

Zmogljivost prijema roke in finega prijema ter izvedbena utrudljivost pri bolnikih z amiotrofično lateralno sklerozo

Hand grip and pinch grip strength and performance fatigue at patients with amyotrophic lateral sclerosis

Julija Košir¹, Lea Leonardis^{2,3}

IZVLEČEK

Uvod: Amiotrofična lateralna sklerozo (ALS) je neozdravljiva progresivna neurodegenerativna bolezen, za katero je značilna progresivna izguba motoričnih funkcij. Namen raziskave je bil ugotoviti razlike v zmogljivosti prijema roke in dovtetnosti za pojav izvedbene utrudljivosti pri ponavljajočem se izvajanju testa devetih zatičev ter njuno povezanost pri bolnikih z ALS. **Metode dela:** Sodelovalo je 24 odraslih bolnikov z ALS ter 15 zdravih posameznikov s podobnimi demografskimi podatki, ki so opravili meritve zmogljivosti prijema roke in finega prijema z blazinicama palca in kazalca ter deset neprekinjenih ponovitev testa devetih zatičev. **Rezultati:** Pri bolnikih z ALS smo ugotovili statistično značilno manjšo zmogljivost prijema roke in uščipa z blazinicama palca in kazalca ter pojav izvedbene utrudljivosti pri ponavljajočem se testu devetih zatičev. Povezanost izvedbene utrudljivosti z zmogljivostjo prijema je bila šibka do zmerna. **Zaključki:** Bolniki z ALS imajo zmanjšano zmogljivost prijema roke in so dovtetnejši za pojav izvedbene utrudljivosti. Mišična šibkost in izvedbena utrudljivost sta dva različna vidika okvare pri ALS in potrebuje ločen pristop pri ocenjevanju.

Ključne besede: zmogljivost prijema roke, test devetih zatičev, spretnost, utrudljivost, amiotrofična lateralna sklerozo.

ABSTRACT

Introduction: Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is an incurable progressive neurodegenerative disease, characterised by progressive motor function loss. We aimed to determine the difference in hand grip strength and performance fatigue in the repeated nine-hole peg test and their correlation in patients with ALS compared to healthy subjects. **Methods:** The study included 24 adult patients with amyotrophic lateral sclerosis and 15 healthy individuals with similar demographics. Each of them performed a grip and pinch grip (thumb and index finger pinch) strength test, followed by ten continuous repetitions of the nine-hole peg test. **Results:** We found significantly decreased muscle strength of both grips and significantly longer absolute durations of the nine-hole peg test in patients with amyotrophic lateral sclerosis. We found a moderate correlation between performance fatigue and a decreased muscle strength. **Conclusions:** Patients with amyotrophic lateral sclerosis have reduced grip strength and are more susceptible to performance fatigue than healthy subjects. Both have a significant impact on patients' quality of life; therefore, future research should focus on their influence and management, and we should also consider them when planning the physiotherapy treatment.

Key words: amyotrophic lateral sclerosis, hand grip strength, nine-hole peg test, dexterity, performance fatigue.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Klinični Inštitut za klinično nevrofiziologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana

³ Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Julija Košir, dipl. fiziot.; e-pošta: julija.kosir2000@gmail.com

Prispelo: 01.08.2023

Sprejeto: 25.10.2023

UVOD

Amiotrofična lateralna skleroza (ALS) je neozdravljiva progresivna nevrodegenerativna bolezen, za katero je značilna okvara zgornjega in spodnjega motoričnega nevrona. Znaki okvare zgornjega motoričnega nevrona so pretirani kitni refleksi, Hoffmanov refleks, spastičnost, klonus, pozitivni babinski znak in šibkost, znaki okvare spodnjega motoričnega nevrona pa se kažejo kot asimetrična mišična oslabelost in atrofija, odsotnost kitnih refleksov in prisotnost fascikulacij (1, 2). Okvara pri ALS je posledica številnih genetskih in metabolnih mehanizmov, ki vplivajo na degeneracijo nevronov (2). V zadnjih letih je bil opažen velik napredek pri identifikaciji mutacij in drugih dejavnikov patofiziologije ALS, vendar natančni mehanizem okvare še vedno ni poznan, saj gre najverjetneje za preplet različnih dejavnikov (1). Dokazano je, da so pri bolnikih z ALS prisotni degeneracija oligodendrocitov, odkloni v metabolizmu RNA ter transportu veziklov, genetsko spremenjena struktura in funkcija aksonov, oslABLJENO obnavljanje DNK ter oslABLJENA funkcija mitohondrijev, njihova vloga pri vplivu na razvoj bolezni pa ni popolnoma pojasnjena (1, 2). Ne glede na mehanizem okvare je končni rezultat nezmožnost ohranjanja aksonskih prenosov po zgornjem oziroma spodnjem motoričnem nevronu, kar privede do oslabeitve in utrujanja (1).

