

Владимир Јаковљевић  
Адриана Љубојевић  
Тамара Каралић  
Николина Гердијан  
Жељко Вукић

796.012.1:612.766-053.4  
Оригинални научни чланак

Универзитет у Бањој Луци, Факултет физичког васпитања и спорта, Република Српска, БиХ

# РЕЛАЦИЈЕ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА И МАКСИМАЛНЕ ПОТРОШЊЕ КИСЕОНИКА УЧЕНИКА ЧЕТВРТОГ РАЗРЕДА ОСНОВНЕ ШКОЛЕ У ОДНОСУ НА ПОЛ

## Сажетак

На узорку од 71 испитаника, и то 37 дјечака и 34 дјевојчице, узраста четвртог разреда основне школе, односно 9 година +/- 6 мјесеци, извршена је процјена повезаности и предикције максималне потрошње кисеоника на основу мјера морфолошког простора. Максимална потрошња кисеоника је мјерена индиректним методом, помоћу теренског теста максималног вишестепеног оптерећења повратним трчањем на 20 метара. Простор морфологије је анализиран на основу 5 мјера лонгитудиналне димензионалности, 4 мјере волуминозности и масе тијела и 3 мјере трансверзалне димензионалности. Резултати корелационе анализе су показали да код оба пола не постоји статистички значајна повезаност резултата максималне потрошње кисеоника и мјера лонгитудиналне димензионалности, а регресиона анализа је потврдила да не постоји статистички значајна предикција максималне потрошње кисеоника на основу мјера лонгитудиналне димензионалности. Док је корелациона анализа утврдила да дио мјера волуминозности и масе тијела и трансверзалне димензионалности имају статистички значајну повезаност само код испитаница женског пола са резултатима максималне потрошње кисеоника. Регресиона анализа је показала статистички значајну предикцију максималне потрошње кисеоника на основу дјела мјера волуминозности и масе тијела и трансверзалне димензионалности. Утврдило се да ће испитанице женског пола са већим волуменима наткољенице и поткољенице, односно са мањим дијаметрима зглоба кољена и скочног зглоба остварити боље резултате на примјењеном тесту, а самим тим и већу максималну потрошњу кисеоника.

**Кључне ријечи:** ЛОНГИТУДИНАЛНА ДИМЕНЗИОНАЛНОСТ / ВОЛУМИНОЗНОСТ И МАСА ТИЈЕЛА / ТРАНСВЕРЗАЛНА ДИМЕНЗИОНАЛНОСТ / ТЕСТ МАКСИМАЛНОГ ВИШЕСТЕПЕНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА / ПОВРАТНА ТРЧАЊА НА 20 М

## УВОД

Један дио максималних могућности организма у транспорту и кориштењу кисеоника представља количина утрошеног кисеоника при неком физичком раду (Живанић, Животић-Вановић, Мијић, и Драгојевић, 1999). Други аутори, наводе да је максимална потрошња кисеоника дефини-

нисана као ниво потрошње кисеоника у минути при којој даље повећање радног оптерећења не доводи до даљњег повећања потрошње кисеоника. Максимална потрошња кисеоника ( $VO_{2max}$ ) се дефинише и као максимална количина кисеоника коју организам може потрошити при

интензивној физичкој активности, у времену од једне минуте (Šentija, 2010). На количину максималне потрошње кисеоника утичу разни фактори, као што су аеробна способност, пол и узраст. Аеробна способност је доста генетски детерминисана. У пракси је прихваћен однос који износи приближно 2:1, што значи да се ниво аеробне способности може повећати највише за једну трећину код примјене одговарајућег тренинга. Пол, такође одређује ниво аеробне способности, а разлике су видљиве већ у раном дјетињству. Тако шестогодишњи дјечаци имају веће вриједности максималне потрошње кисеоника од дјевојчица (Митић, Ропрет, Вишњић, и Радисављевић, 1997). Вриједност максималне потрошње кисеоника повећава се са растом и развојем и максимум постиже у периоду од 18-те до 25-те године. Максимална потрошња кисеоника се изаржава у апсолутним (л/мин, мл/мин) и релативним вредностима (мл/кг/мин). Реалније резултате дају релативне мјере, па су кориштене и у овом раду (Живанић и сар. 1999.). У оквиру батерије тестова Еурофит за процјену физичке радне способности дјеце, узраста од 5 до 19 година, у земљама Европске уније, као тест за процјену издржљивости користи се тест максималног вишестепеног оптерећења повратним трчањем на 20 метара, чији су аутори Легер и Ламберт (Leger, & Lambert 1982). Овај тест представља један од оптималних тестова за процјену издржљивости. Његова практичност се огледа у томе што га је могуће провести на малом простору и на релативно великом узорку испитаника у исто вријеме. Највећа вриједност овог теста је у томе што елиминише погрешну процјену избора темпа и брзине трчања код испитаника, јер је темпо његовог извођења диктиран и постепено се повећава. Простор морфологије анализиран је лонгитудиналним, трансверзалним димензионалностима и простором волуминозности и масе тијела. Више аутора се бавило дефинисањем морфолошких карактеристика. Под морфолошким карактеристикама антрополошког статуса човјека најчешће се подразумева одређен систем основних антропометријских латентних димензија (Малацко, 1991). Такође, морфолошким карактеристикама антрополошког статуса човјека најчешће се подразумевају процеси раста и човјековог онтогенетског развоја (Malacko, i Rađo, 2004.). На основу досадашњих истраживања најчешће су идентификована четири основна

фактора у које спадају: лонгитудинална димензионалност скелета, трансверзална димензионалност скелета, маса и волумен тијела и поткожно масно ткиво (Малацко, 1991). У истраживању (Mikić, Viberović, i Mačković, 2001.), истичу да висина тијела у периоду млађег школског узраста до 8 година живота задржава претходни темпо пораста, док се после, од 9 година живота темпо пораста знатно успорава. За раст костију у ширину одговоран је фактор трансверзалне димензионалности скелета. Фактор који се често назива фактором циркуларне димензионалности тијела, а који је одговоран за укупну масу и обиме тијела, представља фактор масе и волумена тијела. Показао је да има највећу повезаност са моторичким способностима и сматра се да је један од најважнијих фактора у морфолошком простору (Малацко, 1991). Маса тијела придружена је утицају осталим факторима који утичу на тјелесни развој у глобалу, али највише су условљена исхраном. Систематско тјелесно вјежбање код дјеце просјечне тјелесне масе, уз оптималну исхрану, доводи до лаког повећања тјелесне масе, гдје ово повећање иде на умножавање активних ткива, нарочито мускулатуре. Како наводи Херлок, старији предшколски узраст карактерише се скоковитим порастом мишићне масе и тај пораст износи 75% тежине мишића, према (Станковић, 2007). Информације о структури морфолошких карактеристика веома су битне са аспекта њихове трансформације. Морфолошке карактеристике су под утицајем генетских фактора и фактора околине. Утицај генетских фактора није исти за све латентне морфолошке димензије. Коефицијент урођености за димензионалност скелета износи око 0.98, волуминозности тијела 0.90, а масог ткива 0.50 (Малацко, 1991). Према томе, највећа трансформација под утицајем егзогених фактора могућа је код масног ткива, затим волуминозности тијела, а готово је занемарујућа код димензионалности скелета (Малацко, 1991). С обзиром на третирану проблематику рада, циљ је анализа релација између морфолошких карактеристика и максималне потрошње кисеоника ученика четвртог разреда основне школе у односу на пол. Проблем истраживања овог рада се односио на релације морфолошких карактеристика и максималне потрошње кисеоника ученика четвртог разреда основне школе у односу на пол. У односу на циљ и проблем истраживања постављене су и анализирани одређене претпоставке, које су се

односиле на то да ли морфолошке мјере имају повезаност и предикцију на вриједности максималне потрошње кисеоника.

## МЕТОД

### Узорак испитаника

Истраживање је проведено на узорку од 71 дјетета узраста четвртог разреда основне школе, односно 9 година +/- 6 мјесеци и то 37 испитаника мушког пола и 34 испитанице женског пола. Испитаници су били укључени у одређен вид физичке активности, у разним школама спорта. Ученици су учествовали у овом истраживању добровољно и имали су потпуну сагласност родитеља и професора физичког васпитања.

### Узорак варијабли

Варијабле у овом истраживању су подјеле на критеријске и предикторске:

Критеријске варијабле су процјењивале морфолошки статус испитаника у односу на пол:

- а) пол испитаника,
- б) лонгитудинална димензионалност: тјелесна висина (ТВ), дужина ноге (ДУЗИНОГ), дужина наткољенице (ДУЗИНАТК), дужина поткољенице (ДУЗИПОТКО), дужина стопала (ДУЗИСТОП),
- в) волуминозност и маса тијела: тјелесна маса (ТМ), обим наткољенице (ОБИМНАТК), обим поткољенице (ОБИМПОТКО), обим грудног коша (ОБИМГРУД),
- г) трансверзална димензионалност: дијаметар зглоба кољена (ДИЈАМЗГКОЉ), дијаметар скочног зглоба (ДИЈАМСКЗГ), ширина стопала (СИРИНАСТОП), (Метикош, Прот, Хофман, Пинтар, и Ореб 1989.).

Предикторске варијабле су процјењивале максималну потрошњу кисеоника: тест за процјену максималне потрошња кисеоника (20-МПП), претрчана дистанца у тесту (ПРЕТДИСТ), брзина трчања у тесту (БРЗИНТР). (Leger & Lambert, 1982.).

