



BIOMEHANIČKA PROCJENA REHABILITACIJE LUMBALNOG BOLNOG SINDROMA

BIOMECHANICAL ASSESSMENT OF LUMBAL SYNDROME REHABILITATION

Mario Kasović^{1,2}

¹Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

²Fakultet Sportskih Studija, Sveučilište Masaryk u Brnu

SAŽETAK

Lumbalni bolni sindrom (LBS) kronični je zdravstveni problem koji ugrožava tjelesnu funkciju, a posebno utječe na hod. U ovom smo radu pokazali na koje prostorno-vremenske parametre utječu bolovi u križima te kako i hoće li se isti oporaviti nakon primjene minimalno invazivne operacije kralježnice (MISS) i fizioterapije. Analizirali smo prostorno-vremenske parametre hoda grupe od 20 bolesnika s bolovima u križima, tjedan dana prije (grupa 1) i 3-5 tjedana nakon minimalne invazivne operacije kralježnice i fizioterapije (grupa 2). Kontrolnu grupu (grupa 3) činili su 10 zdravih osoba slične dobi i masa. Prosječna brzina hoda bila je značajno niža u grupi 1 nego u grupi 2 ($P = 0,04$) i u kontrolnoj – grupi 3 ($P = 0,03$). Duljina koraka bila je značajno manja u grupi 1 nego u kontrolnoj grupi 3 ($P = 0,04$) i u grupi 2 ($P = 0,04$). Srednja vrijednost upitnika Roland Morris i indeksa invaliditeta Oswestry bila je statistički značajno veća u grupi 1 nego u grupi 2, ($P = 0,003$), odnosno ($P = 0,002$). Studija je pokazala značajno nižu vertikalnu reakcijsku silu tla u grupi 1 nego u kontrolnoj grupi 3 ($P = 0,02$). Svi prostorno-vremenski parametri i sila reakcije podloge pokazali su razlike između grupa, ali je najznačajnija razlika utvrđena u brzini hodanja, duljini koraka i vertikalnoj sili reakcije podloge (GRF). Takav rezultat ukazuje na značajno smanjenje invalidnosti i bolova nakon operacije i fizioterapije.

Ključne riječi: biomehanika, lumbalni bolni sindrom, hod

SUMMARY

The lower back pain syndrome (LBP) is a chronic health problem that compromises physical function, and especially affects the walk. In this paper we have shown which spatio-temporal parameters are affected by low back pain and how and whether the same recover after minimal invasive surgery (MISS) and physiotherapy. We have analysed the group of 20 patients with low back pain, with kinetics and kinematics measures, one week before (group 1) and 3-5 weeks after minimal invasive surgery and physiotherapy (group 2). For control group (group 3) we provided the same measurements in 10 healthy people of the similar age and weight. The average walking speed was significantly lower in the group 1 than in the group 2 ($P=0.04$), and in control group ($P=0.03$). The step length was significantly less in the group 1 than in control group ($P=0.04$) and in the group 2 ($P=0.04$). The mean value of Roland Morris Questionnaire and Oswestry Disability Index was statistically significantly higher in the group 1 than in the group 2, ($P=0.003$) and ($P=0.002$), respectively. The study has showed significantly lower vertical ground reaction force in the group 1 than in control group ($P=0.02$). All of the spatio-temporal parameters and ground reaction force have showed difference between groups, but the most significant difference has been found for the walking speed, step length and vertical ground reaction force (GRF). Such result indicates significant decrease of disability and pain after surgery and physiotherapy.

