

Параметри анаеробног физиолошког профила врхунских спортиста

Деа Караба Јаковљевић, Дамир Лукач, Никола Грујић, Миодраг Драпшин, Александар Клашња

Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за физиологију, Нови Сад, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Тестови за процену анаеробног капацитета имају посебан значај у спортској медицини, јер постоји много мање података и истраживања у овој области у поређењу с мерењем аеробних способности. Анаеробни тест *Wingate* (*WAnT*) осмишљен је као најпогоднији за добијање информација о анаеробним метаболичким путевима.

Циљ рада Циљ истраживања је био да се процене и упореде анаеробне способности (анаеробна снага и анаеробни капацитет) врхунских спортиста применом теста *Wingate*, као и да се уведе нови параметар (експлозивна снага) који би допунио анаеробни физиолошки профил ових спортиста.

Методe рада Испитивану групу су чинила 152 млада мушкарца, различитих физичких способности и спортских специјалности: 31 неспортиста, 34 рукометаша, 24 џудиста, 37 одбојкаша и 26 веслача. Код свих испитаника урађена су основна антропометријска мерења, након чега је примењен тест *Wingate* за процену анаеробних способности.

Резултати Анализом добијених података утврђена је статистички значајна разлика ($p < 0,05$) у измереним вредностима између спортиста и неспортиста, као и унутар групе спортиста укључених у анаеробне и аеробне спортове. Највише вредности анаеробне снаге у апсолутним ($AP=1006$ W) и релативним вредностима ($AP=11,4$ W/kg) остварили су одбојкаши, а код ове групе забележене су и највише вредности анаеробног капацитета ($AC=19,8$ kJ) и апсолутне и релативне експлозивне снаге ($EP=154$ W/s; релативна $EP=1,74$ W/s/kg). Измерене разлике биле су статистички значајне ($p < 0,05$).

Закључак Измерене разлике у вредностима параметара анаеробног теста *Wingate* могле би се објаснити интензитетом и врстом физичке активности, а процена експлозивне снаге, као новог параметра теста, има велики практични значај у процени тренажног процеса, као и за селекцију у спорту.

Кључне речи: анаеробна снага; анаеробни капацитет; физичка активност

УВОД

Величина енергетских капацитета и ниво њиховог искоришћавања битно диференцирају поједине особе, што је посебно значајно за истраживања у спортској медицини и физиологији спорта. У зависности од интензитета и трајања физичке активности, долази до активације различитих метаболичких путева. Како су енергетске могућности најважнији фактор који одређује крајње границе функционалних способности организма, веома је важно измерити их на одговарајући начин.

Тестови за процену анаеробних способности имају посебан значај у савременом спорту, јер је овај део енергетског капацитета – премда подједнако важан као и аеробни – често неправедно запостављан. Спорткови типа снаге и кратких интензивних оптерећења заснивају се управо на развоју и квалитету анаеробног капацитета. За процену анаеробних способности се користе различити моторички тестови, међу којима је најпознатији анаеробни тест *Wingate* (*WAnT*) [1]. Он је оцењен као једноставан и лако применљив тест, чији резултати високо корелирају с анаеробним показатељима као што су највећа концентрација лактата [2] и недостатак кисеоника [3]. Тест се може

квалификовати и као објективан, репродукцибилан и довољно осетљив да забележи и мање промене анаеробне способности човека. Утврђене су и значајне позитивне корелације са другим лабораторијским тестовима који мере анаеробни капацитет, а високе вредности теста *Wingate* добро корелирају и с количином брзоконтрахујућих мишићних влакана [4].

Током примене теста *Wingate* ангажују се два важна анаеробна енергетска система: први је аденозинтрифосфатни и креатински, који дају енергију за првих 3–15 секунди теста; други је анаеробни гликолитички систем, који омогућава одржавање постигнутог максималног оптерећења до краја теста који траје 30 секунди. Помоћу теста *Wingate* досад је било могуће забележити неколико параметра, показатеља анаеробних способности: анаеробну снагу (AP), која се назива још и максимална снага, и анаеробни капацитет (AC), односно средњу снагу [5]. Анаеробна снага представља највећу снагу постигнуту током било којег петосекундног интервала. Основна претпоставка овог теста јесте да је вредност анаеробне снаге енергија добијена из високоенергетских фосфата, тако да се AP региструје најчешће у првом или другом петосекундном интервалу. Анаеробни капацитет је приказан укупним

Correspondence to:

Dea KARABA JAKOVljević
Katedra za fiziologiju
Medicinski fakultet Novi Sad
Hajduk Veljkova 3
21000 Novi Sad
Srbija
karaba@eunet.rs

радом оствареним током 30 секунди теста и представља енергију добијену из високоенергетских фосфата и гликолизе. Добијене анаеробне компоненте могу се изражавати у апсолутним и релативним вредностима.