Техника и услови мјерења морфолошких карактеристика су спроведени у складу са Интерна-

ционалним биолошким програмом (ИБП). Мјерење антропометријских карактеристика је обављено у спортској сали у поподневним часовима. Испитаници су били у спортској опреми. Кориштени се стандардни антропометријски инструменти, баждарени прије сваког мјерења. Прије мјерења прецизно су били одређени и обиљежени антропометријски нивои и тачке неопходне за правилна мјерења. За остварење овог програма кориштени су следећи инструментаријуми: антропометар по Мартину, клизни шестар и метална мјерна трака. Максимална потрошња кисеоника је мјерена индиректним методом, помоћу теренског теста максималног вишестепеног оптерећења повратним трчањем на 20 метара. Тестови који се користе за процјену издржљивости, као базичне моторичке способности, су готово увијек саставни дио било које батерије тестова која се користи за процјену опште и специфичне радне способности. Код процјене издржљивости код већег броја испитаника, пракса је показала да је најбоље користити изабрани теренски тест. Такав тест се користио у овом раду према протоколу теста који су дали Легер и Ламберт (Leger, & Lambert, 1982). Тест се изводи тако да испитаници трче између двије линије на растојању од 20 метара према темпу који је диктиран звучним сигналом. На сваки звучни сигнал испитаник се мора налазити са оба стопала преко линије. Циљ теста је да испитаник претрчи што већи број дионица. Почетна брзина је 8.5 км/х (20м за 9 секунди) и одговара лаганом трчању, након одређеног времена темпо се повећава за 0.5 км/х. Тест се прекида када испитаник није више у могућности да прати задани темпо, односно када три пута заредом не стигне на линију на звучни сигнал. Звучни сигнал најављује сваку промјену брзине (нивоа). Сваки ниво садржи одређен број дионица. Праћење претрчаних дионица се врши на листу на којем су назначени нивои и бројеви дионица у сваком нивоу. Прије почетка теста испитаницима је објашњен задатак имајући у виду њихов узраст. Процјена релативне максималне потрошње кисеоника је вршена помоћу калкулатора процјене који је кориштен на званичном сајту. Разлог због којег је примењен овај тест за мјерење издржљивости је у томе што су резултати овог теста, у досадашњим истраживањима, показали висок степен корелације у поређењу са резултатима добијеним применом лабораторијских тестова:  $r=0.76$  (Leger & Lambert, 1982);  $r=0.68$  за дјечаке,  $r=0.69$  за дјевојчице, и  $r=0.76$  за оба пола

заједно (Van Mechelen, Hlobil, & Kemper, 1986);  $p=0.87$  (Boreham, Paliczka, & Nicholos, 1990),  $p=0.93$  (Naughton, Colley, Kemey, & Smith, 1996) и  $p=0.83$ , за дјечаке и  $p=0.76$  за дјевојчице (Machoney, 1992); што указује на објективност теста максималног више-степеног оптерећења повратним трчањем на 20 метара као реалног показатеља аеробне способности.

### Обрада података

Примјењена је дескриптивна статистика помоћу које су израчунати: аритметичка средина, варијациона ширина, стандардна девијација, варијанса, мјере асиметричности скјунис и куртосис, Колмогоров-Смирнов тест. Примјењена је,

такође, корелациона анализа која је испитивала повезаност између постигнутих резултата; те регресиона анализа ради утврђивања квалитативне повезаности, односно предикције критерија на предиктор. У обради је кориштен статистички програм СПСС (верзија 11.0).

### РЕЗУЛТАТИ

У Табели 1 је приказана дескриптивна статистика резултата лонгитудиналних, трансверзалних димензионалности, волуминозности и масе тијела испитаника оба пола.

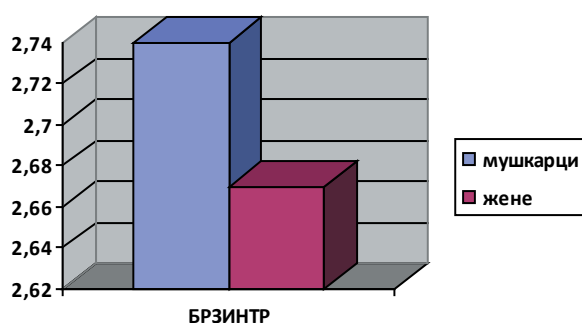
**Табела 1.** Дескриптивна статистика резултата лонгитудиналних, трансверзалних димензионалности, волуминозности и масе тијела испитаника оба пола

мушкарци	Н	Ранг	Мин	Макс	М	СД	Вариа	КС
ТВ (цм)	37	23.00	127.00	150.00	137.73	5.79	33.53	0.23
ДУЗИНОГ (цм)	37	26.00	64.00	90.00	78.02	6.26	39.22	0.96
ДУЗИНАТК (цм)	37	18.00	33.00	51.00	39.88	4.67	21.81	0.73
ДУЗИПОТКО (цм)	37	10.70	31.00	41.70	38.11	2.47	6.09	0.97
ДУЗИСТОП (цм)	37	8.00	17.10	25.10	21.83	1.87	3.05	0.47
ДИЈАМЗГКОЉ (цм)	37	7.24	5.96	13.20	9.10	1.85	3.45	0.60
ДИЈАМСКЗГ (цм)	37	5.89	3.91	9.80	7.32	1.68	2.83	0.42
СИРИНАСТОП (цм)	37	5.99	5.51	11.50	8.09	1.44	2.09	0.84
ТМ (кг)	37	20.00	26.00	46.00	34.03	4.98	24.84	0.18
ОБИМНАТК (цм)	37	11.70	24.30	36.00	28.94	3.16	9.99	0.50
ОБИМПОТКО (цм)	37	18.70	30.30	49.00	37.69	4.58	21.04	0.96
ОБИМГРУД (цм)	37	42.60	49.40	92.00	66.57	7.04	49.63	0.07
жене	Н	Ранг	Мин	Макс	М	СД	Вариа	КС
ТВ (цм)	34	35.00	113.00	148.00	135.03	7.61	57.97	0.61
ДУЗИНОГ (цм)	34	21.00	66.00	87.00	78.87	4.89	23.99	0.10
ДУЗИНАТК (цм)	34	13.00	35.00	48.00	42.16	2.73	7.48	0.60
ДУЗИПОТКО (цм)	34	19.00	24.00	43.00	35.18	5.14	26.43	0.21
ДУЗИСТОП (цм)	34	5.90	19.00	24.90	22.20	1.41	2.00	0.42
ДИЈАМЗГКОЉ (цм)	34	4.20	6.60	10.80	8.27	1.14	1.30	0.06
ДИЈАМСКЗГ (цм)	34	4.80	5.00	9.80	6.82	1.47	2.18	0.08
СИРИНАСТОП (цм)	34	3.50	6.20	9.70	7.65	0.95	0.91	0.07
ТМ (кг)	34	20.00	19.00	39.00	30.39	4.95	24.58	0.94
ОБИМНАТК (цм)	34	10.10	25.00	35.10	29.15	2.53	6.42	0.51
ОБИМПОТКО (цм)	34	15.00	32.00	47.00	37.63	3.91	15.35	0.55
ОБИМГРУД (цм)	34	21.90	57.00	78.90	64.47	4.30	18.50	0.59

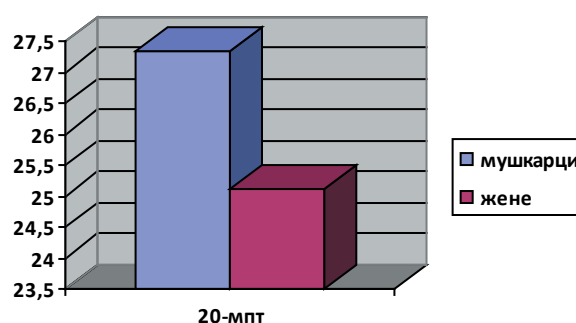
У Табели 2. је приказана дескриптивна статистика резултата теста за процјену максималне потрошње кисеоника (20-МПТ).

**Табела 2.** Дескриптивна статистика резултата тестова 20-МПТ, ПРЕТДИСТ и БРЗИНТР

мушкарци	Н	Ранг	Мин	Макс	М	СД	Вариа	КС
20МПТ (мл/кг/мин)	37	17.12	19.99	37.11	27.35	3.73	13.95	0.35
ПРЕТДИСТ (м)	37	880.00	180.00	1060.00	530.00	188.08	5375.75	0.41
БРЗИНТР (м/с)	37	0.69	2.50	3.19	2.74	0.15	0.28	0.05
жене	Н	Ранг	Мин	Макс	М	СД	Вариа	КС
20МПТ (мл/кг/мин)	34	17.56	19.55	37.11	25.10	4.65	21.65	0.70
ПРЕТДИСТ (м)	34	900.00	160.00	1060.00	427.03	233.34	4449.25	0.52
БРЗИНТР (м/с)	34	0.69	2.50	3.19	2.67	0.18	3.37	0.06



**Графикон 1:** Просјечне вриједности резултата релативне потрошње кисеоника (мл/кг/мин)



**Графикон 2:** Просјечне вриједности резултата брзине тчања на тесту (м/с) код оба пола

Вриједности КС теста одговарају нормалности распореда добијених резултата. Просјечно вријеме у тесту (20-МПТ) код испитаника мушког пола је 207.22 секунди, односно 3:27:22 минута, што према таблицама одговара приближној потрошњи кисеоника  $VO_{2max}$  од 27.35 мл/кг/мин. Испитаници женског пола су имали просјечно вријеме 170.60 секунди, односно 2:50:60 минута, што према истим важећим таблицама приближно одговара потрошњи кисеоника  $VO_{2max}$  од 25.10 мл/кг/мин. На овај начин се потврђују многа истраживања која су се бавили максималном потрошњом кисеоника код дјече у зависности од пола испитаника. До закључка да испитаници мушког пола у узрасту од седам година имају већу максималну потрошњу кисеоника  $VO_{2max}$  од испитаника женског пола дошли су (Митић и сар. 1997.). Пол одређује ниво аеробне способности и разлике су видљиве већ у раном дјетињству. Тако шестогодишњи дјечаци имају веће вриједности

максималне потрошње кисеоника од дјевојчица (Живанић и сар. 1999.). Истраживања Robinsona, Astranda, Rodhala, Daviesa и Andersona су показала да су дечаци у узрасту од десет година старости у знатној предности у односу на девојчице у том узрасту у максималној потрошњи кисеоника  $VO_{2max}$ , (Бијелић, и Симовић, 2005.) Максимална плућна вентилација у минути код дечака узраста од 9 година је већа за око 10 литара у односу на девојчице истог узраста, (Микић, и Бјековић. 2001.). Такође, резултати у тесту који је процјењивао просјечну пређену дистанцу (ПРЕТДИСТ) и просјечну брзину трчања (БРЗИНТР) коју су испитаници остварили приликом провођења овог теста је одређена на основу таблица. У свим овим тестовима просјечни резултати су били у корист испитаника мушког пола у односу на испитанице женског пола, и на основу тога се може закључити да су постигли боље резултате.