Pri tem je precej omejena tudi funkcija zgornjega uda, in sicer z zmanjšano mišično zmogljivostjo in spretnostjo ter povečano utrudljivostjo (3, 2). Zmogljivost prijema roke je pomemben dejavnik zmožnosti spoprijemanja z vsakodnevnimi izzivi. Čeprav večina prijemov med dejavnostmi vsakodnevnega življenja zahteva dinamičen prijem, se zmogljivost prijema roke navadno meri izometrično (3). Klinično merimo zmogljivost prijema roke in zmogljivost finih prijemov (3, 4). Cilindrični prijem roke omogočajo addukcija palca in prstov, fleksija prstov in izravna dlanskega loka. Pri merjenju zmogljivosti finih prijemov testiramo tri prijeme: uščip z blazinicami palca in kazalca, prijem ključa in palmarni uščip (4). Spretnost pa je definirana kot sposobnost finega zavestnega gibanja, ki ga med določeno nalogo uporabljamo za ravnanje z majhnimi predmeti (4, 9, 13). Za oceno spretnosti roke je eno najpogosteje uporabljenih orodij test devetih zatičev (angl. nine hole peg test – 9-HPT) (4, 13).

Pomemben dejavnik telesne okvare pri osebah z ALS je tudi utrudljivost, ki nastane kot posledica okvare katerega koli od udeleženih telesnih sistemov (5, 6). K razvoju utrudljivosti prispevata tako okvara zgornjega kot tudi spodnjega motoričnega nevrona, vendar obseg njunega prispevka k utrudljivosti ni znan, prav tako ni znan natančni mehanizem utrudljivosti pri ALS (7). Okvare perifernega živčevja značilno vplivajo na mišično šibkost, njihov vpliv na pojav utrudljivosti pa je nejasen. Amplitude akcijskih potencialov med intermitentno izometrično mišično vadbo so pri bolnikih z ALS v mejah normale, kar ne kaže na oslabeitev živčnomišičnega prenosa (5). Med izometrično kontrakcijo je v primerjavi z zdravimi osebami v mišičnih celicah bolnikov z ALS zmanjšana proizvodnja fosfokreatina, kar zmanjšuje kontraktilno kapaciteto hitrih glikolitičnih mišičnih vlaken. Posledično je kapaciteta za razvoj mišične sile manjša, spremenijo se tudi mehanizmi utrujanja (7). Utrujanje zdravih posameznikov pri izometričnem naporu je posledica zlasti omejitev anaerobne presnove skeletne mišice, njena zmanjšana kapaciteta pri bolnikih z ALS pa nakazuje, da je izvor njihove utrudljivosti drugje, najverjetneje v centralnem živčevju (5, 7). Na nezmožnost hotene rekrutacije vseh motoričnih enot pri bolnikih z ALS kaže nižja raven njihove aktivacije motoričnih centrov (angl. central activation ratio) v primerjavi z zdravimi posamezniki, izmerjen kot razlika med navorom maksimalne hotene izometrične kontrakcije (angl. maximal voluntary isometric contraction – MVIC) in naknadno dodane supramaksimalne električne stimulacije mišice (7).

Kljub pomembnosti in pogostosti pojavljanja utrujenosti in utrudljivosti je točna definicija teh izrazov pri nevroloških boleznih v literaturi še nedorečena. Utrujenost je lahko razdeljena na dve področji: občutenje utrujenosti ali subjektivna utrujenost in izvedbena utrudljivost ali objektivna utrujenost (4). Občutenje utrujenosti je definirano kot občutek izčrpanosti, navora, pomanjkanja energije in neujemanje med prizadevanjem za posamezno nalogo in njeno dejansko izvedbo (6). Nasprotno pa je izvedbena utrudljivost opisana kot magnituda spremembe v izvedbi naloge v danem času ali spremembe v mehanskih kazalnikih mišične zmogljivosti (5, 6, 7). Primarno je merjena s kvantificiranjem upada enega ali več vidikov

izvedbe med ponavljajočo se ali neprekinjeno submaksimalno gibalno nalogo, navadno kot upad največje sile oziroma navora po izvedeni utrujajoči nalogi, prav tako pa se lahko meri upad v moči, hitrosti in natančnosti (8). Za določanje utrudljivosti pri opravljanju spretnostne naloge se izvaja ponavljajoči se test devetih zatičev (angl. repeated nine hole peg test – r9-HPT) (9). Ponavljajoči se test devetih zatičev je modificirana različica izvirnega testa devetih zatičev, ki je v primerjavi z izvirnim testom usmerjena bolj na vzdržljivost kot na spretnost roke (9, 19, 11). Zanesljivost r9-HPT za potrditev utrudljivosti so Stam in sodelavci (9) dokazali pri osebah s spinalno mišično atrofijo (SMA). Raziskava, ki bi potrdila učinkovitost r9-HPH za ugotavljanje utrudljivosti pri osebah z ALS, v literaturi še ni bila objavljena. Povezanost med mišično zmogljivostjo in motorično utrudljivostjo se je v raziskavi Sanjaka in sodelavcev (10) izkazala za šibko, v raziskavi Alencarja in sodelavcev (11) zmerno, Ramierez in sodelavci (12) pa povezanosti niso našli.

