

ПРОЦЕНА МИШИЋНЕ СНАГЕ КОД РАЗЛИЧИТИХ СПОРТОВА

Попадић-Гаћеша Ј.¹, Барак О.¹, Караба-Јаковљевић Д.¹, Драпшин М.¹, Бишевац Б.²

¹Завод за физиологију, Медицински факултет, Нови Сад

²Институт за физиологију, Медицински факултет Приштина, Косовска Митровица

ASSESSMENT OF MUSCLE STRENGTH IN DIFFERENT SPORTS

Попадић-Гаћеша Ј.¹, Барак О.¹, Караба-Јаковљевић Д.¹, Драпшин М.¹, Бишевац Б.²

¹Institute of physiology, Medical faculty, Novi Sad

²Institute of physiology, Medical faculty Pristina, Kosovska Mitrovica

SUMMARY

The aim of this study was to show values of dynamometric parameters in elite athletes, and to determine and explain difference in those parameters between persons of various sport specialities and non sportsmen. In the study were included 153 participants: 123 elite athletes (17 boxers, 17 wrestlers, 27 hockey, 23 volleyball, 20 handball, 20 basketball and 19 soccer players) and 30 students, non sportsmen. Muscular strength (A) and power (P) were registered by dynamometry. As a result of chronic adaptation to training, athletes had significantly higher values of registered parameters than non sportsmen. Lowest values of dynamometric parameters were measured in non sportsmen, at arm flexion A was 57.65 kg and power P 285.60 W. Comparing results of athletes of different sport specialties, significant difference was found in values of some parameters. Dynamometric parameter at arm flexion has had the highest value in tested wrestlers 82.0kg, and lowest values were registered in soccer players, but only in absolute values. Differences in some measured parameters between groups of athletes can be explained by specific demands in different sports, during prolonged training and performance activities.

Key words: Dynamometry, Muscle strength, Muscle power, Sport.

САЖЕТАК

Циљ рада је био да се прикажу вредности динамометријских параметара код спортиста савезног ранга такмичења, као и да се утврди и објасни разлика између особа различитих спортских специјалности и неспортиста. Испитивање је обухватило 153 испитаника: 123 спортиста савезног ранга такмичења (17 боксера, 17 рвача, 27 хокејаша, 23 одбојкаша, 20 рукометаша, 20 кошаркаша и 19 фудбалера) и 30 студената, који се нису активно бавили спортом у претходних 6 месеци. Динамометријска тестирања мишићне снаге екстензора надлактице и потколенице према дозираном оптерећењу су спроведена на апарату Concept 2, Дупо. Просечне вредности снаге при флексији, екстензији руку и екстензији ногу су код спортиста више него код неспортиста. Анализом динамометријских параметара између спортиста различитих спортских специјалности и неспортиста, уочена је статистички значајна разлика ($p < 0.05$). Спортисти су изложени дугогодишњим тренажним активностима, које резултују у адаптационим променама, које доприносе побољшању њихових физичких способности, у смислу повећавања мишићне снаге и енергетских капацитета. Поређењем појединих параметара између спортиста различитих спортских специјалности, присутне су статистички значајне разлике у посматраним параметрима, како мишићних група горњих, тако и доњих екстремитета. Разлике се могу објаснити специфичним захтевима појединих спортова, којима су спортисти изложени током вишегодишњих тренажних и такмичарских активности.

Кључне речи: Динамометрија, Мишићна снага, Оптерећење, Спорт.

УВОД

Скелетни мишић није хомогена група мишићних влакана са сличним метаболичким и функционалним особинама, већ се издвајају два основна типа мишићних влакана: споро-контрахујућа (slow-twitch, тип I) и брзо-контрахујућа (fast-twitch, тип II) влакна (1).