Усавршавањем методологије мерења у Лабораторији за функционалну дијагностику Медицинског факултета Универзитета у Новом Саду, где је током вишегодишњег рада тестирано неколико хиљада спортиста, добијена је могућност увођења новог параметра процене анаеробних способности. Наиме, помоћу потпуно компјутеризованог система којим је могуће утврдити вредности тренутне мишићне снаге у делићу секунде, па самим тим и веома прецизно тренутак достизања максималне снаге током извођења теста, добијен је нови параметар за процену експлозивних одлика мишићне контракције. Тиме је постигнута регистрација стрмине прираста снаге у сваком секунду, чиме се добијају подаци о експлозивној снази [6].

ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања је био да се прикажу одлике анаеробних способности врхунских спортиста применом теста *Wingate* и уведе нови параметар који би допунио анаеробни физиолошки профил. Поред стандардних компоненти теста (максималне снаге и анаеробног капацитета), усавршавањем методологије мерења и увођењем новог параметра (експлозивне снаге) може се добити нова димензија процене функционалних способности и проценити напредак током тренажног процеса, а индиректно добити и подаци о уделу брзо-контрахујућих мишићних влакана.

МЕТОДЕ РАДА

Испитаници

У истраживање су укључене 152 особе мушког пола, сврстане у две основне групе: спортисте и неспортисте. Избор испитаника је био условљен циљем истраживања, тако да су тестирани спортисти укључени у спортове типа снаге и типа издржљивости. Истраживање је обухватило 121 спортисту: 34 рукометаша, 24 џудиста, 37 одбојкаша и 26 веслача. Контролну групу неспортиста чинио је 31 студент друге године Медицинског факултета Универзитета у Новом Саду.

Испитивање је изведено истим огледним поступком, на истој апаратури, с истим особљем и у стандардизованим условима, што пружа могућност високе компарабилности добијених резултата. По доласку у лабораторију свим испитаницима су пружене све неопходне информације о циљу и начину тестирања.

Протокол теста

На звук из компјутера испитаник почиње да окреће педале бицикл-ергометра што је брже могуће, како би у почетку савладао инерцијални и ваздушни отпор точка и скратио фазу акцелерације. Ова фаза траје у просеку три-четири секунде, након чега се може постићи максимална брзина окретања точка. Веома је битно нагласити испитаницима да од самог почетка окрећу педале највећом брзином и покушају да је одрже током свих 30 секунди. Преко посебног компјутерског програма врши се директно бележење оп-

Табела 1. Основне антропометријске одлике спортиста и неспортиста

Table 1. Basic anthropometric characteristics of athletes and non-athletes

Испитаници Subjects		Телесна висина (cm) Body height (cm)	Телесна маса (kg) Body mass (kg)	Старост (године) Age (years)	Спортски стаж (године) Sport experience (years)
Неспортисти Non athletes (n=31)	\bar{X}	182	81.7	21.7	-
	SD	6.17	10.6	1.65	-
	Min	169	60.5	20.0	-
	Max	195	107	28.0	-
Рукометаша Handball players (n=34)	\bar{X}	186	87.6	21.7	8.63
	SD	6.93	11.6	2.17	2.33
	Min	161	52.0	17.0	4.00
	Max	202	112	27.0	14.0
Џудисти Judo players (n=24)	\bar{X}	180	83.0	20.9	9.93
	SD	7.38	17.5	2.89	4.66
	Min	165	56.0	17.0	1.00
	Max	196	128	27.0	22.0
Веслачи Rowers (n=26)	\bar{X}	185	80.2	18.5	4.56
	SD	6.28	7.76	1.67	2.07
	Min	167	61.0	17.0	1.00
	Max	199	105	27.0	10.0
Одбојкаши Volleyball players (n=37)	\bar{X}	197	88.5	21.8	9.14
	SD	5.67	8.47	2.49	3.81
	Min	179	73.0	19.0	2.00
	Max	205	110	27.0	17.0

n – број испитаника; \bar{X} – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; Min – најмања вредност; Max – највећа вредност

n – number of subjects; \bar{X} – mean value; SD – standard deviation; Min – minimum value; Max – maximum value