Key words: biomechanical, lower back pain syndrome, gait

UVOD

Lumbalni bolni sindrom (LBS) je kronični zdravstveni problem i jedan od najčešćih razloga odlaska liječniku i traženja zdravstvene pomoći. Procjenjuje se da je incidencija LBS-a u populaciji visokih 80% te da se najčešće javlja između 30. i 50. godine života, u vrhuncu napona snage i podjednako kod žena i muškaraca. Mehaničkog je porijekla (95%) i ako se tretira na vrijeme prognoze rehabilitacije govore da 90% pacijenata unutar 3 mjeseca od pojave LBS-a nema više simptoma. Protivno, može kronično kompromitirati fizičku funkciju, kvalitetu života i ponajviše utjecati na promjene obrasca hoda što ima za posljedicu stvaranja sekundarnih zdravstvenih problema (10). Izuzev klasifikacije prema uzrocima LBS-a, moguće je izvesti podjelu LBS-a temeljem simptoma pa je tako LBS najčešće promatran s obzirom na lokalizaciju i intenzitet boli koja i jest glavni simptom bolesti (15,20,26). Do danas, nema puno podataka i nisu provedena dostatna istraživanja o karakteristikama hoda ljudi s lumbalnim bolnim sindromom. Poznato je da osobe sa LBS-om hodaju sporije, imaju kraće i nesigurnije korake, te da je korak lijeve i desne noge asimetričan u usporedbi sa zdravim osobama (20,26). Također, u do sada provedenim studijama utvrđeno je da su ispitanici kojima se bol širila u nogu hodali sporije u usporedbi sa ispitanicima kojima je bol lokalizirana u leđima i koji su mogli postići jednaku brzinu hoda kao zdravi ljudi (11). Isto tako, analizom hoda u ispitanika s LBS-om kojima se bol širi u nogu uočene su promjene u dužini, širini i brzini koraka, kao i promjene u silama reakcije podloge tijekom hoda što ukazuje da je u ispitanika s LBS-om osim brzine hoda promijenjena i koordinacija hoda (21,24). Conrad B.P. i suradnici u svom radu istraživali su povezanost rezultata dobivenih na upitnicima za onesposobljenost uslijed LBS-a i prostorno-vremenskih parametara hoda, gdje su pronašli jaku povezanost rezultata na upitnicima s dužinom, brzinom i širinom koraka (24). U dosadašnjim istraživanjima LBS-a uglavnom su istraživali statičku i dinamičku funkciju lumbalne kralješnice, te su analizirani pokreti zdjelice i trupa tijekom hoda kao i načini adaptacije pokreta trupa prilikom hoda (5,16,18,19).

U ostalim istraživanjima pažnja je posvećena analizi stabilnosti donjih ekstremiteta u ispitanika s LBS-om prilikom uspravnog stava (5,12,16,18,19). Pronađeno je da imaju slabu kontrolu položaja kralješnice i slabu kontrolu uspravnog stava. Nestabilnost uspravnog stava naročito je opažena kada ispitanici stoje na jednoj nozi, a tome je doprinijela mišićna slabost područja zdjelice i natkoljenice (12,16). U ispitanika s LBS-om utvrđena je poremećena statika kralješnice u uspravnom stavu, te poremećena dinamika kralješnice prilikom hoda (12). Dodatne informacije o karakteristikama hoda kod lumbalnog bolnog sindroma prikupljene su iz studija na ispitanicima s prekomjernom debljinom, koja je u tim studijama osnovni uzrok LBS-a (4). Pronađeno je da LBS smanjuje stabilnost hoda, što je vidljivo iz umanjene brzine i frekvencije hoda te izrazito male dužine koraka. Nadalje, uočeni s ograničeni

pokreti dorzalne fleksije stopala i smanjena je fleksija u koljenu, što je povezano sa zaštitnom reakcijom organizma, kako bi se spriječilo veće istežanje ishijadičnog živca i povećanje bolnog osjeta (4).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi na koje to biomehaničke parametre ljudske lokomocije LBS utječe najviše te na koji način mijenja obrazac hoda. Zatim na koje parametre je moguće brže djelovati u rehabilitacijskom procesu te kakvi su mogući ishodi liječenja u više vremenskih točaka.