**Табела 3.** Повезаност између лонгитудиналне димензионалности скелета, волуминозности и масе тијела и трансверзалне димензионалности скелета, са резултатима тестова 20-МПТ, ПРЕТДИСТ и БРЗИНТР

Критеријс. варијабле	Кор.	ПРЕДИКТОРСКЕ ВАРИЈАБЛЕ					
		мушкарци			жене		
		20-МПТ (мл/кг/ мин)	ПРЕТДИСТ (м)	БРЗИНТР (м/с)	20-МПТ (мл/кг/ мин)	ПРЕТДИСТ (м)	БРЗИНТР (м/с)
ТВ (цм)	Pears.	-0.04	-0,04	-0,04	0.07	0,10	0,06
	p.	0.81	0,81	0,79	0.69	0,57	0,71
ДУЗИНОГ(цм)	Pears.	0.04	0,04	0,07	0.21	0,23	0,15
	p.	0.77	0,79	0,64	0.23	0,17	0,38
ДУЗИНАТК (цм)	Pears.	-0.01	-0,01	0,03	0.13	0,13	0,01
	p.	0.93	0,93	0,86	0.44	0,44	0,91
ДУЗИПОТКО (цм)	Pears.	0.12	0,12	0,11	0.23	0,27	0,24
	p.	0.45	0,47	0,49	0.18	0,12	0,16
ДУЗИСТОП (цм)	Pears.	-0.09	-0,08	-0,06	0.21	0,22	0,14
	p.	0.57	0,60	0,70	0.21	0,19	0,41
ТМ (кг)	Pears.	-0.11	-0,10	-0,09	0.19	0,22	0,19
	p.	0.50	0,55	0,55	0.27	0,19	0,26
ОБИМНАТК (цм)	Pears.	-0.08	-0,15	-0,11	0.42	0,56	0,49
	p.	0.60	0,36	0,48	0.01	0,00	0,00
ОБИМПОТКО (цм)	Pears.	-0.16	-0,08	-0,09	0.56	0,43	0,30
	p.	0.33	0,63	0,56	0.00	0,01	0,07
ОБИМГРУД (цм)	Pears.	-0.30	-0,29	-0,29	0.00	0,03	-0,00
	p.	0.06	0,07	0,07	0.97	0,83	0,99
ДИЈАМЗГКОЉ (цм)	Pears.	-0.15	-0,14	-0,15	-0.34	-0,33	-0,30
	p.	0.37	0,39	0,35	0.04	0,06	0,08
ДИЈАМСКЗГ (цм)	Pears.	-0.01	-0,01	-0,05	-0.35	-0,32	-0,29
	p.	0.92	0,92	0,72	0.04	0,06	0,08
СИРИНАСТОП (цм)	Pears.	-0.08	-0,08	-0,09	-0.29	-0,26	-0,22
	p.	0.62	0,62	0,58	0.08	0,13	0,20

Приликом анализе нумеричке повезаности између резултата лонгитудиналне димензионалности скелета и резултата теста за процјену максималне потрошње кисеоника, претрчане дистанце у тесту и брзине трчања у тесту, утврђено је да не постоји статистички значајна повезаност код свих мјера код оба пола. Међутим, иако ово истраживање није показало да лонгитудинална димензионалност утиче на резултате тестова за процјену максималне потрошње кисеоника, нека ранија истраживања су дошла до одређених резултата везаних за ову проблематику. Тако, утицај антропометријских карактеристика на кондиционе параметре фудбалера истражили су (Wong, Chamari, Dellal. & Wislöff, 2009). Аутори су до-

казали да постоји статистички значајна повезаност између тјелесне висине и резултата на тесту 20-МПТ ( $p=0,26$ ) као и тјелесне висине и  $VO_{2max}$  ( $p=0,35$ ). Када је анализирана нумеричка повезаност између мјера волуминозности и масе тијела и резултата теста за процјену максималне потрошње кисеоника, претрчане дистанце у тесту и брзине трчања у тесту утврђена је статистички значајна повезаност морфолошке мјере обим наткољенице (ОБИМНАТК) са резултатима тестова (20-МПТ), (ПРЕТДИСТ) и (БРЗИНТР), и мјере обим поткољенице (ОБИМПОТКО) са резултатима тестова (20-МПТ), (ПРЕТДИСТ) код испитаница женског пола. Мјере трансверзалне димензионалности скелета дијаметар згло-

ба кољена (ДИЈАМЗГКОЉ) и дијаметар скочног зглоба (ДИЈАМСКЗГ) код испитаница женског пола показали су статистички значајну повезаност са резултатима теста (20-МПТ). Код испитаника мушког пола није утврђена ниједна нумеричка повезаност.

У Табели 4 приказана је интеркорелација између резултата теста за процјену максималне потрошње кисеоника (20-МПТ) резултата дужине претрчане дистанце у тесту (ПРЕТДИСТ) и брзине трчања у тесту (БРЗИНТР).

**Табела 4.** Интеркорелација резултата тестова 20-МПТ, ПРЕТДИСТ и БРЗИНТР

Кор.	мушкарци			жене			
	20-МПТ (мл/кг/ мин)	ПРЕТДИСТ (м)	БРЗИНТР (м/с)	20-МПТ (мл/кг/ мин)	ПРЕТДИСТ (м)	БРЗИНТР (м/с)	
20-МПТ (мл/кг/ мин)	Pears.	1.00	0.99	0.82	1.00	0.99	0.95
	r.	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00

Примјећен је висок ниво корелационих коефицијената који наговјештава или омогућава претпоставку високог нивоа подударности резултата регресионе анализе критеријума у актуелном предикторском простору.

У Табелама 5, 6 и 7 су приказани резултати регресионе анализе која је испитивала квалитативну повезаност између критеријских и предикторских варијабли и на основу које се утврђивала предикција критерија на предикторе.

**Табела 5.** Предикција резултата тестова 20-МПТ, ПРЕТДИСТ и БРЗИНТР на основу мјера лонгитудиналне димензионалности скелета

Незав. вариј.	мушкарци				жене			
	20-МПТ (мл/кг/мин)				20-МПТ (мл/кг/мин)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
ТВ (цм)	-0,17	-0,22	-0,64	0,52	-0,27	-0,56	-1,58	0,12
ДУЗИНОГ(цм)	1,30	1,75	0,76	0,44	0,17	0,23	0,30	0,76
ДУЗИНАТК (цм)	-1,30	-1,31	-0,72	0,47	0,10	0,07	0,17	0,86
ДУЗИПОТКО (цм)	-0,56	-0,29	-0,34	0,73	0,26	0,36	0,69	0,49
ДУЗИСТОП (цм)	-0,25	-0,10	-0,37	0,70	0,60	0,22	1,03	0,31
Незав. вариј.	БРЗИНТР (м/с)				БРЗИНТР (м/с)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
ТВ (цм)	-0,00	-0,28	-0,82	0,41	-0,00	-0,40	-1,12	0,27
ДУЗИНОГ (цм)	0,05	1,86	0,81	0,42	0,00	0,06	0,08	0,93
ДУЗИНАТК (цм)	-0,05	-1,33	-0,73	0,46	0,00	0,01	0,03	0,97
ДУЗИПОТКО (цм)	-0,02	-0,35	-0,40	0,69	0,01	0,43	0,81	0,42
ДУЗИСТОП (цм)	-0,00	-0,06	-0,23	0,81	0,01	0,15	0,67	0,50
Незав. вариј.	ПРЕТДИСТ (м)				ПРЕТДИСТ (м)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
ТВ (цм)	-8,79	-0,21	-0,64	0,52	-13,38	-0,54	-1,53	0,13
ДУЗИНОГ (цм)	66,14	1,77	0,77	0,44	8,13	0,21	0,28	0,78
ДУЗИНАТК (цм)	-66,99	-1,34	-0,73	0,46	4,92	0,07	0,16	0,87
ДУЗИПОТКО (цм)	-30,22	-0,32	-0,36	0,71	14,72	0,40	0,78	0,44
ДУЗИСТОП (цм)	-10,43	-0,08	-0,31	0,75	29,96	0,22	1,02	0,31