Табела 2. Вредности анаеробне снаге (*W*) спортиста и неспортиста
Table 2. Values of anaerobic power (*W*) in athletes and non-athletes

Испитаници Subjects	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Неспортисти Non-athletes	460	84.4	300	622
Рукометаши Handball players	708	173	315	1061
Џудисти Judo players	773	201	455	1290
Веслачи Rowers	662	174	293	1121
Одбојкаши Volleyball players	1006*	136	806	1127

* $p < 0.05$ **Табела 3.** Релативне вредности анаеробне снаге (*W/kg*) код спортиста и неспортиста
Table 3. Relative values of anaerobic power (*W/kg*) in athletes and non-athletes

Испитаници Subjects	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Неспортисти Non-athletes	5.68	1.04	3.33	7.97
Рукометаши Handball players	8.03	1.38	5.29	11.4
Џудисти Judo players	9.34	1.71	6.39	13.9
Веслачи Rowers	8.20	1.82	3.66	12.2
Одбојкаши Volleyball players	11.4*	1.65	9.32	14.4

* $p < 0.05$

терећења на основу прецизног мерења броја обртаја точка. На овај начин је обезбеђено израчунавање свих досад мерених параметара теста *Wingate* (анаеробна снага, анаеробни капацитет), као и новог параметра (експлозивне снаге). Исто тако, у програму је могуће добити и оцену апсолутних и релативних вредности забележених параметара и укупне оцене анаеробних и експлозивних способности испитаника. По завршетку теста испитаник наставља с окретањем педала мањим интензитетом у трајању од неколико минута, ради спречавања ортостатског колапса након извођења теста.

Статистичка обрада резултата

При статистичкој обради добијених података коришћене су варијабле средња вредности (*X*), стандардна девијација (*SD*), најмања вредност (*Min*) и највећа вредност (*Max*), а за проверу статистичке значајности примењен је тест *ANOVA*.

РЕЗУЛТАТИ

Основне антропометријске одлике и дужина спортског стажа код неспортиста и физички активних испитаника приказане су у табели 1.

Табела 4. Експлозивна снага (*W/s*) код спортиста и неспортиста
Table 4. Values of explosive power (*W/s*) in athletes and non-athletes

Испитаници Subjects	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Неспортисти Non-athletes	72.9	16.8	43.1	105
Рукометаши Handball players	104	32.6	36.1	175
Џудисти Judo players	129	39.9	64.1	223
Веслачи Rowers	102	33.2	38.8	202
Одбојкаши Volleyball players	154*	36.7	80.1	282

* $p < 0.05$ **Табела 5.** Релативне вредности експлозивне снаге (*W/s/kg*) код спортиста и неспортиста
Table 5. Relative values of explosive power (*W/s/kg*) in athletes and non-athletes

Испитаници Subjects	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Неспортисти Non-athletes	0.89	0.18	0.55	1.36
Рукометаши Handball players	1.18	0.30	0.52	1.84
Џудисти Judo players	1.55	0.37	0.83	2.55
Веслачи Rowers	1.25	0.35	0.55	2.06
Одбојкаши Volleyball players	1.74*	0.36	1.07	2.56

* $p < 0.05$ **Табела 6.** Вредности анаеробног капацитета (*kJ*) код спортиста и неспортиста
Table 6. Values of anaerobic capacity (*kJ*) in athletes and non-athletes

Испитаници Subjects	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Неспортисти Non-athletes	9.84	15.6	6.10	12.4
Рукометаши Handball players	14.9	30.1	6.90	20.4
Џудисти Judo players	15.9	35.3	9.65	23.1
Веслачи Rowers	14.6	35.8	7.08	21.1
Одбојкаши Volleyball players	19.8*	25.1	15.3	25.3

* $p < 0.05$ **Табела 7.** Релативне вредности анаеробног капацитета (*J/kg*) код спортиста и неспортиста
Table 7. Relative values of anaerobic capacity (*J/kg*) in athletes and non-athletes

Испитаници Subjects	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Неспортисти Non-athletes	117	21.4	67.8	164
Рукометаши Handball players	170	23.9	118	220
Џудисти Judo players	193	32.6	136	294
Веслачи Rowers	181	37.8	88.6	264
Одбојкаши Volleyball players	225*	33.1	171	292

* $p < 0.05$

Вредности параметара забележених током извођења анаеробног теста *Wingate* приказане су у апсолутним и релативним јединицама у табелама 2–7.