ISPITANICI I METODE

Istraživanje je provedeno u biomehaničkom laboratoriju Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u razdoblju od dvije godine. U ovim istraživanjima bilo je uključeno 20 pacijenata s LBS-om, 12 žena i 8 muškaraca (prosječna dob 46,3 godine, prosječna težina 74,2 kg). Svi ispitanici žalili su se zbog osjećaja boli u donjim ekstremitetima osobito u inicijalnom testiranju te su podvrgnuti minimalno invazivnoj operaciji kralješnice (eng.: minimally invasive spine surgery - MISS), odnosno operaciji hernije diska u KBC-u "Sestra milosrdnica" u Zagrebu. Eksperimentalnu grupu činili su ispitanici sa LBS-om dok je kontrolnu grupu činili 10 zdravih ispitanika bez poteškoća slične dobi i antropometrijskih karakteristika (grupa 3). Protokolom testiranja ispitanici eksperimentalne grupe testirani su u akutnoj fazi sa svim simptomima jedan tjedan prije operacije (grupa 1) i 3-6 tjedana nakon završetka rehabilitacijskog programa (grupa 2). Svi ispitanici su potpisali izjavu da dobrovoljno pristupaju testiranju, a institucijsko odobrenje dobiveno je od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i KBC-a "Sestre milosrdnice" Zagreb.

Za biomehaničku procjenu korišten je sustav Elite (BTS SpA, Milan, Italija) namijenjen za 3D analizu ljudskog gibanja sa 8 kamera (100Hz) i 2 video kamere (30Hz). U sustavu se nalazi kinetička platforma (Kistler, Švicarska) za mjerenje sila reakcije podloge veličine 60x40cm i frekvencije uzorkovanja 1000Hz. Za procjenu kinematičkih parametara hoda korišten je standardizirani Davisov protokol (6). Ispitanici su imali zadatak spontanom i individualnom brzinom prohodati duž poligona dužine 12 metara. Isti zadatak su ponavljali 5 puta, a za analizu su odabrana prva tri uspješna mjerenja (14).

Za osobnu procjenu boli i onesposobljenosti u svakodnevnom životu korišten je Roland-Morris upitnik (RMQ) i indeksa Oswestry (OSW) (23).

U statističkoj analizi korištena je analiza varijance s ciljem utvrđivanja razlika u aritmetičkim sredinama između grupe 1, grupe 2 i kontrolne grupe 3. Nadalje, Pearsonov koeficijent korelacije korišten je s ciljem uspostavljanja veze između rezultata upitnika i biomehaničkih parametara hoda. Statistička razlika na razini $P < 0,05$ smatrana je značajnom. Statistička obrada podataka provedena je uz pomoću aplikacijskog programa (Statistica verzija 12, Oklahoma, SAD).

REZULTATI

Tablica 1 prikazuje prostorno-vremenske parametre unutar grupa (Tablica 1). U ovom istraživanju prosječna brzina hodanja bila je značajno niža ($P = 0,04$) u grupi 1 nego u grupi 2, kao i kada usporedimo grupi 1 s kontrolnom grupom 3 ($P = 0,03$). Nisu pronađene značajne razlike između grupue 2 i kontrolne grupe 3. Duljina koraka bila je značajno manja u grupi 1 nego u kontrolnoj grupi 3 ($P = 0,04$) i u grupi 2 ($P = 0,04$). Širina koraka nije se statistički razlikovala među svim grupama, ali je širina koraka bila veća kod svih ispitanika u grupi 1 u usporedbi sa grupom

2 i kontrolnom grupom 3. Nije pronađena statistički značajna razlika u broju koraka. Ostali izmjereni prostorno-vremenski parametri nisu pokazali statističke razlike među grupama, ali mogli smo vidjeti da svi ti parametri pokazuju blagi oporavak u grupi 2, ali je i dalje različit u usporedbi s kontrolnom grupom 3. Srednja vrijednost RMQ upitnika bila je statistički značajno veća u grupi 1 nego u grupi 2, što je ukazivalo na značajno smanjenje invalidnosti nakon operacije i fizioterapije ($P = 0,003$) (Slika 1). Srednja vrijednost indeksa OSW bila je statistički značajno viša u grupi 1 nego u grupi 2, što je ukazivalo na značajno smanjenje boli nakon operacije i fizioterapije ($P = 0,002$) (Slika 2).

Tablica 1. Prostorno-vremenski parametri hoda unutar skupina.

Table 1. Spatio-temporal parameters of the gait within the study group.

