

ПОУЗДАНОСТ ПРОЦЕНЕ КАРАКТЕРИСТИКА ИЗОМЕТРИЈСКЕ
СИЛЕ МИШИЋА ОПРУЖАЧА РУКУ ПРИМЕНОМ ТЕСТА БЕНЧ-ПРЕС
КОД ПОЛИЦАЈАЦА

Др Ђурица Амановић
Доц. др Миливој Допсај
Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Циљ рада је провера поузданости (релијабилности) процене карактеристика изометријске силе мишића опружача руку применом теста бенч-прес код полицајаца. У ту сврху извршено је тестирање које је спроведено на 40 испитаника мушког пола, студената Криминалистичко-полицијске академије у Земуну. За сваког испитаника посебно, развијеним хардверско-софтверским системом, узорковани су резултати који одговарају максималној сили (F_{\max}) опружача руку и параметри брзине стварања силе (RFD), количине саопштеног кретања ($I_{\text{mp}}F$), брзине укључења мишића (K_{\max}) и време генерисања силе (tF_{\max}). Резултати су показали да је дати тест на генералном нивоу објективан и поуздан (Conical $R=0.95$). У односу на парцијалну објективност и поузданост утврђено је да је коефицијент детерминације за F_{\max} $R^2=0,87$ ($p=0,000$), за RFD $R^2=0,16$ ($p=0,009$), за K_{\max} $R^2=0,36$ ($p=0,000$) и за tF_{\max} $R^2=0,15$ ($p=0,013$), док за $I_{\text{mp}}F$ није утврђена статистички значајна поузданост ($R^2=0,06$, $p=0,099$). Генерално, предложени метод тестирања максималне силе и параметара мишићне силе је показао високу поузданост, па се препоручује за употребу у пракси.

Кључне речи: поузданост/релијабилност шесџа, изометријска сила, максимална сила, брзина сиварања силе, брзина укључења мишића, бенч-прес.

1. УВОД

Један од веома битних сегмената рада у Специјалном физичком обрадовању (СФО) јесте и прикупљање информација које се односе на одговарајућу селекцију, као и праћење и сталну контролу стања утренираности студената (полицајаца). У ту сврху се користе различите врсте и батерије тестова, стандардизованих и нестандардизованих (Милошевић, 1985; Милошевић и сар., 1994; Перих, 1994; Јовановић и сар., 1995). Показатељи утренираности студената и нивоа развијености физичких својстава директно зависе од примењеног теста, врсте оптерећења, али и од услова у којим се тестирање изводи. Што је тест више специфичан у односу на активност и што више оптерећује испитаника у односу на реалне услове (такмичење, ситуације из службе), информације прикупљене током тестирања валидније су за селекцију, као и за процену стања припремљености (тзв. метријске карактеристике теста). Једна од основних метријских карактеристика је поузданост (релијабилност) теста која указује на независност добијених резултата мерења и дефинише се као сагласност резултата поновљених мерења (Перих, 1994). Један од начина провере поузданости теста је тест-ретест метод.

Појавом адекватне опреме за бележење различитих видова мишића силе (тензиометријских сонди и софтверских пакета), могућности за истраживање су се повећале, а област интересовања у последње две деценије проширила. Савремени хардверско-софтверски системи са тензиометријским сондама, који се користе при тестирању, веома су велике осетљивости, тако да је њима могуће направити записе промене силе у јединици времена фреквенцијом од преко 100 MHz/s (Blagojević et al., 1998; Milošević et al., 1998; Dopsaj et al., 1999). Таква брзина аквизације података обезбеђује могућност анализе записа промене силе у јединици времена у односу на саму структуру механичких манифестација посматране контракције. Даље, омогућена је анализа записа у односу на жељени временски интервал (100ms, 200ms, 300ms, ...), у односу на жељени проценат од максималне силе (10%, 20%, 30%, ... од F_{max}), у односу на достигнути ниво силе (30N, 50N, 150N, 200N, ...), у односу на жељени проценат времена од максималног времена трајања контракције (10%, 20%, 30%, ... од tF_{max}) итд., односно могуће је анализирати све механичке карактеристике записа силе.

