



### Лични подаци руководиоца пројекта

**Име:** Душица

**Презиме:** Ђорђевић

**Е-маил адреса:** dusicadjordjevickg@gmail.com

### Општи подаци и протокол истраживања

**Назив пројекта:** Експлозивна јачина мишића трупа и кука као потенцијални фактор ризика за настанак акутног неспецифичног лумбалног синдрома

**Кључне речи:** неуромишићна функција, сила, брзина развоја силе, флексија, екстензија, латерална флексија, пертурбације



## Сажетак

Иако су истраживања улоге поремећаја неуромишићне функције у етиологији неспецифичног лумбалног синдрома (НЛС) веома актуелна, процена и значај брзине развоја силе мишића трупа и кука, као и неуравнотеженост ових мишића као потенцијалних предиктора настанка НЛС до сада нису испитивани. Због тога су циљеви овог истраживања да се испита значај експлозивне јачине мишића трупа (флексора, екстензора, латерофлексора, ротатора) и кука (флексора, екстензора, абдуктора, адуктора, ротатора) као потенцијалног фактора предикције и детекције настанка НЛС, односно да се испита да ли неуравнотеженост у максималној и експлозивној јачини антагонистичких мишића трупа и кука представља фактор ризика за настанак акутног неспецифичног лумбалног синдрома (АНЛС). Истраживањем ће бити обухваћене две групе испитаника: пацијенти са АНЛС (експериментална група - ЕГ) односно здрави испитаници без раније историје симптома АНЛС (контролна група - КГ). Максимална и експлозивна јачина мишића трупа и кука биће мерена применом стандардних изометријских тестова за процену максималне и експлозивне јачине ових мишића, а електрична активност мишића током извођења тестова биће праћена електромиографом. Поређењем резултата ЕГ и КГ испитаће се да ли процена максималне и експлозивне јачине мишића трупа и кука, може допринети предикцији настанка АНЛС. Очекује се да ће налази предложеног истраживања допринети побољшању методологије процене неуромишићне функције мишића трупа и кука, као и да ће продубити разумевање механизма који узрокују настанак НЛС.

**Кључне речи:** неуромишићна функција, сила, брзина развоја силе, флексија, екстензија, латерална флексија, пертурбације



## Циљ истраживања

Циљеви истраживања су:

1) испитати значај експлозивне јачине мишића трупа (флектора, екстензора, латерофлектора, ротатора) и кука (флектора, екстензора, абдуктора, адуктора, ротатора) као потенцијалног фактора предикције и детекције настанака неспецифичног лумбалног синдрома (НЛС);

2) испитати да ли неуравнотеженост у максималној и експлозивној јачини антагонистичких мишића трупа и кука представља фактор ризика за настанак акутног неспецифичног лумбалног синдрома (АНЛС), чиме би се допринело бољем разумевању улоге и значаја неуромишићне функције у настанку АНЛС.

## Актуелност истраживања

Иако лумбални синдром представља један од најчесталијих проблема савременог друштва, који се код 70-80% популације јавља барем једном током живота [1, 2], узроци настанка и даље нису у потпуности утврђени. Без обзира на то, добро је познато да су поремећаји у неуромишићној функцији и обрасцима мишићне активације при различитим ставовима, покретима, кретањима и постуралним корекцијама повезани са НЛС [2, 3]. Важну улогу у процени стања мишића трупа имају различити тестови јачине и издржљивости [1, 4-6]. Циљ тих тестова је да поред самог стања мишића испита и потенцијалне неуравнотежености у јачини и издржљивости између мишића кинетичког ланца.

Поред јачине и издржљивости важну карактеристику мишића представља и експлозивна јачина коју се огледа кроз способност брзог развоја силе (БРС) [7-9]. Наиме, експлозивна јачина је значајна за брзе мишићне акције, за покрете у којима је време за извођење ограничено, за избегавање повреда и коначно, за брзе постуралне корекције [10, 11]. И док максимална јачина у великој мери зависи од тзв. мишићних фактора (попречни пресек, тип мишићних влакана и сл.), експлозивна јачина у великој мери зависи од неуралних фактора, нарочито у почетним фазама мишићне контракције [7, 9]. Адекватне и правовремене постуралне корекције су од кључног значаја за одржавање стабилности трупа и њено поновно успостављање у одговорима на унутрашње и спољашње пертурбације. Значај БРС је у литератури која се бави проучавањем мишићне функције здравих испитаника одавно познат [7-11], али је тек недавно указано на значај процене БРС као потенцијалног фактора ризика за настанак повреда, односно у праћењу опоравка неуромишићне функције након повреда локомоторног апарата [12-14].