Namen te raziskave je bil ugotoviti razlike v zmogljivosti prijema roke in pojavnosti izvedbene utrudljivosti pri r9-HPT med bolniki z ALS ter zdravimi posamezniki. Zanimalo nas je tudi, ali obstaja povezanost med zmogljivostjo prijema roke in izvedbeno utrudljivostjo.

METODE

Preiskovanci

K raziskavi smo povabili bolnike z zanesljivo ali verjetno diagnozo ALS, ki so rutinsko vodeni na Kliničnem inštitutu za klinično nevrofiziologijo UKC Ljubljana (n = 24), kot primerjalna skupina pa so v raziskavi sodelovali naknadno izbrani zdravi preiskovanci, ujemajoči se po spolu in starosti (n = 15).

Preiskovance smo pred testiranjem obvestili o poteku raziskave in varovanju osebnih podatkov. Vsi preiskovanci so podpisali izjavo o prostovoljnem sodelovanju v raziskavi. Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (številka 0120-136/2023/3).

Merilni in testni protokoli

Testiranje je pri zdravih preiskovancih potekalo na dominantnemu zgornjemu udu, pri bolnikih z ALS

pa na manj okvarjenem. Preiskovancem smo izmerili zmogljivost prijema roke ter uščipa z blazinicama palca in kazalca (2, 3), temu je sledilo deset neprekinjenih časovno merjenih izvedb testa devetih zatičev (12). Vse meritve so bile opravljene po standardiziranih objavljenih postopkih.

Za merjenje zmogljivosti cilindričnega prijema smo uporabili hidravlični Jamar dinamometer za merjenje zmogljivosti prijema roke (SH 5001, Saehan Corporation, Koreja), za merjenje zmogljivosti uščipa z blazinicama palca in kazalca pa hidravlični Baseline dinamometer za merjenje zmogljivosti finih prijemov (NY 10602, Baseline, ZDA). Obe testiranji sta bili izvedeni trikrat, rezultat je predstavljalo povprečje vseh treh. Za meritve izvedbene utrudljivosti smo uporabili standardizirani testni pripomoček za izvajanje 9-HPT, sestavljen iz kvadratne lesene plošče z devetimi luknjami, ki se stika s posodo za zatiče, ter iz zatičev dolžine 3,2 cm in premera 64 mm (3, 13). Čas posamezne izvedbe r9-HPT je bil definiran kot absolutni čas, izražen v sekundah. Izvedbeno utrudljivost smo izrazili v obliki relativnega časa, ki je bil definiran kot razmerje med absolutnim časom izvajanja vsake posamezne naslednje izvedbe r9-HPT (2.–10. izvedba) in absolutnim časom izvajanja prve izvedbe r9-HPT.

Metode statistične analize

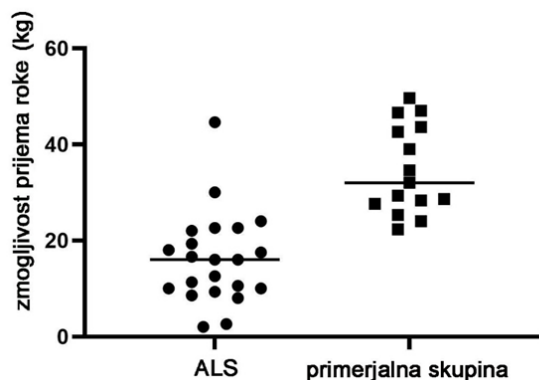
Meritve desnega in levega zgornjega uda smo znotraj posamezne skupine združili, saj gre pri ALS za asimetrične okvare in dominantnost zgornjega uda posledično nima bistvenega vpliva na končne izide meritev. Rezultati meritev so bili statistično obdelani v programu IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences, ZDA), verzija 29.00. Normalnost porazdelitve smo preverili s testoma Kolmogorov-Smirnov in Shapiro-Wilk. Za ugotavljanje razlik v zmogljivosti prijema roke smo uporabili t-test za dva neodvisna vzorca, za ugotavljanje razlik pri r9-HPT pa Mann-Whitneyjev test zaradi nenormalne porazdelitve in prisotnosti osamelcev. Statistično značilno povezanost med nenormalno porazdeljenimi spremenljivkami smo preverili z neparametričnim Spearmanovim koeficientom korelacije. Za interpretacijo povezanosti smo uporabili naslednje vrednosti korelacijskih koeficientov (r): vrednost korelacijskega koeficienta 0–0,19 pomeni neznatno povezanost, 0,20–0,39 šibko, 0,40–0,59 srednjo

oziroma zmerno povezanost, 0,60–0,79 visoko oziroma močno povezanost in 0,80–1 zelo visoko oziroma močno povezanost (13).