**Табела 6.** Предикција резултата тестова 20-МПТ, ПРЕТДИСТ и БРЗИНТР на основу мјера волуминозности и масе тијела

Незав. вариј.	мушкарци				жене			
	20-МПТ (мл/кг/мин)				20-МПТ (мл/кг/мин)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
ТМ (кг)	0,17	0,19	0,59	0,55	0,17	0,23	1,04	0,30
ОБИМНАТК (цм)	-0,07	-0,07	-0,26	0,79	0,53	0,56	3,83	0,00
ОБИМПОТКО (цм)	0,18	0,12	0,45	0,64	0,63	0,43	2,67	0,01
ОБИМГРУД (цм)	-0,31	-0,47	-1,87	0,07	-0,31	-0,47	-1,87	0,07
Незав. вариј.	БРЗИНТР (м/с)				БРЗИНТР (м/с)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
	ТМ (кг)	0,00	0,19	0,61	0,54	0,01	0,36	1,52
ОБИМНАТК (цм)	0,00	0,03	0,13	0,89	0,18	0,46	2,49	0,01
ОБИМПОТКО (цм)	0,00	0,04	0,16	0,87	-0,00	0,00	0,00	0,99
ОБИМГРУД (цм)	-0,01	-0,49	-1,94	0,06	-0,01	-0,38	-1,76	0,08
Незав. вариј.	ПРЕТДИСТ (м)				ПРЕТДИСТ (м)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
	ТМ (кг)	9,67	0,20	0,64	0,52	10,44	0,27	1,22
ОБИМНАТК (цм)	-3,76	-0,07	-0,26	0,79	22,26	0,46	2,64	0,01
ОБИМПОТКО (цм)	8,86	0,12	0,43	0,67	32,06	0,43	2,71	0,01
ОБИМГРУД (цм)	-15,67	-0,47	-1,85	0,07	-16,82	-0,385	-1,90	0,06

**Табела 7.** Предикција резултата тестова 20-МПТ, ПРЕТДИСТ и БРЗИНТР на основу мјера трансверзалне димензионалности скелета

Незав. вариј.	мушкарци				жене			
	20-МПТ (мл/кг/мин)				20-МПТ (мл/кг/мин)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
ДИЈАМЗГКОЉ (цм)	-1,97	-0,79	-1,43	0,16	-0,37	-0,15	-0,89	0,04
ДИЈАМСКЗГ (цм)	0,66	0,24	0,75	0,45	-0,88	-0,35	-2,12	0,04
СИРИНАСТОП (цм)	1,49	0,46	0,78	0,43	1,29	0,33	0,67	0,50
Незав. вариј.	БРЗИНТР (м/с)				БРЗИНТР (м/с)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
	ДИЈАМЗГКОЉ (цм)	-0,07	-0,75	-1,35	0,18	-0,06	-0,49	-1,03
ДИЈАМСКЗГ (цм)	0,01	0,10	0,34	0,73	-0,03	-0,35	-0,86	0,39
СИРИНАСТОП (цм)	0,06	0,53	0,89	0,37	0,08	0,55	1,10	0,27
Незав. вариј.	ПРЕТДИСТ (м)				ПРЕТДИСТ (м)			
	Б	Бета	Т	р.	Б	Бета	Т	р.
	ДИЈАМЗГКОЉ (цм)	-94,66	-0,75	-1,36	0,18	-61,46	-0,37	-0,78
ДИЈАМСКЗГ (цм)	31,62	0,22	0,71	0,47	-41,28	-0,32	-0,78	0,44
СИРИНАСТОП (цм)	71,17	0,44	0,74	0,46	73,25	0,37	0,74	0,46



## ДИСКУСИЈА

Резултати приказани у Табели 5 показују да не постоји статистички значајна квалитативна повезаност између предикторских и критеријских варијабли, што резултира немогућношћу предикције резултата максималне потрошње кисеоника на основу мјера лонгитудиналне димензионалности скелета. На основу свих анализа добијених резултата, претпоставка у односу на циљ и проблем рада, која је очекивала статистички значајну повезаност и предикцију максималне потрошње кисеоника на основу мјера лонгитудиналне димензионалности скелета у потпуности се није прихватила.

У Табели 6 су приказани резултати регресионе анализе која је испитивала квалитативну повезаност између предикторских варијабли и мјера волуминозности и масе тијела. Добијени резултати показују да је од свих мјера волуминозности и масе тијела, само на основу мјера обим наткољенице и обим поткољенице могуће извршити предикцију резултата максималне потрошње кисеоника. Анализирањем утицаја обима наткољенице на максималну потрошњу кисеоника, претрчану дистанцу у тесту и брзину трчања у тесту, а такође и утицаја обима поткољенице на максималну потрошњу кисеоника и претрчану дистанцу у тесту код испитаница женског пола, примјећено је да постоји статистички значајан утицај ових морфолошких карактеристика. Утицај ових морфолошких карактеристика на резултате максималне потрошње кисеоника, дужину претрчане дистанце и брзине трчања у тесту се може повезати са начином извођења овог теста. Опис извођења овог теста је раније споменут и може се претпоставити да је за његово успјешно извођење, поред доброг нивоа издржљивости која има велику улогу у максималној потрошњи кисеоника, потребно посједовати и добру брзину трчања, координацију покрета и ритам кретања. Како је максимална потрошња кисеоника која се процјењује овим тестом директно повезана са дужином претрчане дистанце и брзином трчања у тесту, тако се може претпоставити да испитаници са већим обимима доњих екстремитета могу оставрити већу дистанцу и брзину трчања, а самим тим и већу максималну потрошњу кисеоника. Утицај већег обима наткољенице и поткољенице на брзину трчања

анализирао је (Тончев, 2000.) који закључује да је потребно развијати мишиће доњих екстремитета, који имају три основне функције приликом трчања. Функције мишића доњих екстремитета се оглађују у покретању, подршци и динамичкој равнотежи. Важност јачања мишића доњих екстремитета је највише изражена код крутости везе између карлице и трупца. Ова крута веза је важна за одређивање ефикасности притиска који пролази кроз ногу, у моменту контакта са тлом. Овај притисак може бити пренијет на разне дијелове система карлица-труп, што треба избјегавати, јер могу довести до непотребног расипања потенцијалне енергије у дијелове тијела гдје није потребна. Код тренинга за развој мишића мора се водити рачуна о кориштењу мишића да би се задња нога помјерила напријед и да би се фиксирала у положај трчања. Анализирањем биомеханике отвореног кинетичког ланца доњих екстремитета, видјело се да, што је поткољеница дужа то је крак силе теже већи што изазива већу силу мишића прегибача у зглобу кољена. Ово доводи до кретања поткољенице већом брзином, а самим тим и већу брзину кретања, толико пута брже колико је пута крак силе теже већи од крака силе мишића, односно колико је пута сила мишића већа од силе теже. Овјде се закључује да колико је сила мишића прегибача поткољенице (*quadriceps femoris*) већа, биће већа и брзина кретања поткољенице (Микић, и Бјековић, 2004.). Уколико је већа сила мишића прегибача покољенице (*quadriceps femoris*), може се претпоставити да је већи и обим наткољенице, што оправдава добијене резултате у овом истраживању. Детаљнијом анализом, може се претпоставити да испитаници са већим обимима наткољенице и поткољенице могу остварити боље резултате у тестовима максималне потрошње кисеоника, претрчаној дистанци у тесту и брзини трчања у тесту. Ова констатација се може потврдити и на основу резултата у Табели 6. који показују да уколико се обим наткољенице повећа за 1 центиметар код испитаника женског пола, може се очекивати да ће претрчати већу дистанцу за 22.26 м и повећати брзину трчања за 0.18 м/с што ће резултирати повећањем максималне потрошње кисеоника за 0.53 мл/мин/кг. Док уколико се обим поткољенице повећа за 1 центиметар, може се очекивати да ће претрчати већу дистанцу за 32.06 м што ће такође резултирати повећањем максималне потрошње кисео-

ника за 0.63 мл/мин/кг. Потврда ове претпоставке регресионе анализе повезује се са добијеним резултатима интеркорелације која је приказана у Табели 4. На основу свих анализа добијених резултата, претпоставка у односу на циљ и проблем рада, која је очекивала статистички значајну повезаност и предикцију максималне потрошње кисеоника на основу мјера волуминозности и масе тијела се дјелимично прихватила. Разлог дјелимичног прихватања је у томе што је само дио мјера волуминозности и масе тијела показао статистички значајну повезаност, односно само се на основу неких мјера може извршити статистички значајна предикција максималне потрошње кисеоника.