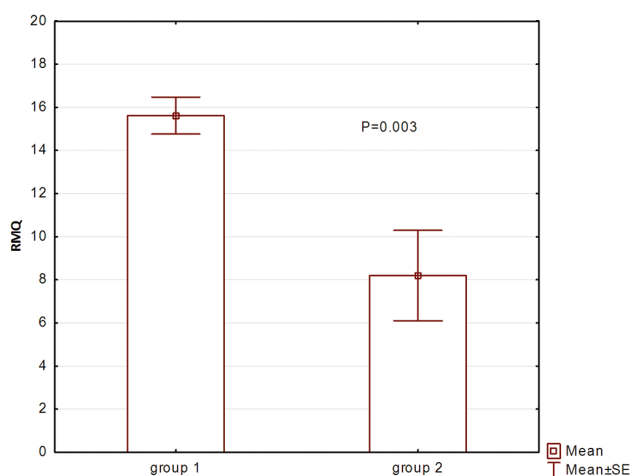
Parametri	Kontrolna skupina mean±SD	Grupal mean±SD	Grupa 2 mean±SD
Srednja brzina (m/s)	1.35±0.11	1.12±0.29*	1.30±0.20**
Duljina koraka (mm)	697.78±60.60	615.03±122.55*	708.13±68.09**
Širina koraka (mm)	110.88±27.03	132.64±35.90	126.85±24.38
Kadenca (korak / min)	116.28±5.95	107.85±14.57	108.37±6.49
D-Vrijeme oslonca (%)	61.03±0.99	62.83±3.27	62.33±0.76
L-Vrijeme oslonca (%)	61.09±0.91	62.40±2.44	62.24±0.94
D-Vrijeme zamaha (%)	38.97±0.98	37.17±3.27	37.66±0.76
L-Vrijeme zamaha (%)	38.92±0.92	37.62±2.44	37.76±0.95
D-Dvostruki oslonac (%)	10.94±1.05	12.00±2.34	11.75±1.21
L-Dvostruki oslonac (%)	10.64±0.91	12.56±3.43	12.04±0.84

$P < 0.05$ * statistički značajna razlika između grupe 1 i kontrolne grupe

$P < 0.05$ * statistically significant difference between group 1 and control group

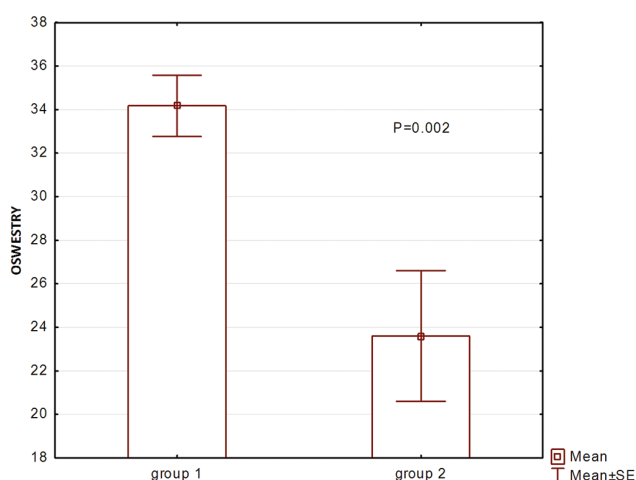
$P < 0.05$ ** statistički značajna razlika između grupe 1 and grupe 2

$P < 0.05$ ** statistically significant difference between group 1 and group 2



Slika 1. Srednje vrijednosti za RMQ upitnik za grupu 1 i grupu 2.

Figure 1. Mean values for RMQ questionnaire for group 1 and group 2



Slika 2. Srednje vrijednosti za OSW upitnik za grupu 1 i grupu 2.