Вредности максималне анаеробне снаге, изражене у апсолутним јединицама (W), за анализираних групе спортиста и неспортиста приказане су у табели 2.

Вредности максималне анаеробне снаге, изражене у релативним јединицама (W/kg), остварене тестом *Wingate* код истих група испитаника приказане су у табели 3.

Вредности прираста снаге, новог параметра који је регистрован током теста *Wingate*, изражене у апсолутним јединицама (W/s), приказане су у табели 4.

Вредности прираста снаге, изражене у релативним јединицама ($W/s/kg$), за групе спортиста и неспортиста приказане су у табели 5.

Табела 6 приказује вредности анаеробног капацитета код испитиваних група.

У табели 7 приказане су релативне вредности анаеробног капацитета.

ДИСКУСИЈА

Основни и крајњи циљ физиологије спорта и спортске медицине јесте решавање практичних питања спорта, а посебно су важни одређивање граница толеранције на физичко оптерећење и правилно спровођење тренажног процеса, односа рада и одмора и сл. Подаци добијени егзактним мерењем енергетских капацитета доприносе повећању ефикасности тренинга у појединим спортским дисциплинама и постизању бољих спортских резултата. Зато су бројна истраживања у спорту заснована и касније вреднована према укупном доприносу у побољшању тренажног процеса [7-10]. Усавршавање методологије за мерење енергетског капацитета у спорту истовремено значи помоћи спортисти да најкраћим путем дође до спортског резултата, односно да максимално развије свој биолошки потенцијал [11].

Док се савремена медицина спорта углавном бави мерењем аеробног дела енергетског капацитета човека, знатно је мање података о процени анаеробне компоненте. Ово истраживање урађено је првенствено да би се добили подаци о анаеробном профилу врхунских спортиста, али и експлозивним одликама испитаника помоћу новог параметра који допуњује тај профил. У наше истраживање били су укључени спортисти који се баве углавном анаеробним спортовима (одбојка, џудо, рукомет), али и спортовима типа издржљивости (веслање). Анализирајући основна антропометријска и остала обележја испитаника (године живота и спортски стаж), генерално можемо утврдити да је реч о младим људима који се дуго година активно баве спортом, односно да је значајно померена граница почетка бављења спортом. Тако се у новијим испитивањима бележи знатно дужи спортски стаж код испитаника исте старосне групе у односу на ранији период.

Процењујући показатеље анаеробних способности испитаника, највеће вредности забележили смо код

одбојкаша. Посматрајући и појединачно параметре теста, највеће вредности анаеробне снаге забележене су код одбојкаша, и оне су значајно веће (изражено и у апсолутним и у релативним јединицама) од вредности које су остварили други спортисти. Реч је о врхунским спортистима са дугим спортским стажом који су дуго укључени у тренажни процес, што је свакако утицало на величину њихове максималне снаге постигнуте овим тестом. Бенеке (*Beneke*) и сарадници [12] такође су забележили највеће вредности свих параметара теста *Wingate* код одбојкаша. Физиолошки, одбојка је спорт са интермитентним захтевима, који подразумевају кратке епизоде активности високог интензитета, као што су скокови, праћени периодима активности мањег интензитета. Овај спорт изискује одређени ниво мишићне снаге, експлозивне снаге и издржљивости, те брзину, агилност и флексибилност.

У односу на одбојкаше, нешто ниже вредности параметара теста *Wingate* остварили су џудисти, такође представници анаеробних спортова, што би се могло објаснити мањом телесном масом и висином у односу на одбојкаше, односно различитом величином укључене мишићне масе. У ранијим истраживањима која су урађена у нашој лабораторији сличне вредности су забележене код џудиста и веслача [13].

Тестирањем студената који су чинили контролну групу (неспортисте) утврдили смо да у овој групи, уз очекивано мање вредности теста *Wingate*, постоје појединци чија анаеробна снага прелази просечне вредности за аеробне и мешовите спортове. Вредности анаеробних параметара које смо забележили код неспортиста у овом истраживању у просеку су мање од оних које су добили други аутори [13], што би се могло објаснити различитим антропометријским одликама испитаника (телесна висина и телесна маса).