REZULTATI

V raziskavi je sodelovalo 39 preiskovancev, od tega 24 bolnikov z ALS, starih od 28 do 82 let, in 15 zdravih preiskovancev, starih od 28 do 86 let. Devetnajst bolnikov z ALS je bilo zmožnih dokončati vse meritve, vključno z desetimi ponovitvami r9-HPT (79,1 %), trije (12,5 %) so bili zmožni opraviti le meritve zmogljivosti prijema roke ter uščipa z blazinicama palca in kazalca, dva (8,3 %) pa nista bila zmožna opraviti nobene izmed meritev.

Pri meritvi zmogljivosti prijema roke je povprečna zmogljivost bolnikov z ALS znašala 16,1 kg, povprečje primerjalne skupine pa 34,7 kg. T-test za dva neodvisna vzorca je pokazal statistično značilno razliko med obema skupinama ($p = 0,0012$; $t = 5,91$) (slika 1).



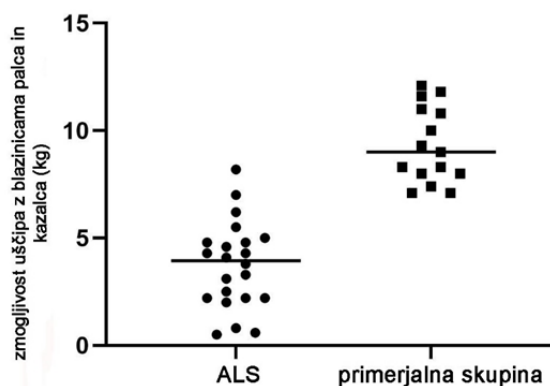
Slika 1: Primerjava zmogljivosti prijema roke med skupino bolnikov z amiotrofično lateralno sklerozo (ALS) in primerjalno skupino

Preglednica 1: Srednje vrednosti absolutnih časov posameznih izvedb testa devetih zatičev za bolnike z amiotrofično lateralno sklerozo (ALS) ter primerjalno skupino, izražene v sekundah

Izvedba	ALS				Primerjalna skupina				p-vrednost
	M	Q1	Q3	IQR	M	Q1	Q3	IQR	
1.	39,5	30,2	57,8	27,6	21,2	20,0	23,5	3,6	< 0,0001
2.	36,2	29,6	62,3	32,7	18,8	18,2	21,0	2,8	< 0,0001
3.	47,0	26,1	56,2	30,1	19,3	17,8	20,8	3,1	< 0,0001
4.	42,0	28,0	58,7	30,7	18,0	17,0	20,1	3,2	< 0,0001
5.	38,9	26,4	58,7	32,3	17,8	16,9	19,7	2,8	< 0,0001
6.	37,3	27,4	48,7	21,4	17,9	16,1	19,4	3,3	< 0,0001
7.	43,1	32,0	56,5	24,6	18,0	17,1	21,0	3,9	< 0,0001
8.	39,1	31,6	59,9	28,3	17,0	16,2	21,0	4,8	< 0,0001
9.	47,2	32,7	68,3	35,7	18,1	16,8	19,6	2,8	< 0,0001
10.	49,7	32,8	68,6	35,8	16,9	16,6	19,3	2,7	< 0,0001

ALS – amiotrofična lateralna sklerozo, M – mediana, Q1 – prvi kvartil, Q3 – tretji kvartil, IQR – interkvartilni razmik, $p < 0,01$.

Pri primerjavi zmogljivosti uščipa z blazinicama palca in kazalca je bila povprečna vrednost bolnikov z ALS 3,7 kg, povprečna zmogljivost primerjalne skupine pa je bila 9,3 kg ($p = 0,0003$; $t = 8,66$) (slika 2).



Slika 2: Primerjava zmogljivosti uščipa z blazinicama palca in kazalca med skupino bolnikov z amiotrofično lateralno sklerozo (ALS) in primerjalno skupino

Vseh deset ponovitev izvajanja testiranja je uspešno dokončalo 19 (79,1 %) od 24 bolnikov z ALS. Trije bolniki (12,5 %) zaradi utrudljivosti niso bili zmožni dokončati vseh desetih ponovitev, testiranje so prekinili ob drugi, tretji in peti izvedbi. Potrdili smo statistično značilne razlike v absolutnih časih izvajanja r9-HPT za vsako posamezno izvedbo glede na zdrave preiskovance in bolnike z ALS ($p < 0,0001$) (preglednica 1).