Критеријумске варијабле дијаметар зглоба кољена и скочног зглоба су показале статистички значајну предикцију максималне потрошње кисеоника (Табела 7). На основу добијених резултата корелационе повезаности која има негативан предзнак може се претпоставити да ће испитаници за мањим дијаметрима зглоба кољена и скочног зглоба моћи остварити већу претрчану дистанцу и већу брзину трчања у тесту. Са остварењем веће дистанце и брзине трчања, оствариће и боље резултате у тесту (20-МПТ), а самим тим и већу максималну потрошњу кисеоника. Утицајем мјера трансверзалних димензионалности скелета на брзину трчања бавило се доста аутора, између осталог и (Молнар и Смајић, 2008). Анализом коефицијената корелације они су закључили да највећи број статистички значајних веза са специфичним моторичким способности имају морфолошке варијабле дијаметар скочног зглоба (ДИЈАМСКЗГ) и дијаметар зглоба кољена (ДИЈАМЗГКОЉ). Ове две трансверзалне мере димензионалности скелета су једине показале статистички значајне корелације са специфичним моторичким способностима гдје је акценат на брзини трчања. Поред веће брзине кретања која утиче на боље резултате у тесту (20-МПТ), може се претпоставити да уколико испитаници испоље бољу координацију покрета, такође могу остварити и боље резултате на овом тесту. Повезаност мјера трансверзалне димензионалности са координацијом анализирали су (Јаковљевић, Бијелић, Јовановић, Вожић и Вукић, 2013.), и дошли су до закључка да дијаметар скочног зглоба (ДИЈАМСКЗГ) и дијаметар зглоба кољена (ДИЈАМЗГКОЉ) статистички значајно

утичу на испољавање координације. Значајност координације се огледа у самом извођењу теста (20-МПТ) који је примјењен у овом истраживању. Координација утиче на правилну технику трчања, затим технику промјене правца кретања која је карактеристична за овај тест, односно рационално трошење енергије током цијелог провођења теста. То је у сваком случају битно, јер рационално трошење енергије ће омогућити већу претрчану дистанцу, а самим тим већу максималну потрошњу кисеоника. Детаљнијим прегледом резултата регресионе анализе, може се претпоставити да ће испитаници са мањим дијаметром зглоба кољена и скочног зглоба остварити боље резултате у тестовима максималне потрошње кисеоника. Ова констатација се може потврдити и на основу резултата у Табели 7 који показују да уколико се дијаметар зглоба кољена и скочног зглоба „смањи“ за 1 центиметар код испитаница женског пола, оствариће већу потрошњу кисеоника за 0.37, односно 0.88 мл/мин/кг. Такође, потврда ове претпоставке регресионе анализе повезује се са добијеним резултатима интеркорелације која је приказана у Табели 4. На основу свих анализа добијених резултата, претпоставка у односу на циљ и проблем рада, која је очекивала статистички значајну повезаност и предикцију максималне потрошње кисеоника на основу мјера трансверзалне димензионалности скелета се дјелимично прихватила. Разлог делимичног прихватања је у томе што је само дио мјера трансверзалне димензионалности скелета показао статистички значајну повезаност, односно само се на основу неких мјера може извршити статистички значајна предикција максималне потрошње кисеоника.

## ЗАКЉУЧАК

На основу проведене анализе релација морфолошких карактеристика испитаника и максималне потрошњу кисеоника у односу на пол, дошло се до сљедећих закључака. Мјере лонгитудиналне димензионалности скелета код испитаника оба пола нису показале статистички значајну повезаност са резултатима теста за процјену максималне потрошње кисеоника, претрчане дистанце у тесту и брзине трчања у тесту. Морфолошке карактеристике волуминозности и масе тијела су

показале позитаван однос са резултатима теста за процјену максималне потрошње кисеоника, претрчане дистанце у тесту и брзине трчања у тесту само код испитаница женског пола. Детаљнијом анализом квалитативне повезаности, односно предикције, се може закључити да испитаници са већим обимима натколенице и потколенице могу остварити боље резултате у тестовима максималне потрошње кисеоника, претрчаној дистанци у тесту и брзини трчања у тесту. Позитиван однос је примјећен код повезаности трансверзалних морфолошких карактеристика са резултатима те-

ста за процјену максималне потрошње кисеоника и утврђена је и статистички значајна предикција, на основу које се може претпоставити да ће испитаници женског пола са мањим дијаметрима зглоба кољена и скочног зглоба остварити боље резултате на овом тесту. Најважнија примјена добијених резултата овог истраживања је у самом процесу тренинга. Јер на основу промјене одређених морфолошких карактеристика које су подложне трансформационом утицају егзогених фактора, може се позитивно утицати на повећање максималне потрошње кисеоника.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Beep test  $VO_{2max}$  calculator. (20.01.2014.). Topend sport & Science resource. Доступно (20.01.2014) на <http://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm>.
2. Бијелић, С., и Симовић, С. (2005). *Тренажна технологија у раду са младим спортистима*. Бања Лука: Секретаријат за спорт и омладину у Влади републике Српске.
3. Boreham, С.А., Paliczka, V.J., & Nicholos, А.К. (1990). A compararisonb of the PWC 170 and 20-MST test of aerobic fitness in adolescent schoolchildren, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30(1), 19 – 23.
4. Van Mechelen, W., Hlobil, Н., & Kemper, Н.С. (1986). Validation of two running tests as estimates of maximall aerobic in children, *European Journal of Applied Physiology*, 55(5), 503–506.
5. Wong, P.L., Chamari, K., Dellal, A., & Wislöff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204–1210.
6. Живанић, С., Животић-Вановић, М., Мијић, Р., и Драгојевић, Р. (1999). *Аеробна способност и њена процјена Астрандовим тестом оптерећења на бицикл-ергометру*, Београд: Удружење за медицину Србије.
7. Jakovljević, V., Bijelić, S., Jovanović, S., Božić, I., & Vukić, Ž. (2013). *Relationship between morphological characteristics and impact of coordination and explosive strength of students 12 years old*. In *Proceedings of Scientific Conference FIS COMMUNICATIONS 2013 in Physical Education, sport and recreation and I International Scientific Conference*, (pp. 234–246). Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
8. Leger, A.L., & Lambert, J. (1982). A maximall multistage 20m shuttle run test to predict  $VO_{2max}$ . *European Journal of Applied Physiology*, 49, 1–5.
9. Machoney, C. (1992). 20-MST and PWC 170 vallidity in non-Caucasian children in the UK. *British Journal of Sports Medicine*, 26(1), 45–47.
10. Малацко, Ј. (1991). *Основе спортског тренинга*. Нови Сад: СИА.
11. Malacko, J., i Rađo, I. (2004): *Tehnologija sporta i sportskog treninga*, Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
12. Метикош, Д., Прот, Ф., Хофман, Е., Пинтар, Ж., и Ореб, Г. (1989). *Мјерење базичних моторичких димензија спорташа*. Загреб: Факултет за физичку културу.
13. Mikić, B., Biberović, A., i Mačković, S. (2001). *Univerzalna škola sporta*. Tuzla: Filozofski fakultet Univerziteta u Tuzli.
14. Микић, Б., и Бјековић, Г. (2004). *Биомеханика спортске локомоције*. Пале: Факултет физичке Културе Пале.
15. Митић, Д., Ропрет, Р., Вишњић, Д., и Радисављевић, Д. (1997). Издржљивост ученика И. Разреда мјерена тестом максимал-

- ног вишестепеног оптерећења повратним трчањем на 20-м. У зборнику *Улога наставника у свету који се мења*, (стр. 214–219). Аранђеловац: Универзитет у Новом Саду.
16. Молнар, С., и Смајић, М. (2008). Релације између система специфичних моторичких варијабли и система морфолошких варијабли дечака у фудбалској школи, У Гласнику *Антрополошког друштва Србије*, (стр. 319–323). Нови Сад: Факултет спорта и физичког васпитања.
17. Naughton, L.M., Cooley, D., Kemey, V., & Smith, S. (1996). A comparison of two different shuttle run test for the estimation of  $VO_2$  max. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), 85–89.
18. Станковић, В. (2007). *Основе примјене кинезиологије*. Лепосавић: Универзитет у Приштини, Факултет за физичку културу.
19. Тончев, И. (2000). *Основе биомеханике са применом у атлетици*. Београд: Виша школа за спортске тренере.
20. Šentija, D. (2010). *Fiziologija sporta*. Zagreb: Kineziološki fakultet Zagreb.

## RELATIONENMORPHOLOGISCHER EIGENSCHAFTENUND DES MAXIMALEN SAUERSTOFFVERBRAUCHS VON SCHÜLERN DER VIERTEN GRUNDSCHULKLASSE IN BEZUGAUFDASGESCHLECHT

### Zusammenfassung

Bei 71 Versuchspersonen (37 Jungen und 34 Mädchen) im Alter von 9 Jahren +/- 6 Monate (vierte Grundschulklasse) wurde eine Einschätzung des Zusammenhangs und der Prädiktion des maximalen Sauerstoffverbrauchs auf Grund der Maße des morphologischen Raumes durchgeführt. Der maximale Sauerstoffverbrauch wurde mit einer indirekten Methode gemessen – mit Hilfe eines Geländetests der maximalen mehrstufigen Belastung bei 20-Meter-Umkehrlauf. Der morphologische Raum wurde auf Grund von 5 Maßen longitudinaler Dimensionalität, 4 Maßen von Voluminosität und Körpermasse und 3 Maßen transversaler Dimensionalität analysiert. Ergebnisse der Korrelationsanalyse haben gezeigt, dass bei beiden Geschlechtern kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des maximalen Sauerstoffverbrauchs und der Maße longitudinaler Dimensionalität existiert, während die Regressionsanalyse bestätigt hat, dass es keine statistisch relevante Prädiktion des maximalen Sauerstoffverbrauchs auf Grund der Maße longitudinaler Dimensionalität gibt. Die Korrelationsanalyse hat gezeigt, dass ein Teil der Maße der Voluminosität und Körpermasse und der transversalen Dimensionalität nur bei Prüfpersonen des weiblichen Geschlechts eine statistisch relevante Verbundenheit mit Ergebnissen des maximalen Sauerstoffverbrauchs hat. Die Regressionsanalyse hat eine statistisch relevante Prädiktion des maximalen Sauerstoffverbrauchs auf Grund des Teils der Maße der Voluminosität und Körpermasse und transversaler Dimensionalität gezeigt. Es wurde festgestellt, dass Prüfpersonen des weiblichen Geschlechts mit gleichem Volumen des Ober- und Unterschenkels bzw. mit geringeren Durchmesser des Knie- und Sprunggelenks bessere Ergebnisse beim angewendeten Test und somit auch einen größeren maximalen Sauerstoffverbrauch erreichen.

