama fizioterapija. Autori su utvrdili da rutinski rehabilitacioni programi mogu poboljšati ravnotežu kod pacijenata nakon moždanog udara, ali su vježbe stabilnosti mišića trupa u kombinaciji sa muzikom pokazale još bolji efekat, što je u skladu sa prethodnim istraživanjima. Za razliku od studije Anwar i sar. (2021), ovdje je ispitivana starija populacija (prosjeak godina za EG – 71.4), dok su ulazne vrijednosti bile malo više u odnosu na studiju Anwar i sar. (2021).

Studije koje su se izdvojile na osnovu efikasnosti konvencionalne terapije su: Louie i sar. (2021), Bei i sar. (2023), Park i sar. (2022) i Anwar i sar. (2021). Na osnovu analize studija možemo da zaključimo da su studije koje su koristile fizioterapiju zasnovanu na individualnim ciljevima imale bolje rezultate. Takođe, važno je naglasiti i značaj motivacionih sesija na uspjeh rehabilitacije.

Sveukupno posmatrano, napredne fizioterapijske intervencije pokazale su veći efekat na hod i balans u odnosu na konvencionalnu terapiju. Međutim, treba imati u vidu da su u većini studija ove intervencije bile kombinovane sa standardnim tretmanom, zbog čega nije moguće izdvojiti njihov individualni efekat sa potpunom sigurnošću.

Dalja istraživanja bi trebalo da se fokusiraju na izdvajanje stvarnog efekta naprednih intervencija kroz duža praćenja i poređenja sa jasno definisanim kontrolnim protokolima.

ZAKLJUČAK

Na osnovu analize pregledanih istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Kombinacija naprednih i konvencionalnih fizioterapijskih intervencija daje optimalne rezultate u rehabilitaciji pacijenata nakon moždanog udara.
2. Trening zasnovan na virtuelnoj realnosti pokazao je najbolje rezultate kod radnoaktivnog stanovništva, pri čemu su postignuta značajna poboljšanja u balansu, hodu i opštem funkcionalnom statusu. Potrebno je dalje ispitati da li virtuelna realnost ostvaruje isti ili sličan efekat kod starije populacije.
3. Kod starijih pacijenata, najveći terapijski učinak imale su vježbe stabilizacije trupa u kombinaciji sa muzikom, što ukazuje na značaj individualizacije terapijskog pristupa prema dobi i funkcionalnim mogućnostima pacijenata.
4. Konvencionalna terapija, iako ostaje osnovni temelj rehabilitacije, ne pruža optimalne rezultate kada se koristi samostalno. Njena efikasnost značajno raste kada se kombinuje sa savremenim fizioterapijskim pristupima, što potvrđuju rezultati većine eksperimentalnih grupa. Takav integrisani pristup omogućava brži, kvalitetniji i funkcionalno ciljani oporavak.

LITERATURA

- Kostić V. Neurologija za studente medicine. Beograd: Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu; 2020.
- Kosinac Z, Vlasković T. Opća i specijalna kinezioterapija. Zagreb: Medicinska naklada; 2021.
- Arienti C, Lazzarini SG, Pollock A, Negrini S. Rehabilitation interventions for improving balance following stroke: An overview of systematic reviews. PLoS ONE. 2019;14(7):e0219781. doi:10.1371/journal.pone.0219781
- Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. J Physiother. 2015; 61: 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.017> PMID: 26093805
- Olney SJ, Richards C. Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. Gait & Posture; 1996.
- Verma R, Arya KN, Sharma P, Garg RK. Understanding gait control in post-stroke: implications for manage-