Досадашња истраживања проблема НЛС показала су да особе са овим синдромом, у поређењу са здравим испитаницима, имају изражену слабост абдоминалних мишића и лошију издржљивост екстензора кичменог стуба [1, 2, 5, 15]. Поред тога, такође су уочени и измењени обрасци активације појединачних мишића (у виду повишене преактивације или пак продужене латенце), односно ко-активације одговарајућих мишића [4-6, 16], што би потенцијално могло довести у везу са неадекватном способношћу мишића трупа да брзо развију силу, нарочито у раној фази мишићне контракције (нпр до 150 ms) које су одговорне за постуралне корекције. Међутим, колико је нама познато, у литератури нису описана истраживања која би довела у везу поремећаје у способности брзог развоја силе и НЛС.

### **Предмет и опис истраживања**

Проблем истраживања су мишићни фактори настанка АНЛС. Предмет истраживања је неуромишићна функција мишића трупа (флексора, екстензора, латерофлексора, ротатора) и кука (флексора, екстензора, абдуктора, адуктора, ротатора) код здравих и испитаника са АНЛС.

У истраживање ће бити укључено минимум 20 испитаника са АНЛС (експериментална група - ЕГ) као и минимум 20 здравих испитаника без раније историје симптома АНЛС (контролна група - КГ). Групе ће бити уједначене по полу, узрасту и нивоу физичке активности. Процена потребне величине узорка урађена је на основу резултата сличне студије [17], применом софтвера G power 3.1 [18]. Уз претпоставку алфа грешке од 0.05 и снаге студије 0.8 (бета грешка 0.2) у сваку групу потребно је укључити по 20 испитаника.

Регрутовање испитаника биће вршено у Центру за физикалну медицину и рехабилитацију Клиничког центра Крагујевац. Након што физијатар утврди да пацијент испуњава критеријуме за укључење у студију, биће му објашњена сврха студије и предложено да учествује у њој. Пре престанка, испитаницима ће се објаснити начин учешћа у студији, евентуални ризици и напоменути да је учешће у студији потпуно добровољно. Такође, пацијентима ће се детаљно објаснити питања као што су надокнада за учешће у студији, надокнада евентуалне штете и питања везана за осигурање током учешћа у студији. У студији ће учествовати само они испитаници који у присуству истраживача и сведока дају добровољни, писани пристанак за учешће у студији. Критеријум за укључење у студију за експерименталну групу (пацијенте) биће: бол који не траје дуже од 6 недеља (ЕГ), да немају историју оперативних захвата на кичменом стубу, фрактуру кичменог стуба или карличног појаса, да раније нису били хоспитализовани услед трауматских повреда или саобраћајних несрећа, да немају историју остеоартритиса или фрактура доњих екстремитета, као ни системска или



аутоимуна неуромишићна обољења. Регрутовање испитаника у контролну групу биће вршено из редова здравих особа, запослених у КЦ Крагујевац.

Ниво физичке активности испитаника односно симптоматологија НЛС биће процењена на основу стандардних упитника који се користе у клиничкој пракси: визуалне аналогне скале бола и Oswestry Low Back Disability Questionnaire.

Функција мишића трупа биће испитана применом стандардних тестова за процену максималне и експлозивне јачине уз помоћ изометријског динамометра који ће бити постављен на специјалну конструкцију која омогућава адекватне услове за изоловано деловање мишићних група који ће бити тестирани. Поред максималне достигнуте силе (максимална јачина) и варијабилне брзине развија силе (експлозивна јачина), одговарајућим уређајем (4-канални електромиограф) упоредо ће се бележити и електрична активност тих мишића.

Тестирање јачине мишића трупа и кука биће вршено извођењем покрета у свакој од три телесне равни. Након постављања у одговарајући почетни положај, од испитаника ће се захтевати да изврши максималну вољну контракцију мишића који изводе одређени покрет. Тражени задаци током тестирања изводе се у статичким условима, у којима је ризик од повређивања и појачања бола минималан. Осим постављања траке динамометра око одговарајућег дела тела испитаника, на мишиће који треба да изврше тражени покрет ће бити постављени сензори електромиографа. У студији ће бити коришћен телеметријски електромиограф, код кога се електроде постављају лепљењем на кожу пацијента, што ову методу чини неинвазивном, комфорном и сигурном за пацијента.

Из временских записа сила и електричне активности мишића добијених као резултат максималне брзе вољне контракције биће рачунате величине на основу којих ће се процењивати максимална јачина ( $F_{max}$ ), експлозивна јачина ( $RFD_{max}$ ,  $RFD_{50}$ ,  $RFD_{150}$ ,  $RFD_{250}$ ) и одговарајући нивои активације мишића (амплитуда RMS EMG). За процену евентуалне неуравнотежености и асиметрије максималне и експлозивне јачине одабраних мишићних група, рачунаће се одговарајући односи мерених величина.