Figure 2. Mean values for OSW index for group 1 and group 2

Rezultati RMQ upitnika u grupi 1 statistički značajno negativno koreliraju s brzinom hoda ($r = -0,53$; $P = 0,04$), duljinom koraka ($r = -0,69$; $P = 0,008$), vremenom zamaha desne noge ($r = -0,68$; $P = 0,009$) i vrijeme zamaha lijeve noge ($r = -0,56$; $P = 0,04$). Dobivena je statistički značajna pozitivna korelacija s vremenom stajanja na desnoj nozi ($r = 0,68$; $P = 0,009$), vremenom stajanja na lijevoj nozi ($r = 0,56$; $P = 0,043$), desnom dvostrukom potporom ($r = 0,59$; $P = 0,032$) i vrijeme lijeve dvostruke potpore ($r = 0,67$; $P = 0,01$). U grupi 2 dobivene su statistički značajne pozitivne korelacije s vremenom stajanja na desnoj nozi ($r = 0,97$; $P = 0,028$) i vremenom lijeve dvostruke potpore ($r = 0,98$; $P = 0,017$), dok je značajna negativna veza postojala na vrijeme zamaha desne noge ($r = -0,97$; $P = 0,028$) (Tablica 2). Rezultati dobiveni OSW indeksom u grupi 1 statistički

su značajno negativno korelirali s brzinom hoda ($r = -0,53$; $P = 0,043$), duljinom koraka ($r = -0,71$; $P = 0,006$) i vremenom zamaha desne noge ($r = -0,61$; $P = 0,026$), dok je statistički značajna pozitivna korelacija prikazana na vremenu držanja desne noge ($r = 0,60$; $P = 0,028$), vremenu desne dvostruke potpore ($r = 0,58$; $P = 0,036$) i vrijeme lijeve dvostruke potpore ($r = 0,55$, $P = 0,049$). U grupi 2 nije bilo značajne korelacije ni s jednim od izmjerenih prostorno-vremenskih parametara (Tablica 3). Studija je pokazala značajno nižu vertikalnu silu reakcije podloge u grupi 1 nego u kontrolnoj grupi 3 ($P = 0,02$), dok nisu utvrđene statistički značajne razlike između grupe 1 i grupe 2 te grupe 2 i kontrolne grupe 3 (Tablica 4). Također nema statistički značajnih razlika između ostalih izmjerenih sila.

Tablica 2. Povezanost RMQ upitnika i prostorno-vremenskih parametara grupa 1 i 2.

Table 2. The associations between RMQ questionnaire and spatio-temporal parameters by group 1 and 2.

Parametri	Grupa 1 Mean±SD	r(X,Y)	P	Grupa 2 Mean±SD	r(X,Y)	P
RMQ	15.62±4.60			8.20±6.62		
Srednja brzina (m/s)	1.12±0.29	-0.53	0.04	1.30±0.20	-0.71	0.281
Duljina koraka (mm)	615.03±122.55	-0.69	0.008	708.13±68.09	-0.81	0.234
Širina koraka (mm)	135.23±29.46	0.32	0.272	131.18±25.83	-0.11	0.883
Kadenca (korak / min)	103.71±15.04	-0.08	0.783	116.13±4.76	-0.30	0.695
D-Vrijeme oslonca (%)	63.86±3.15	0.68	0.009	62.54±0.69	0.97	0.028
L-Vrijeme oslonca (%)	62.88±1.99	0.56	0.043	62.47±0.90	0.47	0.525
D-Vrijeme zamaha (%)	36.14±3.17	-0.68	0.009	37.45±0.69	-0.97	0.028
L-Vrijeme zamaha (%)	37.12±1.99	-0.56	0.043	37.52±0.90	-0.47	0.525
D-Dvostruki oslonac (%)	12.43±2.12	0.59	0.032	12.06±1.14	0.67	0.323
L-Dvostruki oslonac (%)	13.61±3.35	0.67	0.01	12.20±0.88	0.98	0.017

Tablica 3. Povezanost OSW upitnika i prostorno-vremenskih parametara grupa 1 i 2.

Table 3. The associations between OSW questionnaire and spatio-temporal parameters by group 1 and 2.