У највећем броју истраживања аутори су посматрали следеће механичке параметре мишићне контракције (MacDougall et al., 1991; Sale, 1992; Pryor et al., 1994; Zatsiorsky, 1995; Milošević et al., 1997; Haff et al., 1997; Dopsaj et al., 1999; Dopsaj et al., 2000):

- F_{\max} - максимална сила постигнута за дати покрет или напрезање, изражена у N (њутнима);
- tF_{\max} - време за које је максимална сила постигнута, изражено у ms (миллисекундама);
- $I_{\text{mp}}F$ - величина којом се описује извршени рад мишића за време покрета или напрезања, односно величина којом се описује количина саопштеног кретања, изражена у N/s (њутн/секундама);
- RFD - брзина стварања силе у јединици времена (rate of force development), изражена у N/s (њутн/секундама);
- K_{\max} - кефицијент којим се описује брзина укључења мишића, изражен у арбитралним јединицама.

Циљ рада је релијабилност процене карактеристика изометријске силе мишића опружача руку применом теста бенч-прес. Предложени начин процене карактеристика изометријске силе мишића опружача руку, применом теста бенч-прес засигурно ће обогатити технолошки поступак са дијагностичко-прогностичког аспекта контроле припремљености радника у смислу основних и специфичних параметара силе.

2. МЕТОДЕ РАДА

Тестирање је извршено на узорку од 40 студената ($\text{age} = 22 \pm 1,5$) Криминалистичко-полицијске академије у Земуну. Пре тестирања код свих испитаника измерена је телесна висина и телесна тежина. Предвиђене варијабле одређиване су коришћењем посебно развијеног хардверско-софтверског система за мерење силе (Милошевић и сар., 1997). За сваког испитаника узорковани су резултати који одговарају максималној сили (F_{\max}) мишића опружача руку, као и вредност времена потребног за њено постизање (tF_{\max}). Из добијених података сила-време за сваког испитаника аутоматски је рачуната брзина стварања силе као однос нивоа силе и времена у коме је постигнут (RFD), брзина укључења моторних јединица (K) и величина којом се описује извршени рад мишића за време напрезања, односно величина којом се описује количина саопштеног кретања ($I_{\text{mp}}F$).

Студенти су тест, након самосталног загревања, изводили у групама од по 4 испитаника на следећи начин: испитаник се у лежећем положају ухвати рукама за држач металне полуге (слика 1) тако да угао између надлактице и подлактице износи око 90° . Максималним подизањем полуге за



Слика 1

коју су закачени ланац и сонда која је својим другим крајем причвршћена за куку на дну конструкције, испитаник на звучни сигнал изводи опружање руку. Задатак се мери три пута и то тако што је први покушај пробни и не изводи се максималним интензитетом, док се остала два мере као резултат. Паузе између тестовних покушаја су биле око 1 минут. Резултат теста се бележи у базу података у декањутнима (DaN). Испитаник приликом извођења задатка не сме да подиже труп. Крајеви држача се подешавају према дужини руке сваког испитаника.

Сирови подаци су подвргнути методи дескриптивне и компаративне статистике. У првој фази обраде одређује се основна мера централне тенденције: аритметичка средина (*Mean*) - као мера просека вредности свих података; стандардна девијација (*Std.Dev.*) - као најважнији показатељ апсолутног одступања резултата од аритметичке средине и коефицијент варијације (*KV%*) - као показатељ релативног одступања резултата од аритметичке средине.

Ради утврђивања међусобних односа посматраних варијабли употребиле се корелациона анализа којом ће се израчунати вредности Пирсоновог коефицијента корелације. Добијени коефицијент детерминације (R^2) нумерички ће изразити величину линеарне зависности између варијабли. Ниво статистичке значајности корелационе везе аутоматски ће израчунавати коришћени софтверски пакети помоћу таблица Пирсоновог коефицијента корелације, на 95% нивоу, тј. нивоу вероватноће $p < 0,05$.