Међу свим показатељима физичких способности, брзина и снага заузимају најзначајније место у спорту. Експлозивна снага је некада пресудан фактор при извршењу тактичких задатака. У нашем истраживању су највише вредности експлозивне снаге забележене код одбојкаша, и оне су значајно веће (изражено и у апсолутним и у релативним јединицама) од вредности које су остварили спортисти других спортских специјалности и неспортисти. Вредности анаеробног капацитета (изражене у апсолутним и релативним јединицама) биле су највеће код одбојкаша, а нешто ниже код џудиста, док су у групи спортиста најмање вредности забележене код веслача. Овакав налаз код веслача не изненађује, јер се допринос анаеробног енергетског система током веслачке трке процењује на 30%, а само почетно ангажовање анаеробне енергије омогућује интензивнији старт и брже укључивање аеробних енергетских процеса.

На вредности параметара овог теста значајно утиче дужина спортског стажа, јер континуирана, програмирана физичка активност повећава вредности анаеробних параметара. Како је *Wingate* валидан анаеробни тест, највеће вредности свих показатеља требало би очекивати код спортиста укључених у анаеробне активности с најдужим спортским стажом. Иако су и

други аутори користили вредности анаеробне снаге и анаеробног капацитета у склопу описа укупног физиолошког профила код различитих спортских дисциплина [14], релативно је тешко поредити њихове резултате јер су добијени различитим протоколима тестирања, некомпатибилном спортском специјалношћу и различитом старошћу у односу на наше испитанике.

На вредности параметара теста *Wingate* осим узраста, спортског стажа и врсте спорта у коју су испитаници укључени, утицаја могу имати и бројни други фактори, те је стога потребно стандардизовати услове средине у којој се врши тестирање, узети у обзир стање хидрираности организма, циркадијални ритам и друго.

Још нема довољно информација које би показале да је евентуално неки други тест бољи од теста *Wingate*, али свакако се може рећи да је *WAnT* „најиспитиванији“ тест, јер ниједан други тест који мери максималну снагу и анаеробну издржљивост није толико процењиван у литератури као *Wingate*, а бројне лабораторије потврдиле су његову велику поузданост [1, 5, 12, 14, 15]. Недостатак овог теста је у томе што укључује веће групе мишића и самим тим не пружа податке о поједином мишићу или специфичној групи мишића укљученој у одређену активност.

Иако се ниједно досадашње истраживање не може сматрати апсолутно валидним, јасна је порука свих да се тест *Wingate* изводи уз доминантно учешће анаеробних енергетских система, првенствено алактатног [16]. Анализом параметара овог теста добијају се валидне информације о физиолошким договорима организма на максимална оптерећења [17]. Међутим, ни овај, као ни било који други физиолошки тест, не може се посматрати као индикатор спортског резултата у анаеробним спортовима, јер на њега битног утицаја имају и други фактори, као што су вештина, тактика, техника и мотивација.

Нека питања која се намећу у свим анаеробним истраживањима јесу: Да ли особености појединих спортова могу утицати на резултате теста? Да ли ће специфичне биомоторичке одлике испитаника које су настале као резултат континуираног бављења одређеним типом активности бити на одговарајући начин верификоване тестом, односно колики ће утицај имати на мерене параметре? Одговоре на ова и слична питања вероватно ће дати даља истраживања у овој области, а усавршавање методологије мерења је само корак у правцу објективне процене одговора човечјег организма на максималне напоре.

ЗАКЉУЧАК

Поређећи резултате теста *Wingate* између испитиваних група, очигледне су више вредности показатеља анаеробних способности у групи спортиста у односу на неспортисте, зависно од дужине спортског стажа и активираних мишићних масе. Забележене су значајне разлике у вредностима свих параметара теста код спортова типа снаге (одбојка) у односу на спортове издржљивости (веслање). Нову димензију анализи анаеробног профила даје нови параметар теста *Wingate*, јер доприноси прецизнијој процени експлозивних одлика мишићне контракције.

Резултати лабораторијских функционалних тестирања су од велике практичне важности, како за дозирање, тако и за планирање и праћење тренажног процеса. У том смислу тест *Wingate*, који значајно корелира с процентом брзоконтрахујућих мишићних влакана, користан је за праћење промена анаеробних способности током тренажног процеса, као и за одабир особа за дисциплине снаге, брзине и експлозивности.