Preglednica 2: Srednje vrednosti relativnih časov posameznih izvedb testa devetih zatičev za bolnike z amiotrofično lateralno sklerozo (ALS) in primerjalno skupino, izražene kot razmerje med absolutnim časom vsake naslednje izvedbe (2.–10. izvedba) in absolutnim časom izvajanja prve izvedbe r9-HPT

Izvedba	ALS				Primerjalna skupina				p-vrednost
	M	Q1	Q3	IQR	M	Q1	Q3	IQR	
1.	1	/	/	/	1	/	/	/	/
2.	0,96	0,79	1,03	0,24	0,92	0,87	0,94	0,06	0,498
3.	0,97	0,78	1,04	0,26	0,91	0,89	0,95	0,06	0,532
4.	0,94	0,82	1,04	0,22	0,89	0,87	0,91	0,04	0,498
5.	0,97	0,73	1,04	0,31	0,85	0,81	0,91	0,09	0,181
6.	0,91	0,76	1,01	0,25	0,87	0,75	0,91	0,16	0,231
7.	0,94	0,88	1,06	0,18	0,88	0,84	0,90	0,07	0,038
8.	0,96	0,93	1,08	0,15	0,85	0,80	0,87	0,08	0,003
9.	1,08	1,01	1,21	0,19	0,84	0,82	0,93	0,11	0,002
10.	1,16	1,00	1,27	0,27	0,83	0,80	0,87	0,08	< 0,001

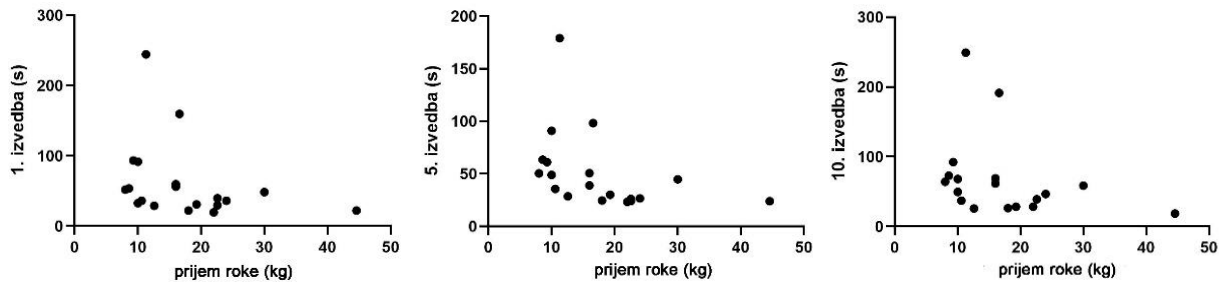
ALS – amiotrofična lateralna sklerozo, M – mediana, Q1 – prvi kvartil, Q3 – tretji kvartil, IQR – interkvartilni razmik, $p < 0,05$.

V prvih šestih izvedbah sta imeli obe skupini podobne vrednosti relativnih časov, od sedme do desete izvedbe pa smo z neparametričnim Mann-Whitneyjevim testom pri bolnikih z ALS dokazali statistično značilno daljši relativni čas izvajanja ($p < 0,05$) (preglednica 2).

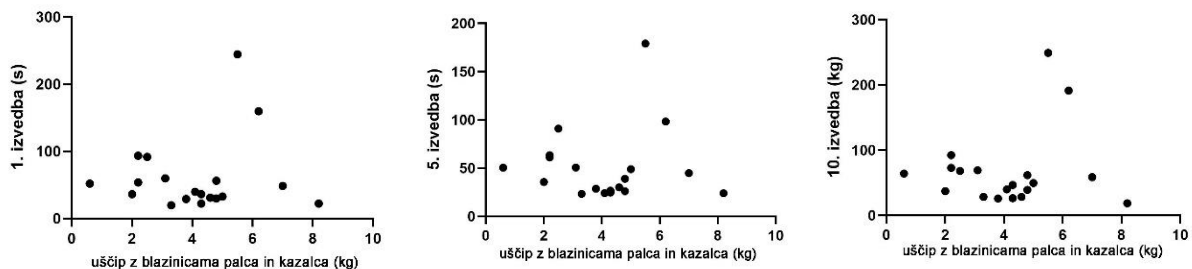
Bolniki z ALS so, glede na prvo izvedbo testa, peto izvedli 7 % hitreje, deseto pa 13 % počasneje, medtem ko so zdravi preiskovanci peto izvedbo izvedli 15 % hitreje, deseto pa 17 % hitreje. Razpršenost podatkov za čas posamezne izvedbe 9-

HPT, razbrana iz interkvartilnega razmika (angl. interquartile range – IQR), je bila pri bolnikih z ALS bistveno večja od primerjalne skupine, saj je povprečni IQR vseh relativnih časov pri bolnikih z ALS znašal 23 % (razpon Q1–Q3 je 86 % –109 %), pri zdravih posameznikih pa 8 % (razpon Q1–Q3 je 83 %–91 %).