**Schlüsselwörter:** LONGITUDINALE DIMENSIONALITÄT / VOLUMINOSITÄT UND KÖRPERMASSE / TRANSVERSALE DIMENSIONALITÄT / TEST DER MAXIMALEN MEHRSTUFIGEN BELASTUNG / 20-METER-UMKEHRLAUF

Примљен: 23.01.2014.  
Прихваћен: 25.03.2014.

Vladimir Jakovljević  
Adriana Ljubojević  
Tamara Karalić  
Nikolina Gerdijan  
Željko Vukić

796.012.1:612.766-053.4  
Original scientific paper

University of Banja Luka, Faculty of Physical Education and Sport, Republic of Srpska, BIH

## RELATIONS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION OF FOURTH GRADE PUPILS BASED ON GENDER

### Abstract

On a sample of 71 respondents, 37 boys and 34 girls, age of fourth grade elementary school, accordingly 9 years +/- 6 months, it is assessed correlation and prediction of maximal oxygen consumption based measures of morphological range. Maximum oxygen consumption was measured by indirect method, using a field test of maximal multiple load of feedback running at 20 meters. Range of morphology was analyzed based on 5 measures of longitudinal dimensionality, 4 measures of volume and body mass and 3 measures of transversal dimensionality. Results of correlation analysis showed that in both sexes there was no statistically significant correlation between results of maximal oxygen consumption and measures of longitudinal dimensionality, while regression analysis confirmed that there was no statistically significant prediction of maximum oxygen consumption based on measures of longitudinal dimensionality. While the correlation analysis deduced that part of volume measures and body mass and transversal dimensionality have statistically significant correlation only with female respondents with results of maximal oxygen consumption. Regression analysis showed statistically significant prediction of maximal oxygen consumption based on part of volume measures and body mass and transversal dimensionality. It is determined that female respondents with larger volumes of the thigh and lower leg, accordingly with smaller diameters of knee joint and ankle joint most likely will achieve better results in applied test, and therefore higher maximal oxygen consumption.

**Keywords:** LONGITUDINAL DIMENSIONALITY / VOLUME AND MASS OF THE BODY / TRANSVERSAL DIMENSIONALITY / TEST OF MAXIMAL MULTIPLE LOAD / FEEDBACK RUNNING AT 20 METERS.

### INTRODUCTION

One of the maximum capabilities of the organism to transport and use oxygen is the amount of oxygen consumed in some physical work (Živanić, Životić-Vanović, Mijić, & Dragojević, 1999). Other authors state that the maximum oxygen consumption is defined as level of oxygen consumption per minute at which further increases the work load does not lead to a further increase in oxygen consumption. Maxi-

mal oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) is defined, too, as maximum amount of oxygen that a body can consume during intense physical activity, in a time of one minute (Šentija, 2010). On the quantity of maximum oxygen consumption could be affected by various factors, such as aerobic capacity, age and gender. Aerobic capacity is quite genetically determined. In practice, it is recognized that the ratio is approximately 2:1, meaning that the level of aerobic capacity can be



increased at the most for a one third if appropriate training is applied. Gender also determines the level of aerobic capacity, and differences are evidential in early childhood. Therefore six-year boys have higher values of maximum oxygen consumption than girls (Mitić, Ropret, Višnjić, & Radisavljević, 1997). The value of maximal oxygen consumption increases with growth and development and achieves the maximum in a period of 18 to 25 years old. Maximal oxygen consumption is expressed in absolute (l/min, ml/min) and relative measures (ml/kg/min). Realistic results are provided by relative measures, so those were used in this study as well (Živanić et al. 1999). As part of battery of Eurofit tests for assessing physical working capacity of children aged 5 to 19 years, in the countries of the European Union, as a test for the assessment of endurance it is used the test of maximal multiple load of feedback running at 20 meters, by authors Leger & Lambert 1982. This test represents one of optimal tests to estimate durability. Its practicality is reflected in the fact that it can be implemented in a small space and on a relatively large sample of respondents at the same time. The greatest value of this test is that it eliminates wrong assessment of tempo selection and running speed at respondents, as the tempo of its performance is dictated and gradually increases. Range of morphology was analyzed with longitudinal, transversal dimensionalities and with range of volume and body mass. Several authors dealt with the definition of morphological characteristics. Under the morphological characteristics of the anthropological status of the man most often it is considered a certain system of basic anthropometric latent dimensions (Malacko, 1991). Also, morphological characteristics of anthropological state of man are usually implied processes of growth and human ontogenetic development (Malacko, & Rađo, 2004). Based on previous researches, four main the most often identified factors are: a longitudinal dimensionality of the skeleton, transversal dimensionality of the skeleton, the mass and volume of the body and subcutaneous adipose tissue (Malacko, 1991). In a study of Mikić, Biberović, & Mačković (2001) are pointing out that height of the body during the period of junior school age up to 8 years keeps previous growth tempo, while after 9 years old growth tempo slows down considerably. For bone growth in width transversal dimensionality of the skeleton factor is responsible. The factor which is often called factor of circular

dimensionality of the body, and which is responsible for the total mass and volumes of body, presents the factor of mass and volume of the body. It showed that it has the highest correlation with motor skills and is considered to be one of the most important factors in morphological range (Malacko, 1991). Body mass is associated with the impact of other factors that affect physical development in general, but the most is dictated by nutrition itself. Systematic physical exercise in children with an average body mass, with the optimal nutrition, leads to an easy weight gain, where this increase goes for multiplication of active tissues, especially muscle. According to Herlok, older preschoolers are featuring stepwise increase in muscle mass and that increase is 75% of muscle weight, according to (Stanković, 2007). Information about the structure of morphological characteristics is very important in terms of their transformation. Morphological characteristics are influenced by genetic and environmental factors. The influence of genetic factors is not the same for all latent morphological dimensions. Innateness coefficient for dimensionality of skeleton is approximately 0.98, 0.90 volume of the body, a fat tissue 0.50 (Malacko, 1991). Therefore, the greatest transformation under the influence of exogenous factors is possible for adipose fat tissue, then body volume, and it is almost negligible with dimensionality of the skeleton (Malacko, 1991). With regard to treated problem of this scientific paper, the aim is analysis of relations between morphological characteristics and maximal oxygen consumption of fourth grade pupils in primary school in relation to gender. The research problem of this study regarded to relations of morphological characteristics and maximal oxygen consumption of fourth grade primary school pupils in relation to gender. In relation to the aim and research problem, there were set and analyzed certain assumptions, which were related to whether the morphological measures have a correlation and prediction for value of maximal oxygen consumption.

## METHOD

### The sample of respondents

The study was conducted on a sample of 71 children of age fourth grade primary school, respectively 9 years +/- 6 months, on 37 male and 34 female re-

spondents. Respondents were involved in some form of physical activity, in various schools of sport. The pupils participated in this study voluntarily and had full consent of parents and teachers of physical education.

### The sample of variables

The variables in this study were divided on the criterion and predictor:

Criterion variables were evaluated morphological status of respondents in relation to gender:

- a) The gender of respondents,
- b) Longitudinal dimension: body height (BH), leg length (LEGLEN), the length of the upper leg (LENUPPLE), the length of the lower leg (LENLOWLEG), foot length (FOOTLENG),
- c) The volume and mass of the body: body weight (BW), the volume of the upper leg (VOLUPPLE), the volume of the lower leg (VOLULOWLE), the volume of the breast (VOLUBREA),
- d) Transversal dimension: diameter of the knee joint (DIAMKNEEJO), diameter of the hock (DIAMHOCK), the width of the foot (WIDTFOOT), (Metikoš, Prot, Hofman, Pintar, & Oreb 1989).

The predictor variables were evaluated maximum consumption of oxygen: a test for the assessment of maximal oxygen consumption (20-MOC), tested run distance (RUNDISTA), running speed in the test (RUNNSPE). (Leger & Lambert, 1982).

Techniques and conditions of measurement of morphological characteristics were conducted in accordance with the International Biological Program (IBP). Measurement of anthropometric characteristics was carried out in a sports hall in the afternoon. Respondents were in the sporting goods. There are used the standard anthropometric instruments, calibrated before each measurement. Before measurement, anthropometric levels and points were determined and marked precisely. For realization of this program are used the following instruments: anthropometer by Martin, sliding caliper and a metal measuring tape. Maximum oxygen consumption was measured by indirect method, using a field test of the maximum of multiple loads in feedback running at 20 meters. The tests used for the evaluation of durability, like the basic motor skills, are almost always be an integral part of the group of tests which is used to

assess general and specific working capacity. For endurance estimates in a larger number of respondents, the practice has shown that it is the best to use selected field test. This test was used in this study according to the protocol of test that gave Leger and Lambert (Leger & Lambert, 1982). The test is performed so that the respondents are running between two lines at a distance of 20 meters to the pace dictated by the signal. At each beep the subject must be with both feet on over the line. The aim of the test is that the respondents run off as many as possible shares. The initial velocity is 8.5 km/h (20 m by 9 seconds) and corresponding light running after a certain time tempo increases to 0.5 km/h. The test is terminated when subject is no longer able to follow the default tempo, or when three times in a row does not arrive at the line at the beep. Audible signal announces any change in speed (level). Each level contains a certain number of shares. Monitoring of running shares is made on the sheet with the specified levels and the number of shares in each level. Before starting the test were explained to respondents bearing in mind their age. Assessing the relative maximal oxygen uptake was performed using the calculator estimate that was used on the official web site.