За тестирање разлике просечних вредности првог и другог мерења биће коришћена *студентова* т-статистика за зависне узорке, а све статистичке анализе су урађене применом статистичког софтверског програма *SPSS for Windows, release 10.0.1.- Standard Version*.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У Табели 1 су приказани основни дескриптивни статистици праћених варијабли. На основу резултата се може тврдити да су сви измерени резултати хомогени, јер се вредност $KV\%$ налази у распону од 17,18% за варијаблу F_{max} Тест I (веома хомоген скуп променљивих), до 82,93% за варијаблу RFD Тест II (мање хомоген скуп променљивих), осим вредности 98,55% за варијаблу K_{max} Тест I и 104,8% K_{max} Тест II (нехомоген скуп променљивих), (Перић, 1996). Резултати су показали да је дати тест на генералном нивоу објективан и поуздан на нивоу Каноничког R (Canonical $R=0,9575$, $p=0,00$) од 95,75%.

На основу резултата разлика средњих вредности максималне силе између тестирања може се тврдити да није утврђено постојање статистички значајне разлике код Теста 1 и Теста 2, односно разлика се налази на нивоу t односа = -0,409 за варијаблу RFD, до t односа = -1,412 за варијаблу K_{max} и p вредност = 0,165 за варијаблу K_{max} , до p вредност = 0,684 за варијаблу RFD.

Табела 1 Canonical Analysis Summary (Spreadsheet1)

Canonical R: .9575

Chi²(25)=115.78 p=0.0000

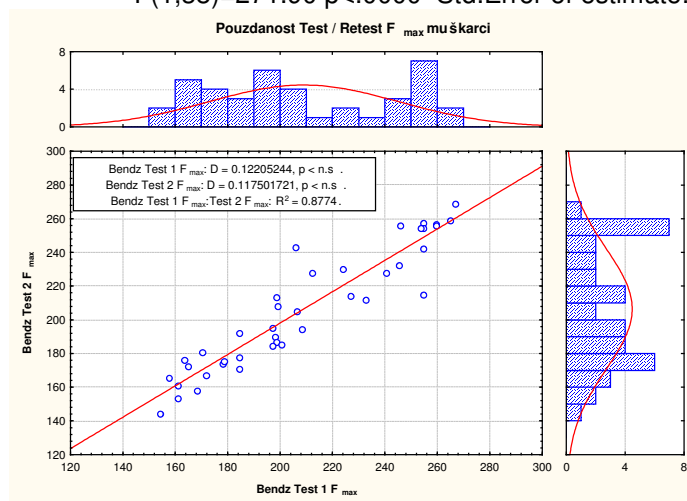
	M	SD	CV%	N	Diff	SD	t	df	p
Тест 1 F_{max}	208.56	35.84	17.18%						
Тест 2 F_{max}	206.00	35.62	17.29%	40	2.55	12.71	1.27	39	0.211
Тест 1 RFD	126.64	63.07	49.8%						
Тест 2 RFD	133.29	110.54	82.93%	40	-6.65	102.65	-0.409	39	0.684
Тест 1 $I_{mp}F$	319.28	138.03	43.23%						
Тест 2 $I_{mp}F$	338.10	130.94	38.72%	40	-18.82	163.24	-0.729	39	0.47
Тест 1 K_{max}	8.676	8.551	98.55%						
Тест 2 K_{max}	10.71	11.23	104.8%	40	-2.03	9.11	-1.412	39	0.165
Тест 1 tF_{max}	1912.12	734.64	38.42%						
Тест 2 tF_{max}	2011.51	782.98	38.92%	40	-99.39	840.67	-0.747	39	0.459

Вредности слагања (корелације) праћених варијабли које су остварили испитаници између тестирања приказане су графиконима од 1-5.

Коефицијент детерминације је показао да је заједничка варијанса између првог и другог мерења за F_{\max} на нивоу 87,74% ($R^2 = 0,87$). Дати заједнички варијабилитет мерења је статистички значајан на нивоу $p = 0,00$, уз стандардну грешку процене од 12,71 DaN. Дистрибуција података је нормална и не разликује се од хипотетских (Графикон 1).