ЛИТЕРАТУРА

- William AS, Jeni RM, Marshall TO, Terri LU, Monem J, Michael H. Comparison of the Wingate and Bosco Anaerobic Tests. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(4):810-5.
- Fernandez-del-Olmo M, Rodriguez FA, Marquez G, Iglesias X. Isometric knee extensor fatigue following a Wingate test: peripheral and central mechanisms. *Scand J Med Sci Sports.* 2011; 23:57-65.
- Ronglan L, Raastad T, Borgesen A. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports.* 2006; 16:267-73.
- Kaczowski W, Montgomery DL, Taylor AW, Klissouras V. The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity. *J Sports Med Phys Fit.* 1982; 22:407-13.
- Inbar O. The Wingate Anaerobic Test: Its Performance, Characteristics, Application, and Norms. Netanya, Israel: Wingate Institute; 1985.
- Karaba D. Procena eksplozivne snage primenom Wingate anaerobnog testa [magistarska teza]. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu; 2003.
- Secher NH, Vaage O, Jackson RC. Rowing performance and maximal aerobic power of oarsmen. *Scand J Sports Sci.* 1982; 4:9-11.
- Vermulst LJ, Vervoorn C, Boelens-Quist AM, Koppeschaar HPF, Erich WBM, Thijssen JHH, et al. Analysis of seasonal training and working capacity in elite female rowers. *Int J Sports Med.* 1991; 12(6):567-72.
- Hartmann U, Mader A, Wasser K, Klauer I. Peak force, velocity and power during five and ten maximal rowing ergometer strokes by world class female and male rowers. *Int J Sports Med.* 1993; 14(1):42-6.
- Sycora C, Grilo CM, Wilfley DE, Brownell KD. Eating, weight and disturbances in male and female lightweight and heavyweight rowers. *Int J Eating Disord.* 1993; 14(2):203-11.
- Grujić N. Ergometrija u sportu. In: Sport i zdravlje. Novi Sad: Futura; 1999. p.106.
- Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithauser RM. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? *Eur J Appl Physiol.* 2002; 87:388-92.
- Ponorac N, Matavulj A, Rajkovača Z, Kovačević P. Analiza anaerobnog kapaciteta sportista koji se bave različitim sportovima. *Med Pregl.* 2007; 60(9-10):417-9.
- Bar-Or O, Dotan R, Inbar O. A 30 second all out ergometric test: its reliability and validity for anaerobic capacity. *Isr J Med Sci.* 1977; 113:326.
- Jacobs PL, Mahoney ET, Johnson B. Reliability of arm Wingate Anaerobic Testing in persons with complete paraplegia. *J Spinal Cord Med.* 2003; 26:141-4.
- Lovell D, Kerr A, Wiegand A, Solomon C, Harvey L, McLellan C. The contribution of energy systems during the upper body Wingate anaerobic test. *Appl Phys Nutr Met.* 2013; 38(2):216-9.
- Purvi KC, Sarla B. The correlation study of Vertical Jump Test and Wingate Cycle Test as a method to assess anaerobic power in high school basketball players. *Int J Sci Res Pub.* 2012; 2(6):1-5.

Parameters of Anaerobic Physiological Profile of Elite Athletes

Dea Karaba Jakovljević, Damir Lukač, Nikola Grujić, Miodrag Drapšin, Aleksandar Klačnja

University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Novi Sad, Serbia

SUMMARY

Introduction Anaerobic capacity is much less evaluated in literature compared to aerobic component. Anaerobic performance of athletes can be measured using different motoric tests, lasting 20 to 30 seconds, one of them being the Wingate anaerobic test (WAnT).

Objective The aim of this study was to determine the work performed and power generated by athletes and non-athletes during a 30-second high intensity exercise, as well as to compare explosive characteristics of subjects using a new parameter of WAnT, named explosive power, or slope of power.

Methods All parameters of anaerobic power were investigated in 152 subjects classed into different groups depending on their physical fitness and sport specialties as follows: non-athletes (n=31), rowers (n=26), volleyball players (n=37), handball players (n=34) and judo players (n=24). The WAnT, as

well as basic anthropometric measurements, was administrated to all participants.

Results Values of anaerobic parameters were higher in the group of athletes compared to physically inactive subjects. The highest values of the WAnT parameters were registered in the group of volleyball players (AP=1006 W; relative AP=11.4 W/kg, AC=19.8 kJ), compared to athletes of other sport disciplines (volleyball, rowing and judo). The new parameter of the WAnT, explosive power, also showed highest values in volleyball players (EP=154 W/s; relative EP=1.74 W/s/kg). These differences were statistically significant ($p < 0.05$).

Conclusion The results of laboratory tests can provide useful information on improvements in training processes. The new parameter of the WAnT could be implemented in further analyses of explosive characteristics of muscle contraction.

Keywords: anaerobic power; anaerobic capacity; physical activity

Примљен • Received: 01/10/2014

Прихваћен • Accepted: 31/03/2015