The reason that applied this test to measure endurance, is that the results of this test in previous research showed a high level of correlation when are compared with the results obtained using laboratory test:  $r=0.76$  (Leger & Lambert, 1982),  $r=0.68$  for boys,  $r=0.69$  for girls, and  $r=0.76$  for both genders combined (Van Mechelen, Hlobil, & Kemper, 1986),  $r=0.87$  (Boreham, Paliczka, & Nicholos, 1990),  $r=0.93$  (Naughton, Colley, Kemey, & Smith, 1996) and  $r=0.83$  for boys and  $r=0.76$  for girls (Machoney, 1992), which indicates on objectivity of test for maximum load of multiple feedback run on 20 meters as the real indicator of aerobic capacity .

### Processing data

Applied descriptive statistics were calculated using the arithmetic mean, variation width, standard deviation, variance, measures skewness asymmetry and kurtosis, Kolmogorov-Smirnov test. Applied is also a correlation analysis that examined the association between achieved results and regression analysis to determine the qualitative correlation, or prediction criteria of the predictor. The process used statistical program SPSS (version 11.0).

## RESULTS

Table 1 shows the descriptive statistics and results of longitudinal, transversal dimensionality, volume and body mass of both genders.

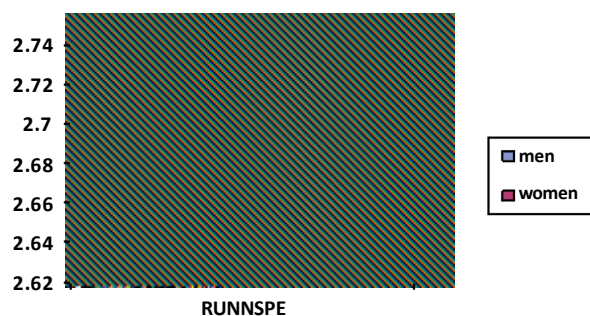
**Table 1.** Descriptive statistics results of longitudinal, transversal dimensionality, volume and body mass of both genders

<b>men</b>	<b>n</b>	<b>l</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>s</b>	<b>KS</b>
<b>BH (cm)</b>	37	23.00	127.00	150.00	137.73	5.79	33.53	0.23
<b>LEGLN (cm)</b>	37	26.00	64.00	90.00	78.02	6.26	39.22	0.96
<b>LENUPPLE (cm)</b>	37	18.00	33.00	51.00	39.88	4.67	21.81	0.73
<b>LENLOWLEG (cm)</b>	37	10.70	31.00	41.70	38.11	2.47	6.09	0.97
<b>FOOTLENG (cm)</b>	37	8.00	17.10	25.10	21.83	1.87	3.05	0.47
<b>DIAMKNEEJO (cm)</b>	37	7.24	5.96	13.20	9.10	1.85	3.45	0.60
<b>DIAMHOCK (cm)</b>	37	5.89	3.91	9.80	7.32	1.68	2.83	0.42
<b>WIDTFOOT (cm)</b>	37	5.99	5.51	11.50	8.09	1.44	2.09	0.84
<b>BW (kg)</b>	37	20.00	26.00	46.00	34.03	4.98	24.84	0.18
<b>VOLUPPLE (cm)</b>	37	11.70	24.30	36.00	28.94	3.16	9.99	0.50
<b>VOLULOWLE (cm)</b>	37	18.70	30.30	49.00	37.69	4.58	21.04	0.96
<b>VOLUBREA (cm)</b>	37	42.60	49.40	92.00	66.57	7.04	49.63	0.07
<b>women</b>	<b>n</b>	<b>l</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>s</b>	<b>KS</b>
<b>BH (cm)</b>	34	35.00	113.00	148.00	135.03	7.61	57.97	0.61
<b>LEGLN (cm)</b>	34	21.00	66.00	87.00	78.87	4.89	23.99	0.10
<b>LENUPPLE (cm)</b>	34	13.00	35.00	48.00	42.16	2.73	7.48	0.60
<b>LENLOWLEG (cm)</b>	34	19.00	24.00	43.00	35.18	5.14	26.43	0.21
<b>FOOTLENG (cm)</b>	34	5.90	19.00	24.90	22.20	1.41	2.00	0.42
<b>DIAMKNEEJO (cm)</b>	34	4.20	6.60	10.80	8.27	1.14	1.30	0.06
<b>DIAMHOCK (cm)</b>	34	4.80	5.00	9.80	6.82	1.47	2.18	0.08
<b>WIDTFOOT (cm)</b>	34	3.50	6.20	9.70	7.65	0.95	0.91	0.07
<b>BW (kg)</b>	34	20.00	19.00	39.00	30.39	4.95	24.58	0.94
<b>VOLUPPLE (cm)</b>	34	10.10	25.00	35.10	29.15	2.53	6.42	0.51
<b>VOLULOWLE (cm)</b>	34	15.00	32.00	47.00	37.63	3.91	15.35	0.55
<b>VOLUBREA (cm)</b>	34	21.90	57.00	78.90	64.47	4.30	18.50	0.59

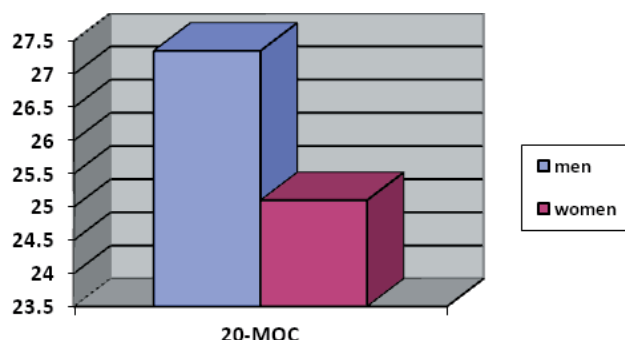
Table 2 shows the descriptive statistics of test results to estimate maximal oxygen uptake (20-MOC).

**Table 2.** Descriptive statistics of test results 20-MOC, RUNDISTA and RUNNSPE

men	n	l	Min	Max	Mean	SD	s	KS
20-MOC (ml/kg/min)	37	17.12	19.99	37.11	27.35	3.73	13.95	0.35
RUNDIST (m)	37	880.00	180.00	1060.00	530.00	188.08	5375.75	0.41
RUNNSPE (m/s)	37	0.69	2.50	3.19	2.74	0.15	0.28	0.05
women	n	l	Min	Maks	Mean	SD	s	KS
20-MOC (ml/kg/min)	34	17.56	19.55	37.11	25.10	4.65	21.65	0.70
RUNDIST (m)	34	900.00	160.00	1060.00	427.03	233.34	4449.25	0.52
RUNNSPE (m/s)	34	0.69	2.50	3.19	2.67	0.18	3.37	0.06



**Chart 1.** Average values of results relative oxygen consumption (ml/kg/min) both genders



**Chart 2.** Average values of results test speed run (m/s) in both genders

The values of KS test of normality appropriate layout of the results. The average time to test (20-MOC) in male respondents was 207.22 seconds, or 3:27:22 minutes, according to the tables corresponding to the approximate oxygen consumption  $VO_{2max}$  of 27.35 ml/kg/min. The female respondents had an average time of 170.60 seconds, or 2:50:60 minutes, according to the same plates approximately corresponds to the current consumption of oxygen from the  $VO_{2max}$  25.10 ml/kg/min. In this way it is proved by many studies that have dealt with maximal oxygen uptake in children depending on the sex of the respondents. To the conclusion is that male respondents aged seven years have higher maximal oxygen consumption  $VO_{2max}$  than female respondents (Mitić, et al., 1997). Gender determines the level of aerobic fitness and differences are apparent in early childhood.

Those six-year boys have higher values of maximum oxygen consumption than girls (Živanić, et al., 1999). Research of Robinson, Astrand, Rodhala, Davies and Anderson showed that boys aged ten years a considerable advantage over the girls in this age of maximum oxygen consumption  $VO_{2max}$  (according to Bijelić, & Simović, 2005). Maximum pulmonary ventilation in minutes in a boy 9 years old is increased by 10 liters compared to girls of the same age (Mikić, & Bjeković, 2001). Also, the results of the tests which evaluated the average distance covered (RUNDISTA) and average running speed (RUNNSPE) that the respondents made when conducting this test is determined based on the table. In all these tests, the average scores were in favor of the male respondents compared to female respondents, and based on this we can conclude that they have achieved better results.

**Table 3.** Correlation between the longitudinal skeleton dimensionality, volume and mass of the body and transversal dimensionality of the skeleton, with the results of tests 20-MOC, RUNDISTA and RUNNSPE

Independed Variables	Cor	Depended Variables					
		men			women		
		20-MOC (ml/kg/min)	RUNDISTA (m)	RUNNSPE (m/s)	20-MOC (ml/kg/min)	RUNDISTA (m)	RUNNSPE (m/s)
BH (cm)	r.	-0.04	-0,04	-0,04	0.07	0,10	0,06
	p.	0.81	0,81	0,79	0.69	0,57	0,71
LEGLLEN (cm)	r.	0.04	0,04	0,07	0.21	0,23	0,15
	p.	0.77	0,79	0,64	0.23	0,17	0,38
LENUPPLE (cm)	r.	-0.01	-0,01	0,03	0.13	0,13	0,01
	p.	0.93	0,93	0,86	0.44	0,44	0,91
LENLOWLEG (cm)	r.	0.12	0,12	0,11	0.23	0,27	0,24
	p.	0.45	0,47	0,49	0.18	0,12	0,16
FOOTLENG (cm)	r.	-0.09	-0,08	-0,06	0.21	0,22	0,14
	p.	0.57	0,60	0,70	0.21	0,19	0,41
BW (kg)	r.	-0.11	-0,10	-0,09	0.19	0,22	0,19
	p.	0.50	0,55	0,55	0.27	0,19	0,26
VOLUPPLE (cm)	r.	-0.08	-0,15	-0,11	0.42	0,56	0,49
	p.	0.60	0,36	0,48	0.01	0,00	0,00
VOLULOWLE (cm)	r.	-0.16	-0,08	-0,09	0.56	0,43	0,30
	p.	0.33	0,63	0,56	0.00	0,01	0,07
VOLUBREA (cm)	r.	-0.30	-0,29	-0,29	0.00	0,03	-0,00
	p.	0.06	0,07	0,07	0.97	0,83	0,99
DIAMKNEEJO (cm)	r.	-0.15	-0,14	-0,15	-0.34	-0,33	-0,30
	p.	0.37	0,39	0,35	0.04	0,06	0,08
DIAMHOCK (cm)	r.	-0.01	-0,01	-0,05	-0.35	-0,32	-0,29
	p.	0.92	0,92	0,72	0.04	0,06	0,08
WIDTFOOT (cm)	r.	-0.08	-0,08	-0,09	-0.29	-0,26	-0,22
	p.	0.62	0,62	0,58	0.08	0,13	0,20