На основу разлике у особинама између типа I и типа II влакана могу се очекивати и разлике у функцијама током физичке активности (2). Сазнања о компози-

цији и употреби различитих мишићних влакана сугеришу да би спортисти са већим процентом типа I влакана могли имати предност у дуготрајним активностима, где се потенцира издржљивост, док су они са преобладањем типа II влакана више спремнији за краткотрајне, експлозивне радње (3).

Композиција мишићних влакана код спортиста се значајно разликује. Међутим било би мало ризично

размишљати о селекцији шампионских спортиста искључиво на основу преминације одређеног типа мишићних влакана. Други фактори, као што су функције кардиоваскуларног система и величина мишића, исто тако доприносе успеху код појава као што су издржљивост, брзина и снага. Композиција мишићних влакана није довољан фактор за предвиђање спортског успеха (1).

Данас су у употреби различите врсте динамометара. Разлике међу њима постоје у односу на контролисаност појединих параметара покрета (отпор, брзина, акцелерација-децелерација). Изокинетички динамометри поседују константну брзину и променљив отпор (права изокинетичка опрема са инкорпорираним регулатором брзине), или пак пружају константну брзину и променљиви отпор преко хидрауличког апарата, где испитаник сам регулише брзину (4). Код изоакцелерацијских (децелерацијских) динамометара брзина је променљива а отпор константан. На овим апаратима мишић развија силу и постиже максималну вредност при константној ангуларној акцелерацији, односно развијена сила није иста при различитим угловима зглоба при извођењу покрета.

Циљ рада је био да се прикажу поједини динамометријски параметри код спортиста савезног ранга такмичења, као и да се утврди и објасни њихова разлика између особа различитих спортских специјалности и неспортиста.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Испитивање је обухватило 153 испитаника, подељених у две групе. Прву групу су чинили 123 спортиста савезног ранга такмичења, и то: 17 боксера репрезентативаца, 17 рвача из југословенске репрезентације, 27 хокејаша из новосадског клуба "Војводина", 23 одбојкаша одбојкашког клуба "Војводина" из Новог Сада, 20 рукометаша из рукометног тима "Милиционар", 20 кошаркаша из клуба "Војводина" и 19 фудбалера, играча фудбалског клуба "Војводина", такође из Новог Сада. Контролна група се састојала од 30 неспортиста, студената Медицинског факултета у Новом Саду, који се нису активно бавили спортом у претходних 6 месеци. Сви испитаници су били здрави и добровољно су учествовали у истраживању.

Табела 1. - Основне карактеристике испитаника.

Спортска активност	Број испит.	Старост (год.)	ТВ (cm)	ТМ (kg)	Спорт. стаж (год.)
Бокс	17	22.21±4.76	179.47±7.43	77.00±11.24	9.41±2.35
Рвање	17	20.64±3.36	175.41±7.42	79.35±16.43	10.35±3.12
Хокеј	27	21.37±4.66	180.41±6.46	81.74±10.67	13.04±4.09
Одбојка	23	20.44±3.39	196.96±5.05	88.04±9.14	7.96±2.21
Рукомет	20	21.40±3.11	186.55±7.16	87.80±11.14	7.95±3.11
Кошарка	20	22.17±5.00	197.90±6.68	94.25±9.59	9.75±4.02
Фудбал	19	23.21±3.85	181.21±4.74	76.42±6.79	12.16±3.65
Неспортисти	30	21.71±2.23	180.80±7.34	77.55±11.50	0

Легенда: ТВ - телесна висина; ТМ - телесна маса

Динамометријска тестирања мишићне снаге екстензора надлактице и потколенице према дозираном оптерећењу су спроведена на апарату Concept 2, DYNO.

При самом тестирању извођена су три пробна и пет максималних вољних контракција највећом могућом брзином против константног отпора динамометра, од којих се узима просечна вредност савладаног оптерећења за даљу обраду. Спроведена су тестирања снаге следећих група мишића: флексора и екстензора горњих екстремитета, као и екстензора надколенице. Добијени резултати су обрађивани у софтверском систему самог апарата и изражавани су као мишићна снага, односно максимално савладано оптерећење (kg) насупрот дефинисаног отпора, снага (Watt) и брзина мишићне контракције (mm/s).