Графикон 1 Regression Summary for Dependent Variable: Bendz Test 1 Fmax (Spreadsheet1)

$R = .93668501$ $R^2 = .8773$ Adjusted $R^2 = .87415$
 $F(1,38) = 271.90$ $p < .0000$ Std.Error of estimate: 12.715

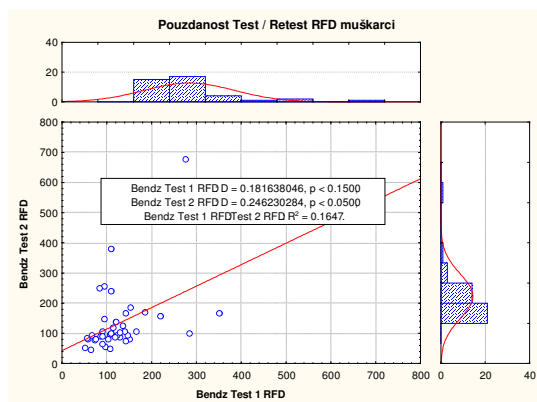


Код варијабле RFD коефицијент детерминације указује да је заједничка варијанса између првог и другог мерења на нивоу 16,47% ($R^2 = 0,16$). Дати заједнички варијабилитет мерења је статистички значајан на нивоу $p = 0,00$, уз стандардну грешку процене од 58,39 DaN/s. Дистрибуција података је померена ка нижим вредностима код првог мерења, а ка вишим у другом мерењу (Графикон 2).

Када је у питању $I_{\text{mp}}F$, коефицијент детерминације је показао да је заједничка варијанса између првог и другог мерења на нивоу 6,98% ($R^2 = 0,06$). Дати заједнички варијабилитет мерења није статистички значајан на нивоу $p = 0,0994$, уз стандардну грешку процене од 134,87 DaN/s. Дистрибуција података је нормална и не разликује се од хипотетских (Графикон 3). Међутим, будући да подаци не корелирају, овај параметар није поуздан.

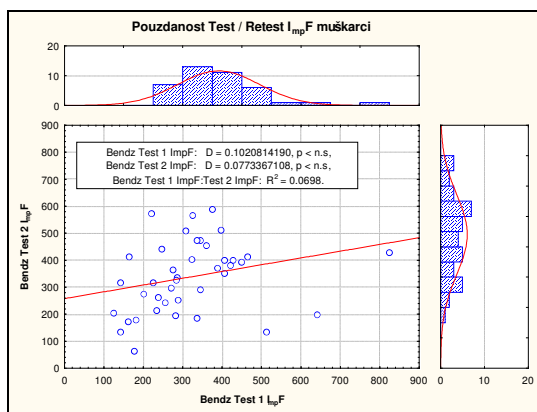
Графикон 2 Regression Summary for Dependent Variable: Bendz Test 1 RFD (Spreadsheet1)

$R = .40584057$ $R^2 = .1647$ Adjusted $R^2 = .1427$
 $F(1,38) = 7.4930$ $p < .0093$ Std.Error of estimate: 58.399



Графикон 3 Regression Summary for Dependent Variable: Bendz Test 1 ImpF (Spreadsheet1)

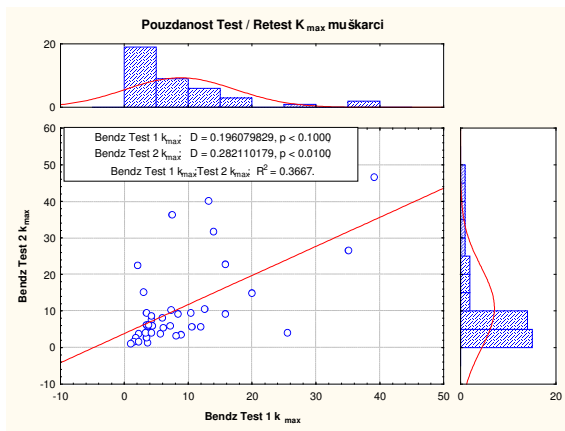
$R = .2642$ $R^2 = .0698$ Adjusted $R^2 = .0453$
 $F(1,38) = 2.8524$ $p < .0994$ Std.Error of estimate: 134.87



Коефицијент детерминације за K_{\max} показао је да је заједничка варијанса између првог и другог мерења на нивоу 36,66% ($R^2 = 0,36$). Дати заједнички варијабилитет мерења је статистички значајан на нивоу $\pi = 0,00$, уз стандардну грешку процене од 6,89 у арбитралним јединицама. Дистрибуција података је померена ка нижим вредностима код првог и другог мерења (Графикон 4).