Поређењем резултата ЕГ И КГ испитаће се да ли процена максималне и експлозивне јачине мишића трупа и кука може допринети предикцији настанка АНЛС. Анализа добијених података биће урађена применом мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA; фактори: Група, Мишић, Варијабла) и одговарајућих накнадних тестова за проверу значајности ефеката појединачних фактора и њихових интеракција. У случају да се добију значајни ефекти појединачних фактора, биће урађен Bonferroni post-hoc тест. Одабрани алфа ниво ће бити  $p < 0.05$ .

### **Значај истраживања**

Истраживање улоге поремећаја неуромишићне функције у етиологији НЛС веома је актуелна тема у савременој научној литератури, међутим процена и значај



брзине развоја силе мишића трупа и кука као и неуравнотеженост ових мишића као потенцијалних предиктора настанка НЛС до сада нису испитани. Како је једна од важних улога мишића трупа и кука да стабилизују труп, укључивање тестова БРС омогућило би адекватну процену способности ових мишића да благовремено одговоре на изненадне унутрашње и спољашње пертурбације. На тај начин проверила би се претпоставка да БРС може бити важнији показатељ неуромишићне функције у односу на  $\Phi_{\text{мах}}$ , нарочито у оним активностима где је време за извођење покрета/успостављање равнотежног положаја ограничено. Очекује се да ће добијени резултати указати на важност укључивања процене ове карактеристике у предикцији настанка НЛС. Такође, сматрамо да ће налази предложеног истраживања унапредити методологију процене неуромишићне функције мишића трупа и кука, као и да ће продубити разумевање механизма који узрокују настанак НЛС.

#### **Временски оквир (50 речи)**

Планирано је да након набавке и инсталације неопходне мерне опреме, истраживање траје годину дана.



## Литература

1. Nourbakhsh MR, Arab AM. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2002; 32(9): 447-60.
2. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992; 5(4): 383-9; discussion 397.
3. Barton CJ, Coyle JA, Tinley P. The effect of heel lifts on trunk muscle activation during gait: a study of young healthy females. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19(4): 598-606.
4. Cholewicki J, VanVliet JJ. Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2002; 17(2):. 99-105.
5. Larivière C, Gagnon D, Gravel D, Bertrand Arsenault A. The assessment of back muscle capacity using intermittent static contractions. Part I - Validity and reliability of electromyographic indices of fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;18(6): 1006-19.
6. Larivière C, Gravel D, Gagnon D, Arsenault AB. The assessment of back muscle capacity using intermittent static contractions. Part II: validity and reliability of biomechanical correlates of muscle fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* 2008; 18(6): 1020-31.
7. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* 2002; 93(4): 1318-26.
8. Sahaly R, Vandewalle H, Driss T, Monod H. Maximal voluntary force and rate of force development in humans--importance of instruction. *Eur J Appl Physiol* 2001; 85(3-4): 345-50.
9. Andersen LL, Aagaard P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96(1): 46-52.
10. Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, López JL, Häkkinen K. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol* 1999; 79(3): 260-267.
11. Bemben MG, Clasey JL, Massey BH. The effect of the rate of muscle contraction on the force-time curve parameters of male and female subjects. *Res Q Exerc Sport* 1990; 61(1): 96-9.
12. Angelozzi M, Madama M, Corsica C, Calvisi V, Properzi G, McCaw ST, Cacchio A. Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012; 42(9): 772-80.
13. Maffiuletti NA, Bizzini M, Widler K, Munzinger U. Asymmetry in quadriceps rate of force development as a functional outcome measure in TKA. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(1): 191-8.



14. Zebis MK, Andersen LL, Ellingsgaard H, Aagaard P. Rapid hamstring/quadriceps force capacity in male vs. female elite soccer players. *J Strength Cond Res* 2011; 25(7): 1989-93.
15. Mannion AF, Junge A, Taimela S, Müntener M, Lorenzo K, Dvorak J. Active therapy for chronic low back pain: part 3. Factors influencing self-rated disability and its change following therapy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001; 26(8): 920-9.
16. Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, Gandevia SC. Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res* 2003; 151(2): 262-71.
17. Arab AM, Salavati M, Ebrahimi I, Ebrahim Mousavi M. Sensitivity, specificity and predictive value of the clinical trunk muscle endurance tests in low back pain. *Clin Rehabil.* 2007 Jul;21(7):640-7.
18. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al (2007). Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral and biomedical sciences. *Beh Res Methods*; 39: 175-191.