Сви резултати су представљени као средња вредност стандардна девијација, у статистичкој обради је кориштена анализа варијансе - ANOVA.

РЕЗУЛТАТИ

Резултати антропометријских карактеристика испитаника представљени су у табели 1.

У табели 2 су приказани измерени динамометријски параметри појединих мишићних група спортиста различитих спортских специјалности и неспортиста.

Поређењем вредности појединих динамометријских параметара између различитих подгрупа спортиста анализом варијансе (ANOVA) добијене су статистички значајне разлике у посматраним параметрима.

Параметар мишићне снаге флексора руку показује статистичку значајно више вредности код рвача у односу на фудбалере, одбојкаше и хокејаше. Када се овај параметар посматра у односу на ТМ, највеће вредности показује код рвача и боксера. Разлика је у релативним вредностима израженија у односу на остале спортове, него у поређењу са апсолутним вредностима истог параметра, осим у случају фудбалера, где разлика постоји, али је мања.

Фудбалери показују значајно ниже вредности параметара мишићне снаге флексије и екстензије руку у односу на остале спортисте, али само у апсолутно израженим вредностима. Фудбалери не показују значајне разлике у параметру мишићне јачине екстензора ногу, осим у поређењу са кошаркашима.

Табела 2. - Динамометријске карактеристике испитаника.

	Бокс	Рвање	Хокеј	Одбојка	Рукомет	Кошарка	Фудбал	Неспортисти
Динамометрија - флексија руку								
A(kg)	76.35±11.4	82.00±15.3	69.22±15.0	71.05±12.9	73.55±12.1	76.50±12.8	66.74±6.0	57.65±14.04
A/TM	0.99±0.07	1.05±0.15	0.84±0.14	0.81±0.13	0.84±0.10	0.81±0.12	0.87±0.08	0.74±0.15
P(W)	377.47±90.3	417.5±110.4	372.89±20.8	335.00±75.9	334.55±77.4	345.20±74.3	337.00±45.4	285.60±89.4
P/TM (W/kg)	4.88±0.79	5.24±0.93	4.49±1.13	3.79±0.75	3.80±0.76	3.65±0.66	4.40±0.49	3.63±0.95
Динамометрија - екстензија руку								
A(kg)	72.88±13.02	79.94±12.44	72.04±15.25	73.87±12.10	78.20±10.77	80.70±12.82	72.11±9.80	63.00±13.22
A/TM	0.95±0.10	1.02±0.11	0.88±0.14	0.83±0.11	0.90±0.11	0.86±0.12	0.94±0.12	0.81±0.13
P(W)	347.12±94.1	390.41±95.5	369.01±10.1	335.96±73.5	355.20±64.3	338.95±65.1	371.05±87.0	301.25±83.6
P/TM (W/kg)	4.47±0.80	4.90±0.61	4.45±0.96	3.78±0.66	4.05±0.55	3.60±0.62	4.62±0.85	3.83±0.79
Динамометрија - екстензија ногу								
A(kg)	144.59±25.3	170.88±33.5	156.70±29.6	170.30±24.5	147.05±24.1	186.40±25.9	155.89±23.2	122.45±24.3
A/TM	1.89±0.26	2.17±0.30	1.93±0.34	1.95±0.31	1.70±0.34	1.98±0.22	2.05±0.31	1.58±0.19
P(W)	801.82±15.4	973.82±38.1	1000.4±214	951.81±69.9	793.31±93.5	969.21±68.5	934.72±23.0	699.31±57.2
P/TM (W/kg)	10.41±2.11	12.22±1.81	12.26±2.23	10.96±2.19	9.13±2.23	10.27±1.27	12.23±2.84	8.92±1.19