Графикон 4 Regression Summary for Dependent Variable: Bendz Test 1 k_{max} (Spreadsheet1)

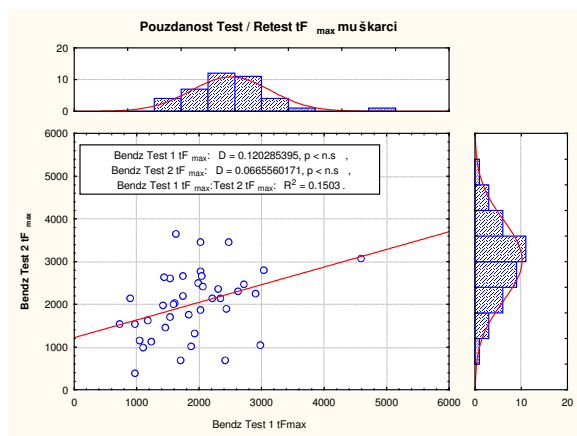
R= .6055 R²= .3666 Adjusted R²= .3500
 F(1,38)=22.000 p<.0000 Std.Error of estimate: 6.8947



Коефицијент детерминације показује да је заједничка варијанса између првог и другог мерења за tF_{max} на нивоу 15,03% (R²= 0,15). Дати заједнички варијабилитет мерења је статистички значајан на нивоу π = 0,0134, уз стандардну грешку процене од 686,03 милисекунди. Дистрибуција података је нормална и не разликује се од хипотетских (Графикон 5).

Графикон 5 Regression Summary for Dependent Variable: Bendz Test 1 tF_{max} (Spreadsheet1)

R= .3877 R²= .1503 Adjusted R²= .1279
 F(1,38)=6.7229 p<.0134 Std.Error of estimate: 686.03



ЗАКЉУЧАК

Основни предмет истраживања био је утврђивање поузданости процене карактеристика изометријске силе мишића опружача руку код полицајаца применом теста бенч-прес. У батерији тестова СФО која се користи за проверу максималне силе F_{\max} и параметара силе, таква врста теста се до сада није користила.

На основу добијених резултата могу се дати следећи закључци:

- у односу на контрактилну способност - силу и посматране параметре мишићне силе, резултати су показали да не постоје разлике између постигнутих средњих вредности измерених код теста (Тест 1) и ретеста (Тест 2);

- дати тест је на генералном нивоу објективан и поуздан;

- међутим, у односу на парцијалну објективност и поузданост, у функцији посматраних параметара мишићне контракције утврђено је да је коефицијент детерминације за F_{\max} $R^2 = 0,87$ ($p=0,000$), за RFD $R^2 = 0,16$ ($p=0,0093$), за K_{\max} $R^2 = 0,36$ ($p=0,000$) и за tF_{\max} $R^2 = 0,15$ ($p=0,0134$), док за величину којом се описује количина саопштеног кретања ($I_{\text{пр}}F$), реализовану у датом режиму испољавања (изометрија), за дати узорак (полицајци узраста од $22 \pm 1,5$ година) и мишићну групу (опружачи руку) није утврђена статистички значајна поузданост мерена методом тест-ретест ($R^2 = 0,06$, $p=0,0994$);

- у наредном истраживању треба дефинисати метролошке карактеристике датог теста.

Резултати су показали да је предложени метод тестирања поуздан (тест/ретест показује значајну повезаност), па се препоручује за коришћење у пракси. У будућим истраживањима је неопходно је утврдити истовестност мерења са тестовним варијантама у динамичком режиму рада у односу на предмет мерења, као и допринети изради норми за популацију полицајаца.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Амановић Ђ., Милошевић М., Мудрић М., *Методe и средстѡва за процeну, ѡбраћeње и развој мишићне силе у сѡецијалном физичком образовању*, Монографија, ВШУП, Земун, 2004.
2. Blagojević M., Dopsaj M., Milošević M., Aleksić V., Papadimitrou A., *The comparative analysis of force generation velocity and its dimensions at maximal voluntary contractions in isometric and dynamic muscle work regime*, in Conference Book: „International Conference on Weightlifting and Strength Training“, edited by Keijo Ha'kkinen, Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Finland, November 10-12, 1998, Lahti, Finland, p. 273-274.