Parametri	Grupa 1 Mean±SD	r(X,Y)	P	Grupa 2 Mean±SD	r(X,Y)	P
OSW	34.17±7.55			23.60±7.08		
Srednja brzina (m/s)	1.12±0.29	-0.53	0.043	1.30±0.20	-0.41	0.585
Duljina koraka (mm)	615.03±122.55	-0.71	0.006	708.13±68.09	-0.51	0.482
Širina koraka (mm)	135.23±29.46	0.47	0.098	131.18±25.83	0.39	0.602
Kadenca (korak / min)	103.71±15.04	0.01	0.955	116.13±4.76	0.00	0.999
D-Vrijeme oslonca (%)	63.86±3.15	0.60	0.028	62.54±0.69	0.75	0.249
L-Vrijeme oslonca (%)	62.88±1.99	0.46	0.108	62.47±0.90	0.83	0.166
D-Vrijeme zamaha (%)	36.14±3.17	-0.61	0.026	37.45±0.69	-0.75	0.249
L-Vrijeme zamaha (%)	37.12±1.99	-0.46	0.11	37.52±0.90	-0.83	0.166
D-Dvostruki oslonac (%)	12.43±2.12	0.58	0.036	12.06±1.14	0.92	0.076
L-Dvostruki oslonac (%)	13.61±3.35	0.55	0.049	12.20±0.88	0.79	0.209

Tablica 4. Srednje vrijednosti sila reakcije podloge (GRF) po grupama.

Table 4. Mean values of ground reaction force (GRF) by group.

Sila	Kontrolna grupa mean ±	Grupa 1 mean±	Grupa 2 mean±
Vertikalna	999.52±100.69	813.94±241.00*	925.42±212.68
Prema naprijed	179.24±35.78	160.29±58.96	187.91±51.97
Prema natrag	192.51±36.05	164.12±64.84	165.41±61.49
Medijalna	77.91±11.35	53.05±27.24	68.71±20.77
Lateralna	63.59±14.71	77.20±36.11	66.26±11.24

* statistički značajna razlika između grupe 1 i kontrolne grupe, $P < 0,05$

* statistically significant difference between group 1 and control group, $P < 0.05$

DISKUSIJA

U ovom radu smo pokazali na koje prostorno-vremenske parametre utječe LBS te kako i hoće li se isti oporaviti nakon MISS-a i fizioterapije. Analizirali smo skupinu bolesnika s LBS-om, prije i poslije MISS-a te fizioterapije i kontrolnu skupinu. Mjereći veći broj parametara nego što je zabilježeno u prijašnjim istraživanjima, željeli smo preciznije pokazati kako LBS i MISS s fizioterapijom utječu na obrazac hoda. Hod je jedna od osnovnih komponenti tjelesnog funkcioniranja i dobro je poznato da se narušava kad se dogodi LBS. Ovo je istraživanje pokazalo da su određeni prostorno-vremenski parametri hoda kao i sila reakcije podloge (GRF) promijenjeni kod osoba s LBS i da su ti parametri normalizirani nakon MISS-a i fizioterapije. Naše istraživanje pokazalo je da je brzina hoda u grupi s LBP-om prije MISS-a i fizioterapije bila znatno niža nego u istih ispitanika nakon MISS-a i fizioterapije, dok nije bilo razlike između kontrolne skupine i LBS-skupine nakon MISS-a i fizioterapije.

Lamoth i sur. u svom radu također su izvijestili o nižoj brzini hoda osoba pogođenih LBS-om nego kod zdravih ispitanika (17). Budući da je bol ograničavajući faktor kod osoba s LBS-om i budući da brže hodanje dovodi do veće sile između segmenata koja može povećati bol, ispitanici polako hodaju kako bi spriječili povećanje (promjenu) istih. Zahraee i sur. sugerirao je da se kod pacijenata s LBS smanjenje brzine hoda može smatrati zaštitnim mehanizmom u pokušaju smanjenja GRF-a i izbjegavanja boli (27). Broj koraka u minuti ne razlikuje se među grupama što je u skladu s istraživanjem koje su proveli Al Obaid i sur. (1). Nadalje, ovo je istraživanje pokazalo da je kod osoba s LBS duljina koraka kraća u usporedbi s ispitanicima nakon MISS-a i fizioterapije te zdrave osobe. Naši su rezultati u skladu sa istraživanjem Lamoth i sur. i Vogt i sur. jer su također izvijestili o kraćim koracima i manjoj frekvenciji hoda (17,25). U ovom istraživanju vremenska potpora i zamah jedne noge nisu pokazali značajnu razliku između grupa, što se podudara s rezultatima Monticone i sur. (22).