Ugotovili smo statistično značilno močno negativno povezanost zmogljivosti prijema roke in pete izvedbe 9-HPT ($r_{S5} = -0,671$, $p < 0,05$) ter



Slika 3: Zmogljivost prijema roke v odvisnosti od prve, pete in desete izvedbe testa devetih zatičev (9-HPT)



Slika 4: Zmogljivost uščipa z blazinicama palca in kazalca v odvisnosti od prve, pete in desete izvedbe testa devetih zatičev (NHPT)

statistično značilno zmerno negativno povezanost zmogljivosti cilindričnega prijema in prve izvedbe ($r_{S1} = -0,476$) ter desete izvedbe 9-HPT ($r_{S10} = -0,521$; $p < 0,05$).

Ugotovili smo tudi statistično značilno negativno neznatno povezanost zmogljivosti uščipa z blazinicama palca in kazalca ter absolutnega časa 9-HPT tako za prvo izvedbo ($r_{S1} = -0,109$), pet izvedbo ($r_{S5} = -0,123$) in deseto izvedbo ($r_{S10} = -0,116$; $p < 0,05$).

RAZPRAVA

Primerjava skupin glede na zmogljivost prijemov je pokazala zmanjšanje zmogljivosti tako prijema roke kot tudi uščipa z blazinicama palca in kazalca pri skupini bolnikov z ALS, kar kaže na prisotnost mišične oslabelosti. Ker gre pri ALS predvsem za progresivno izgubo motoričnih funkcij, je izrednega pomena redno testiranje mišic (16, 1), pri čemer so dinamometrične meritve zanesljivejša in manj utrujajoča alternativa manualnemu testiranju. Rushton in sodelavci (17) so kljub značilni variabilni hitrosti upada mišične zmogljivosti med bolniki z ALS dokazali, da je ta za posamezne mišične skupine istega bolnika pretežno konsistentna, zato lahko z uporabo linearnega regresijskega modela z zadovoljivo natančnostjo napovemo napredovanje bolezni na podlagi trenutne mišične zmogljivosti bolnika. Zanesljivost merjenja zmogljivosti prijema roke in uščipa z blazinicama palca in kazalca kot merila za spremljanje napredovanja ALS so dokazale že številne raziskave (18, 19), ki pa so se večinoma osredotočale na preiskovanje meritve zmogljivosti prijema roke. Lee in sodelavci (20) so dokazali, da z lestvico ALSFRS-R od vseh prijemov najbolje korelira zmogljivost uščipa z blazinicama palca in kazalca, kar naj bi bila posledica sindroma razcepljene roke, ki se značilno pojavlja pri bolnikih z ALS in značilno prizadene mišice na palčevi strani dlani ob boljši ohranjenosti mišic na mezinčevi strani. Meritev zmogljivosti uščipa z blazinicama palca in kazalca je tako usmerjena na primarno šibkost, ki se pojavlja pri ALS, z meritvijo prijema roke pa preverjamo predvsem zmogljivost dolgih fleksorjev prstov, katerih prizadetost se navadno pojavi sekundarno.

V naši raziskavi so vsi bolniki z ALS vseh deset izvedb 9-HPT opravili v statistično značilno

daljšem absolutnem času od zdravih preiskovancev, kar kaže na prisotnost tako zmanjšane spretnosti roke kot tudi izvedbene utrudljivosti. Z našimi ugotovitvami se ujemajo tudi ugotovitve Czella in sodelavcev (21), ki so dokazali, da je povprečni absolutni čas posamezne izvedbe 9-HPT bolnika z ALS v povprečju 1,4-krat daljši od časa izvedbe zdravega preiskovanca. Upočasnjenost bolnikov z ALS v primerjavi z zdravimi preiskovanci pri prvi izvedbi 9-HPT lahko pripišemo zmanjšani spretnosti roke, ki je posledica oslabitve aksonskega prenosa. Pri peti izvedbi smo tako pri bolnikih kot tudi pri zdravih opazili znake motoričnega učenja, le da je bil njegov učinek pri bolnikih z ALS slabši kot pri zdravih preiskovancih; bolniki so peto izvedbo izvedli v 93 % časa prve izvedbe, zdravi pa v 85 %. Najverjetneje ne gre za razliko v učinkovitosti motoričnega učenja, temveč za zgodnejši pojav utrujanja pri bolnikih z ALS. Od pete izvedbe naprej so se pri bolnikih z ALS začeli pojavljati izraziti znaki utrujanja, saj je njihov čas izvedbe z vsako ponovitvijo naraščal (deseto izvedbo so opravili v 113 % prve), medtem ko je ta pri zdravih preiskovancih z vsako nadaljnjo ponovitvijo padal (deseto izvedbo so opravili v 83 % prve). S ponavljajočim se testom devetih zatičev smo pri bolnikih z ALS dokazali izvedbeno utrudljivost v obliki upada natančnosti, kar je podaljšalo čas izvedbe testa. Podobna raziskava, ki bi pri bolnikih z ALS dokazovala obstoj izvedbene utrudljivosti kot upad natančnosti izvedbe motorične naloge, še ni bila objavljena. V literaturi najdemo predvsem raziskave, ki so utrudljivost pri ALS kvantificirale s pomočjo merjenja upada maksimalne hotene izometrične kontrakcije (11, 21) ali pa s pomočjo različnih vprašalnikov na temo subjektivnega zaznavanja utrudljivosti (22, 23). Zanesljivost ponavljajočega se 9-HPT zaradi zaznavanja izvedbene utrudljivosti je bila dokazana v številnih raziskavah pri bolnikih s SMA (9, 10, 24).