Легенда: А - савладао оптерећење; Р - мишићна снага

ДИСКУСИЈА

Процеси адаптације организма на физичко оптерећење укључују неколико органских система и њихове контролне механизме. Све врсте тренинга неизбежно воде до промена у скелетним мишићима. Као прва видљива промена настаје хипертрофија мишића, нарочито као резултат тренинга снаге. Тренинг снаге изазива хипертрофију мишићних влакана свих типова, са преобладањем хипертрофије брзо-контрахујућих (fast-twitch) влакана (5,6). Истраживања су показала да се зона мишића која припада брзо-контрахујућим влакнима (тип II) повећава чак и до 90% (7). Тренинг снаге резултује у селективној хипертрофији брзо-контрахујућих гликолитичких (тип IIb) или брзо-контрахујућих оксидативно-гликолитичких (тип IIa) влакана (8). Ове промене су неопходне за побољшање мишићне јачине и снаге.

Описане промене објашњавају статистички значајну разлику између динамометријских параметара мерених код спортиста различитих спортских специјалности и неспортиста. Наиме, спортисти су изложени дугогодишњим тренажним активностима, у току којих савладавају значајна физичка оптерећења, како у припремним периодима, тако и током спортских такмичења.

Контроверзност резултата добијаних из различитих студија може се тумачити термином неусаглашености. Под појмом тренинга снаге се некада подразумевају веома различити протоколи вежбања, што се свакако мора узети у обзир при интерпретацији резултата.

Снагу у спорту је потребно сагледати као механизам значајан за квалитетно извођење вештина и спортских активности. Циљ развоја снаге је да се изађе у сусрет специфичним потребама посматраног спорта, да се развије специфична снага или комбинација снаге како би се повећало спортско постигнуће на највиши могући ниво (10).

Мишићна снага је значајна за активности као што су скокови у кошарци, смеч у одбојци или скок да би се лопта ударила главом у фудбалу. Све ове активности су покрети у којима доминира снага (11).

Параметар мишићне снаге флексора руку показује статистичку значајност код рвача у односу на фудбалере, одбојкаше и хокејаше. Одбојкашима и хокејашима је значајније брзина постизања снаге од саме величине мишићне снаге, посебно из разлога што они у току игре савладавају много мање оптерећење него нпр. рвачи или боксери. Управо, када се овај параметар посматра у односу на ТМ, највеће вредности показује код рвача и боксера. Разлика је израженија у односу на остале спортове, него у поређењу са апсолутним вредностима истог параметра, осим у случају фудбалера, где разлика постоји, али је мања.

Фудбалери показују значајно ниже вредности параметара мишићне снаге флексије и екстензије руку у односу на остале спортисте обухваћене тестирањем, али само у апсолутно израженим вредностима. Ово је за очекивати, јер су слични резултати добијени и при ергометријском тестирању. У овој игри, иако се не препоручује контакт лопте и руке, спортисти значајно користе руке, када заграђују противничке играче у међусобним дуелима (тзв. ремшловање). Фудбалери не показују зна-

чајне разлике у параметру мишићне јачине екстензора ногу, осим у поређењу са кошаркашима. Како је фудбал спорт у коме поред спринтева и шутева доминира дуготрајно (90 и више минута) трчање, аеробни аспект енергетског капацитета у овом спорту је значајан, тако да је издржљивост битан фактор који одређује спортски резултат.

Горње границе физиолошких параметара, као и спортски резултат се све више померају. На основу резултата лонгитудиналних студија (10,12,13,14) и литературних података (15,16,17), разлике између врхунских спортиста и особа које се баве уобичајеним физичким активностима се даље продубљују. Са једне стране, врхунски спортисти подвргавају се тренинзима високог квалитета и боља селекција помера границе људског достигнућа, док седентарни начин живота све више одваја појединца од уобичајених свакодневних физичких активности.