Povećano vrijeme oslanjanja na obje noge, koje se mjeri u bolesnika s LBS-om, javlja se zbog poteškoća u prenošenju težine tijekom hodanja. Povećanje potpore na obje noge u LBS grupi moglo bi biti kompenzacijski mehanizam kako bi se povećala stabilnost i/ili smanjilo opterećenje kralježnice i smanjila bol. Bacchini i sur. primijetio je smanjenje duljine koraka i povećanu potporu na obje noge u bolesnika s lumbalnom stenozom (3). Iste rezultate dobili su Kang i sur. (13). Garbelotti Jr. i sur. promatrajući bolesnike s lumbalnom stenozom, primijetio je povećano vrijeme oslonca na lijevoj nozi, dok je zamah u desnoj nozi bio kraći (9). Rezultati upitnika s invaliditetom zbog LBS-a pokazali su značajno niže vrijednosti u skupini s LBS-om nakon MISS-a i fizioterapije. Nakon MISS-a i fizioterapije, ljudi s LBS-om iskusili su smanjenje boli i osjećali su povratak poremećenih funkcija tijela i bili su sposobni za obavljanje svakodnevnih aktivnosti. Budući da pacijenti imaju veća funkcionalna ograničenja (mjerena upitnikom), imaju odgovarajuće smanjenje brzine hoda, što se uglavnom događa zbog smanjene duljine koraka, ali ne smanjuje broj koraka (7).

Postoji velika korelacija između upitnika s većinom izmjerenih prostorno-vremenskih parametara u skupinama LBS-a, dok veza nakon MISS-a i fizioterapije gotovo da i nema. Neka se pitanja u upitnicima odnose na utjecaju boli na brzinu, što može objasniti povezanost upitnika i prostorno-vremenskih parametara. Conrad i sur. u svom su radu istraživali korelaciju rezultata dobivenih u upitnicima za invalidnost zbog LBS-a i prostorno-vremenskih parametara ritma kod ljudi s lumbalnom stenozom. Pronašli su korelaciju između upitnika i nekih prostorno-vremenskih parametara (8). Smanjena vertikalna komponenta GRF-a u grupi s LBS-om u usporedbi sa grupom nakon MISS-a i fizioterapije, a kontrolna grupa potvrđuje prethodne studije koje raspravljaju o smanjenom vertikalnom GRF-u u ljudi s LBS-om (2,24). Ovo smanjenje sile može biti povezano s prilagodbom tijekom hoda kako bi se smanjila bol, posebno kod onih ljudi kojima bol ide izravno u stopala.

ZAKLJUČCI

Mjerenje brojnih prostorno-vremenskih parametara pokazalo je razlike između bolesnika kontrolne skupine, pacijenata s hernijom diska i istih bolesnika nakon MISS-a i fizioterapije. Najznačajnija razlika nalazi se u parametrima brzine hodanja i duljine koraka. Svi prostorno-vremenski parametri pokazuju određeni stupanj oporavka nakon

MISS-a i fizioterapije, ali statistički je najznačajnija razina oporavka prikazana u brzini hodanja i duljini koraka. Utvrdili smo da se vertikalna sila najviše smanjuje kod pacijenata s hernijom diska, a vraća se na razinu zdrave grupe nakon MISS-a i fizioterapije. Rezultati studije mogli bi se koristiti u izradi još kvalitetnijih programa rehabilitacije osoba sa LBS.