Povezanost med mišično zmogljivostjo in izvedbeno utrudljivostjo se je izkazala za zmerno pri prijemu roke ter neznatno pri uščipu z blazinicama palca in kazalca. Podobno so dokazali tudi Sanjak in sodelavci (10), ki so pri bolnikih z ALS opazovali povezanost jakosti MVIC ter indeksa utrudljivosti, izraženega z upadom MVIC v 30 sekundah. Povezanosti med obema ni bilo pri fleksorjih komolca in ekstenzorjih kolena, pri

dorzalnih fleksorjih stopala pa se je izkazala za šibko ($r = 0,370$), kar nakazuje, da sta mišična šibkost in utrudljivost različni lastnosti ALS, ki naj bosta ocenjevani in obravnavani različno. Tudi Ramirez in sodelavci (12) med utrudljivostjo, kvantificirano z lestvico intenzivnosti utrudljivosti (angl. fatigue severity scale – FSS), in šibkostjo, o kateri so pridobili podatek iz dopolnjene funkcijske lestvice za ocenjevanje bolnikov z ALS (angl. amyotrophic lateral sclerosis functional rating scale – revised – ALSFRS-R), pri bolnikih z ALS niso našli povezanosti kljub prisotnosti utrudljivosti pri večini sodelujočih bolnikov v raziskavi. Vzrok za slabo povezanost med obema je nejasen, tako kot so tudi nejasni vzroki za nastanek tako šibkosti kot tudi utrudljivosti. Najverjetneje gre za razliko v izvoru posameznega pojava, saj se številni avtorji strinjajo, da je pri ALS vzrok šibkosti predominantno periferen (1, 2), vzrok utrudljivosti pa centralen (4, 5, 6, 7). Seveda gre pri obeh za preplet številnih dejavnikov, ki so slabo raziskani, zato so potrebne nadaljnje raziskave patofizioloških mehanizmov obeh pojavov. Naša raziskava je prva, ki je pri bolnikih z ALS preučila povezanost zmogljivosti prijema roke in izvedbene utrudljivosti pri ponavljajoči se submaksimalni gibalni nalogi. Ugotovitve kažejo, da je povezanost med njima zanemarljiva, kljub temu pa imata obe velik vpliv na kakovost življenja bolnikov in bi jima bilo v prihodnosti dobro nameniti več pozornosti.

ZAKLJUČEK

Z našo raziskavo smo dokazali, da imajo bolniki z ALS zmanjšane vrednosti zmogljivosti prijema roke in uščipa z blazinicama palca in kazalca ter večjo dovzetnost za pojav izvedbene utrudljivosti. Ugotovili smo, da med njima obstaja šibka povezanost. Pomanjkljivost naše raziskave je predvsem majhen vzorec, zato bi bilo v prihodnjih raziskavah treba povečati skupno število bolnikov z ALS. Slabost obeh testiranj je tudi pojav učinka stropa pri bolnikih z bolj ohranjeno funkcijo oziroma učinka tal pri bolnikih s slabše ohranjeno funkcijo zgornjega uda, zaradi česar bi bilo v prihodnosti bolnike dobro razdeliti po funkcijski sposobnosti ali pa uporabiti občutljivejša merilna orodja, kot je na primer elektronski dinamometer.