ЗАКЉУЧАК

Поређењем мишићне снаге између спортиста, припадника различитих спортова, присутне су статистички значајне разлике у посматраним параметрима, како мишићних група горњих, тако и доњих екстремитета. Разлике се могу објаснити специфичним захтевима појединих спортова, којима су спортисти изложени током вишегодишњих тренажних и такмичарских активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wilmore J.H., Costill D.L.: *Essentials of Movement*. In: *Physiology of Sport and Exercise* (pp. 33-89). Champaign: Human Kinetics 1999.
2. Enoka R.M.: *Adaptability of the Motor System*. In: *Neuro-mechanics of human movement* (pp. 361-448). Champaign: Human Kinetics 2002.
3. Colling R.: *Distribution of Human Muscle Fibre Type*. *Exerc Physiol* 1997; 552.
4. Barak O.: *Elektromiografski parametri inicijalnog prirasta snage ekstenzora potkolenice kao rezultat programiranog treninga*. Magistarska teza. Medicinski fakultet, 2003, Novi Sad.
5. Dons B., Bollerup K., Bonde-Peterson F., Hanke S.: *The effect of weight-lifting exercises related to muscle fiber composition and muscle cross-sectional area in humans*. *European Journal of Applied Physiology* 1978; 40:95-106.
6. Costill D.L., Coyle E.F., Fink W.F., Lesmes G.R., and Witzman F.A.: *Adaptation in skeletal muscle following strength training*. *Journal of Applied Physiology* 1979; 46:96-9.
7. Tesch P.A., Komi P.V., Hakkinen K.: *Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training*. *International Journal of Sports Medicine*, 1987; 8 (Suppl. 1), 66-69.
8. Saltin B., Nazar K., Costill D.L., Stein E., Jansson E., Essen B., Gollnick P.D.: *The nature of the training response, peripheral and central adaptation to one-legged exercise*. *Acta Physiologica Scandinavica* 1976; 96:289-305.
10. Popadić Gaćeša J.: *Komparativna analiza razvoja snage kod osoba različitih sportskih specijalnosti*. Magistarska teza. Medicinski fakultet, 2003, Novi Sad.
11. Bompa T.O.: *Periodization Training for Sports*. Champaign: Human Kinetics 1999.
12. Grujić N., Lukač D., Baćanović M., Dimitrijević B., Popadić J.: *Citius, altius, fortius through P.K. Anokhin's Theory*. In: *Lažetić B, Sudakov KV, eds. Basic and clinical aspects of the theory of functional systems*. University of Novi Sad, Medical Faculty and P.K. Anokhin Institute of normal Physiology RAM Moscow, Novi Sad, 1998: 315-21.
13. Grujić N., Matavulj A., Lukač D., Vukosav B., Popadić J.: *Fizička aktivnost i stres*. U: *Sport i zdravlje* (pp. 11-23). Novi Sad: Medicinski fakultet Novi Sad 1999.
14. Grujić N., Barak O., Drapšin M., Lukač D., Popadić Gaćeša J., Karaba D., Vasić G., Vukosav B.: *Can measurements of the athlete's metabolic capacities influence who will be included in the team?* In: *Risk Factors and Health: from Molecule to the Scientific Basis of Prevention; Abstract Book of the Conference of Physiological Sciences with International Participation*; 2003 Novembar 07-09; Belgrade/Zrenjanin; 2003. p. 124.
15. Secher N.H.: *The physiology of rowing*. *J.Sports Sci.* 1983; 1, 23-53.
16. Goldspink G. and Harridge S.: *Cellular and Molecular Aspects of Adaptation in Skeletal Muscle*. In: *Strength and Power in Sports*. 2003; Ch 12, 231-251.
17. Conley K.E., Kemper W.F. i Crowther G.J.: *Limits to sustainable muscle performance: interaction between glycolysis and oxidative phosphorylation*. *Journal of Experimental Biology* 2001; 204, 3189-3194.