Literatura

- Al Obaidi SM, Al-Shuwaie, Al-Zaabie N i sur.. The influence of pain and pain-related fear and disability beliefs on walking velocity in chronic low back pain. *Int J rehab Res* 2003; 26(2): 101-8.
- Alexander K, LaPier T. Static and dynamic standing balance in subjects with and without chronic unilateral low back pain: preliminary data. *J Pediatr Sport Phys Ther* 2000; 30: 137-40.
- Bacchini M, Rovacchi C, Rossi M. Biomechanic risk factors of patients with lumbar stenosis shown through gait analysis. *Gait and posture* 2008; 50: 51-2.
- Cimolin V, Vismara L, Galli M i sur. Effects of obesity and chronic low back pain on gait. *J Neuroeng Rehab* 2011; 8: 55-2.
- Crosbie J, de Faria Negrão Filho R, Nascimento DP i sur.. Coordination of spinal motion in the transverse and frontal planes during walking in people with and without recurrent low back pain. *Spine* 2013; 38(5): 286-92.
- Davis RB, Ounpuu S, Tyburski D i sur. A gait analysis data collection and reduction technique. *Hum Mov Sci* 1991; 10: 575-87.
- De Fonseca JL, Magini M, De Freitas TH. Laboratory gait analysis in patients with low back pain before and after a pilates intervention. *J Sport Rehab* 2009; 18: 1-16.
- Conrad BPI, Shokat MS, Abbasi AZ i sur.. Associations of self-report measures with gait, range of motion and proprioception in patients with lumbar spinal stenosis. *Gait and posture* 2013; 38(4): 987-92.
- Garbelotti SA Jr, Lucareli PRG, Ramalho A Jr i sur. An investigation of the value of tridimensional kinematic analysis in functional diagnosis of lumbar spinal stenosis. *Gait and posture* 2014; 40: 150-3.
- Grazio S, Ćurković B, Vlak T i sur.. "Dijagnostika i konzervativno liječenje križobolje: pregled i smjernice Hrvatskog vertebraloškog društva" *Acta medica Croatica* 66, br. 4 (2012): 259-293.
- Huang YP, Bruijn SM, Lin JH i sur. Gait adaptations in low back pain patients with lumbar disc herniation: trunk coordination and arm swing. *Eur Spine J* 2011; 20: 491-9.
- Jo HJ, Song AY, Lee KJ i sur. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. *Eur Spine J* 2011; 20: 1297-303.
- Kang MH, Kim ER, Kim YG i sur.. The effects of lumbo-pelvic postural taping on gait parameters in patients with lumbar spinal stenosis. *Clin Biomech* 2013; 8: 956-60.
- Kasović M, Gomaz L, Zvonar M. Povezanost relativne mase školske torbe i spolno-dobnih razlika djece osnovne škole. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik* [Internet]. 2019 [pristupljeno 30.11.2020.];34(1):31-36. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/237529>.
- Konz R, Fatone S, Gard S. Effect of restricted spinal motion on gait. *J Rehabil Res Dev* 2006; 43(2): 161-70.
- Lamoth CJ, Meijer OG, Daffertshofer A i sur. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur Spine J*. 2006; 15: 23-40.
- Lamoth CJ, Daffertshofer A, Meijer OG i sur. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. *Gait and posture* 2006; 23: 230-9.
- Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI i sur. Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *Spine* 2002;27: 92-9.
- Lee CE, Simmonds MJ, Etnyre BR i sur. Influence of pain distribution on gait characteristics in patients with low back pain: part 1: vertical ground reaction force. *Spine* 2007; 32: 1329-6.
- McGregor AH, Hukins DWJ. Lower limb involvement in spinal function and low back pain. *Back Musculoskelet Rehabil.* 2009; 22: 219-22.
- Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech* 1999; 14: 710-6.
- Monticone M, Ambrosini E, Rocca B i sur. A multidisciplinary rehabilitation programme improves disability, kinesiophobia and walking ability in subjects with chronic low back pain: results of a randomised controlled pilot study. *Eur Spine J* 2014; 23: 2015-113.
- Roland M, Fairbank JC. The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine* 2000; 125: 3115-24.
- Simmonds MJ, Lee CE, Etnyre BR i sur. The influence of pain distribution on walking velocity and horizontal ground reaction forces in patients with low back pain. *Pain Res Treat* 2012; 2012: 214980.
- Vogt L, Pfeifer K, Banzer W. Neuromuscular control of walking with chronic low-back pain. *Manual Ther* 2003; 8: 21-8.
- Wong TK, Lee RY. Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip. *Hum Mov Sci.* 2004; 23: 21-34.
- Zahraee MH, Mohamed TK, Javid M i sur. Analysis of asymmetry of the forces applied on the lower limb in subjects with nonspecific chronic low back pain. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 289491.