3. Dopsaj M., Milošević M., Blagojević M. Metrological values of selected muscle force mechanical characteristics during isometric multi-joint test, 6th International Congress of Northern Greece Sports Medicine Association, Thessaloniki, Greece, 1999.
4. Дојсај М., Милошевић М., Благојевић М., Вучковић Г., *Евалуација ваљаности и вјерности теста за процену контракцијне ефикасности мишића руку код полицајца*, Безбедност 3/02, стр. 434-444.
5. Dopsaj M., Milošević M., Blagojević M., *An analysis of the reliability and factorial validity of selected muscle force mechanical characteristics during isometric multi-joint test*, in „Proceedings of XVIII International Symposium of Biomechanics in Sport Vol. 1“, edited by Youlian Hong & David P. Johns, Dept. of Sports, Science & Physical Education, The Chinese University of Hong Kong, 2000, p. 146-149.
6. Јовановић С., Милошевић М., и сар., *Неке методолошке смернице за дијагностичку и пројекцијску у специјалном физичком образовању*, Безбедност, Београд, 1995, стр. 81-91.
7. Haff G., Stone M., O'Bryant H., Harman E., Dinan C., Johnson R., Han K-H., *Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle action*, Journal of Strength and Conditioning Research, 1997, 11(3):269-272.
8. MacDougall D., Wenger H., Green H., *Physiological testing of the high-performance athlete* (Sec.Ed.), Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, USA, 1991.
9. Милошевић М., *Одређивање структуре моторичких својстава милиционара*, ВШУП, Београд, 1985.
10. Milošević M., Blagojević M., Dopsaj M., *Determining the functions upon which force generation velocity and its dimensions are changed in leg extensors*, VI International Symposium on Biomechanics in Sports, 19-25 Juli 1998, Kanstanz, Germany.
11. Milošević M., Ćirković Z., Mihajlović M., Blagojević M., Dopsaj M., *The analysis of changes in the parameters of velocity, force and its dimensions at lifting different weights from deep squat at different velocities*, „Proceedings of the International Conference on Weightlifting and Strength Training“, November 10-12, 1998, Lahti, Finland, pp. 271-272.
12. Перих Б. Д., *Оптимизација изражавања у физичкој култури*, Ауторско издање, Београд, 1994.
13. Pryor J., Wilson G., Murphy A., *The effectiveness of eccentric, concentric and isometric rate of force development tests*, Journal of Human Movement Studies, 1994, 27:153-172.
14. Sale D., Neural adaptation to strength training, in „Strength and Power in Sport“, edited by Pavo V. Komi, Blackwell Science Ltd., Oxford OX2 OEL, London, 1992.
15. Zatsiorsky V., *Science and practice of strength training*, Human Kinetics, Champaign, IL, USA, 1995.

RELIABILITY OF THE EVALUATION OF CHARACTERISTICS OF
ISOMETRIC FORCE OF THE ARM EXTENSION MUSCLES BY
DOING THE BENCH-PRESS TEST ON POLICE OFFICERS

Đurica Amanović, PhD

Docent Milivoj Dopsaj, PhD

Academy of Criminalistic and Police Studies, Belgrade

Summary: The purpose of this paper is to check the reliability of the evaluation of the ability of the isometric force of the arms extension muscles, by doing the bench-press test on the police officers. For that purpose the test was conducted on 44 male students of the Academy of Criminalistic and Police Studies in Zemun. Specially for this purpose developed hardware and software system was used to sample results matching the maximal force (F_{max}) of arms extension and the rate of force development (RFD), impulse of the muscle force (ImpF), coefficient of muscle activation velocity (K_{max}) and the time of the force creating (tF_{max}). The results have shown that the coefficient of determination is high for all the observed parameters – for F_{max} ($R^2=0.87$), for RFD ($R^2=0.16$), for K_{max} ($R^2=0.36$), for tF_{max} ($R^2=0.15$), except for ImpF ($R^2=0.06$). Because of its high reliability ($R^2=0.95$), offered method of the testing of maximal force and the parameters of muscular force is recommended for the practical usage.