- ment. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16:14–21.
- Pollock A, Baer G, Pomeroy V, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; CD001920. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001920.pub2> PMID: 17253468
- Mao Y, Gao Z, Yang H, Song C. Influence of proprioceptive training based on anklefoot robot on improving lower limbs function in patients after a stroke. *Front Neurobot.* 2022 Oct; 16:969671. doi: 10.3389/fnbot.2022.969671.
- Park JS, Yang KH, Lee DH. The effects of core stability exercise with music on balance and functional activity in stroke. *Journal of the Korean Society for Neurotherapy.* 2022; 26(1). doi: 10.17817/2022.01.25.1111712.
- Zhai X, Wu Q, Li X, Xu Q, Zhang Y, Fan S, Zhang LQ and Pan Y. Effects of RobotAided Rehabilitation on the Ankle Joint Properties and Balance Function in Stroke Survivors: A Randomized Controlled Trial. *Front. Neurol.* 2021. 12:719305. doi: 10.3389/fneur.2021.719305
- Bei N, Long D, Bei Z, Chen Y, Chen Z, Xing Z. Effect of Water Exercise Therapy on Lower Limb Function Rehabilitation in Hemiplegic Patients with the First Stroke. *Altern Ther Health Med.* 2023 Oct; 29(7):429433. PMID: 37573592.
- Yu XM, Jin XM, Lu Y, Gao Y, Xu HC, Xue X, Fang L, Hu J. Effects of Body Weight SupportTai Chi Footwork Training on Balance Control and Walking Function in Stroke Survivors with Hemiplegia: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2020 Dec 21; 2020:9218078. doi: 10.1155/2020/9218078
- Kim YG, Park SH, Lee MM.** The effects of robotassisted gait training on the gait pattern and balance ability of patients with chronic stroke. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2023; 12(4):372–81. doi:10.14474/ptrs.2023.12.4.372.
- Louie DR, Mortenson WB, Durocher M, Schneeberg A, Teasell R, Yao J, Eng JJ.** Efficacy of an exoskeletonbased physical therapy program for nonambulatory patients during subacute stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2021; 18(1):149. doi:10.1186/s1298402100942z
- Kim KH, Hwang DY, Lee WH. The effect of robotassisted gait training with rhythmic auditory stimulation on lower limb function, balance and gait in hemiplegic stroke patients. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2023; 12(4):404–12. doi:10.14474/ptrs.2023.12.4.404
- İbişoğlu ZŞ, Kilinc S. Comparison of Functional Electrical Stimulation Cycle vs. Conservative Rehabilitation on Functional Status and Muscle Features in Stroke Patients. *NeuroRehabilitation.* 2025; 0(0). doi:10.1177/10538135241304334
- Anwar N, Karimi H, Ahmad A, Mumtaz N, Saqulain G, Gilani SA. A Novel Virtual Reality Training Strategy for Poststroke Patients: A Randomized Clinical Trial. *J Healthc Eng.* 2021 Nov 18; 2021:6598726. doi: 10.1155/2021/6598726. PMID: 34840701; PMCID: PMC8616657
- O'Brien J, Roberts D, Monaghan K. Virtual reality to improve motor function after stroke: past, present, and future. *Physiother Pract Res.* 2019; 40:113–116
- Schröder J, van Crielinge T, Embrechts E, et al. Combining the benefits of telerehabilitation and virtual realitybased balance training: a systematic review on feasibility and effectiveness. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2019; 14(1):2–11.
- Hashmi M, Khan M, Wasay M. Growing burden of stroke in Pakistan: a review of progress and limitations. *Int J Stroke.* 2013; 8(7):575–581

EFFECTS OF PHYSIOTHERAPY INTERVENTIONS ON GAIT AND BALANCE IN POST-STROKE PATIENTS

Author: MORANA ČOLIĆ

Email: moranacolic@gmail.com

Mentor: Assist. Prof. Olivera Pilipović Spasojević

Faculty of Medicine, University of Banja Luka

Introduction: Stroke is defined as the sudden onset of a focal, non-convulsive neurological disorder caused by vascular damage, leading to various clinical conditions due to impaired brain function. The diversity of physiotherapeutic interventions and the application of advanced technologies have significantly expanded in stroke rehabilitation over the past decades.

Aim: The aim of this study is to identify, based on literature data, an appropriate physiotherapy protocol for gait and balance rehabilitation in post-stroke patients.

Materials and Methods: For this review, 10 studies meeting the inclusion and exclusion criteria were selected from Google Scholar. A total of 544 post-stroke participants were included in rehabilitation programs with different physiotherapeutic approaches in the experimental groups and general programs in the control groups. The Fugl-Meyer Assessment (FMA-LE) and the Berg Balance Scale (BBS) were chosen as common outcome measures.

Results: The analysis of the selected studies showed the greatest progress with combined conventional and advanced interventions: virtual reality (FMA-LE: 12.68/30.26; BBS: 18.38/44.09), hydrokinotherapy (FMA-LE: 9.82/21.45; BBS: 7.93/27.40), trunk stabilization exercises with music (FMA-LE: 11.34/23.41; BBS: 21.34/37.88), and exoskeleton training (FMA-LE: 17.3/23.0; BBS: 15.3/36.6).

Conclusion: A combination of conventional and advanced physiotherapy interventions provides the best outcomes in post-stroke rehabilitation. Virtual reality proved particularly effective in the working-age population, while trunk stabilization exercises with music showed greater benefits for older patients, emphasizing the importance of individualized therapeutic approaches.

Keywords: physiotherapy; rehabilitation; gait; balance; stroke