LITERATURA

- Hardiman O, Al-Chalabi A, Chio A, Carr EM, Logroscino G, Robberecht W, Shaw PJ, Simmons Z, van den Berg L (2017). Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Nature Reviews* (3), 1–13.
- Rowland LP, Shneider NA (2001). Amyotrophic lateral sclerosis. *The N Engl J Med* 344 (22), 1688–97.
- Fess EE, Moran, CA (1981). American Society of Hand Therapists Clinical Assessment Recommendations. American Society of Hand Therapists, 6–8.
- Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N (1984). Reliability and validity of hand strength evaluation. *J Hand Surg* (9), 22–94.
- Abraham A, Drory VE (2012). Fatigue in motor neuron diseases. *Neuromuscul Disord* 22(3), 198–202.
- Sharma KR, Kent-Braun JA, Majumdar S, Huang Y, Mynhier M, Weiner MW & Miller RG (1995). Physiology of fatigue in amyotrophic lateral sclerosis. *Neurology* 45(4), 733–40.
- Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM (2013). Fatigue and fatigability in neurologic illnesses. *Neurology* 80(4), 409–16.
- Kent-Braun JA, Miller RG (2000). Central fatigue during isometric exercise in amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve* (23): 909–14.
- Stam M, Wadman RI, Bartels B, Leeuw M, Westeneng H, Wijngaarde C A, van den Berg LH, van den Pol WL (2018). A continuous repetitive task to detect fatigability in spinal muscular atrophy. *J Rare Dis* 160(13): 1–7.
- Kroschell JK, Dunaway Young S, Cruz R, Mazella A, Sarr F, Curry M, Peterson I (2021). Best practices for physical therapists & clinical evaluators in spinal muscular atrophy (SMA): Recommendations to support the effective conduct of clinical trials in SMA. *Cure SMA Industry Collaboration*, 40–1.
- Sanjak M, Brinkmann J, Belden DS, Roelke K, Waclawik A, Neville HE, Ringel SP, Murphy JR, & Brooks BR (2001). Quantitative assessment of motor fatigue in amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol Sci* 191 (2001): 55–9.
- Alencar MA, Soares BL, Andrade Rangel MF, Abdo JS, de Almedia AP, de Araujo CM, de Souza LC, Cassia Gomez G (2022). Fatigue in amyotrophic lateral sclerosis and correlated factors. *Arq Neuropsiquiatr* 80(10): 1045–51.
- Ramirez C, Piemonte ME, Callegaro D, Da Silva HC (2008). Fatigue in amyotrophic lateral sclerosis: frequency and associated factors. *Amyotroph Lateral Scler* 9(2): 55–80.
- Čelofiga N, Puh U (2021). Merske lastnosti testa devetih zatičev pri pacientih z multiplo sklerozo in pacientih po možganski kapi. *Fizioterapija* 29(1): 35–44.
- Adamič, Š (1989). Temelji biostatistike. Ljubljana: Medicinska fakulteta.

16. Shefner JM, Liu D, Leitner ML, Schoenfeld D, Johns DR, Ferguson T, Cudkowitz M (2016). Quantitative strength testing in ALS clinical trials. *Neurology* 87(6): 617–24.
17. Rushton, DJ, Andres, P L, Allred P, Baloh RH, Svendsen CN (2013). Patients with ALS show highly correlated progression rates in left and right limb muscles. *Neurology* 89(2): 196–206.
18. Andres P, Hedlund W, Finison L, Conlon T, Felmus M, Munsat TL (1986). Quantitative motor assessment in amyotrophic lateral sclerosis. *Neurology* 36(7): 937–41.
19. Chipka RH, Finegan E, Li Hi Shing S, Hardiman O, Bede P (2019). Tracking a Fast-Moving Disease: Longitudinal Markers, Monitoring, and Clinical Trial Endpoints in ALS. *Front Neurology* (10): 229–35.
20. Lee JD, Heshmat S, Heggie S, Thorpe KA, McCombe PA & Henderson RD (2021). Clinical and electrophysiological examination of pinch strength in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve* 63(1): 108–13.
21. Czell D, Neuwirth C, Weber M, Sartoretti-Schefer S, Gutzeit A, Reischauer C (2019). Nine Hole Peg Test and Transcranial Magnetic Stimulation: Useful to Evaluate Dexterity of the Hand and Disease Progression in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Neurol Res Int* 2019(7), 1–7.
22. Bailey A, Channon S, Beaumont JG (2007). The relationship between subjective fatigue and cognitive fatigue in advanced multiple sclerosis. *Mult Scler* (13), 73–80.
23. Krupp LB, Elkins LE (2000). Fatigue and declines in cognitive functioning in multiple sclerosis. *Neurology* (55), 936–39.
24. Bartels, B, Habets, L. E., Stam, M. Wadman, R. I., Wijngaarde, C. A., Schoenmakers M. A. G. C., Takken, T, Hulzebos, EH J, van der Pol WL, Groot JF (2019). Assessment of fatigability in patients with spinal muscular atrophy: development and content validity of a set of endurance tests. *BMC Neurol* 19(21), 42–79.