Analyzing the numerical relationship between the results of longitudinal dimensionality of the skeleton and the results of tests for the assessment of maximal oxygen uptake, in a tested run distance and running speed in the test, it was found that there was no statistically significant correlation with all measures in both genders. However, although this study did not show that the longitudinal dimension affect the results of tests for the assessment of maximal oxygen uptake, some previous studies have reached certain results

related to this issue. The influence of the anthropometric characteristics of the conditional parameters is investigated at football players (Wong, Chamari, Dellal, & Wislöff, 2009). The authors have shown that there is a statistically significant correlation between body height and the results of the test 20-MOC ( $r=0.26$ ) and body height and  $VO_{2max}$  ( $r=0.35$ ). When is analyzed numerical correlation between measures of volume and mass of the body, and the results of tests for the assessment of maximal oxygen uptake,



in a tested run distance and running speed in the test, is showed a statistically significant correlation between morphological measures the volume of the thigh (VOLULOWLE) with test scores (20-MOC), (RUNDISTA) and (RUNNSPE), and measure the volume of the lower leg (VOLUBREA) with test scores (20-MOC), (RUNDISTA) in female respondents. Measures transversal dimensionality of the skeleton diameter of the knee joint (DIAMKNEEJO) and the

diameter of the hock (DIAMHOCK) in female subjects showed a statistically significant correlation with the test results (20-MOC). At male respondents has not been established any numerical correlation.

Table 4 shows the inter-correlation between the results of the test for the assessment of maximal oxygen consumption (20-MOC) results in the lengths of run distance test (RUNDISTA) and running speed in the test (RUNNSPE).

**Table 4.** Intercorrelation test results 20-MOC, RUNDISTA and RUNNSPE

	Cor.	men			women		
		20-MOC (ml/kg/min)	RUNDISTA (m)	RUNNSPE (m/s)	20-MOC (ml/kg/min)	RUNDISTA (m)	RUNNSPE (m/s)
20-MOC (ml/kg/min)	r.	1.00	0.99	0.82	1.00	0.99	0.95
	p.	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00

Observed a high level of correlation coefficients suggests or allows the assumption of high levels of concordance of results of regression analysis of predictors of criteria in the current space.

In Tables 5, 6 and 7 the results of the regression analysis that examined the qualitative correlation between the criterion and predictor variables and based on that determined the prediction criteria of the predictors.

**Table 5.** Predicting the results of tests 20-MOC, RUNDISTA and RUNNSPE based on measures of longitudinal dimensionality of the skeleton

Independended Variables	men				women			
	20-MOC (ml/kg/min)				20-MOC (ml/kg/min)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
BH (cm)	-0,17	-0,22	-0,64	0,52	-0,27	-0,56	-1,58	0,12
LEGLLEN (cm)	1,30	1,75	0,76	0,44	0,17	0,23	0,30	0,76
LENUPPLE (cm)	-1,30	-1,31	-0,72	0,47	0,10	0,07	0,17	0,86
LENLOWLEG (cm)	-0,56	-0,29	-0,34	0,73	0,26	0,36	0,69	0,49
FOOTLENG (cm)	-0,25	-0,10	-0,37	0,70	0,60	0,22	1,03	0,31
Independended Variables	RUNNSPE (m/s)				RUNNSPE (m/s)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
BH (cm)	-0,00	-0,28	-0,82	0,41	-0,00	-0,40	-1,12	0,27
LEGLLEN (cm)	0,05	1,86	0,81	0,42	0,00	0,06	0,08	0,93
LENUPPLE (cm)	-0,05	-1,33	-0,73	0,46	0,00	0,01	0,03	0,97
LENLOWLEG (cm)	-0,02	-0,35	-0,40	0,69	0,01	0,43	0,81	0,42
FOOTLENG (cm)	-0,00	-0,06	-0,23	0,81	0,01	0,15	0,67	0,50
Independended Variables	RUNDISTA (m)				RUNDISTA (m)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
BH (cm)	-8,79	-0,21	-0,64	0,52	-13,38	-0,54	-1,53	0,13
LEGLLEN (cm)	66,14	1,77	0,77	0,44	8,13	0,21	0,28	0,78
LENUPPLE (cm)	-66,99	-1,34	-0,73	0,46	4,92	0,07	0,16	0,87
LENLOWLEG (cm)	-30,22	-0,32	-0,36	0,71	14,72	0,40	0,78	0,44
FOOTLENG (cm)	-10,43	-0,08	-0,31	0,75	29,96	0,22	1,02	0,31

**Table 6.** Predicting the results of tests 20-MOC, RUNDISTA and RUNNSPE based on measures of volume and body mass

Independed Variables	men				women			
	20-MOC (ml/kg/min)				20-MOC (ml/kg/min)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
BW (kg)	0,17	0,19	0,59	0,55	0,17	0,23	1,04	0,30
VOLUPPLE (cm)	-0,07	-0,07	-0,26	0,79	0,53	0,56	3,83	0,00
VOLULOWLE (cm)	0,18	0,12	0,45	0,64	0,63	0,43	2,67	0,01
VOLUBREA (cm)	-0,31	-0,47	-1,87	0,07	-0,31	-0,47	-1,87	0,07
Independed Variables	RUNNSPE (m/s)				RUNNSPE (m/s)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
	BW (kg)	0,00	0,19	0,61	0,54	0,01	0,36	1,52
VOLUPPLE (cm)	0,00	0,03	0,13	0,89	0,18	0,46	2,49	0,01
VOLULOWLE (cm)	0,00	0,04	0,16	0,87	-0,00	0,00	0,00	0,99
VOLUBREA (cm)	-0,01	-0,49	-1,94	0,06	-0,01	-0,38	-1,76	0,08
Independed Variables	RUNDISTA (m)				RUNDISTA (m)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
	BW (kg)	9,67	0,20	0,64	0,52	10,44	0,27	1,22
VOLUPPLE (cm)	-3,76	-0,07	-0,26	0,79	22,26	0,46	2,64	0,01
VOLULOWLE (cm)	8,86	0,12	0,43	0,67	32,06	0,43	2,71	0,01
VOLUBREA (cm)	-15,67	-0,47	-1,85	0,07	-16,82	-0,385	-1,90	0,06

**Table 7.** Predicting the results of tests 20-MOC, RUNDISTA and RUNNSPE based measures transversal dimensionality of the skeleton

Independed Variables	men				women			
	20-MOC (ml/kg/min)				20-MOC (ml/kg/min)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
DIAMKNEEJO (cm)	-1,97	-0,79	-1,43	0,16	-0,37	-0,15	-0,89	0,04
DIAMHOCK (cm)	0,66	0,24	0,75	0,45	-0,88	-0,35	-2,12	0,04
WIDTFOOT (cm)	1,49	0,46	0,78	0,43	1,29	0,33	0,67	0,50
Independed Variables	RUNNSPE (m/s)				RUNNSPE (m/s)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
	DIAMKNEEJO (cm)	-0,07	-0,75	-1,35	0,18	-0,06	-0,49	-1,03
DIAMHOCK (cm)	0,01	0,10	0,34	0,73	-0,03	-0,35	-0,86	0,39
WIDTFOOT (cm)	0,06	0,53	0,89	0,37	0,08	0,55	1,10	0,27
Independed Variables	RUNDISTA (m)				RUNDISTA (m)			
	B	Beta	T	p.	B	Beta	T	p.
	DIAMKNEEJO (cm)	-94,66	-0,75	-1,36	0,18	-61,46	-0,37	-0,78
DIAMHOCK (cm)	31,62	0,22	0,71	0,47	-41,28	-0,32	-0,78	0,44
WIDTFOOT (cm)	71,17	0,44	0,74	0,46	73,25	0,37	0,74	0,46

## DISCUSSION

The results in Table 5 showed that there is no significant qualitative correlation between predictor and criterion variables, resulting in the inability to predict the results of maximal oxygen consumption based on the measurement of longitudinal dimensionality of the skeleton. On the basis of analysis of the results, the assumption of the object and the problem of work, which is expected statistically significant correlation and prediction of maximal oxygen consumption based on the measurement of longitudinal dimensionality of the skeleton, are not fully accepted.

In Table 6 the results of the regression analysis that examined the qualitative correlation between the predictor variables and measures of volume and body mass. The results show that all measures of volume and mass of the body, on the basis of measures the volume of the thigh and lower leg circumference, possible to predict the results of maximal oxygen uptake. Analyzing the impact of scale on the upper leg maximal oxygen uptake, in a tested run distance and running speed in the test, and also impact the volume of the lower leg to the maximum oxygen consumption and run so the distance to the test in female respondents, it was noted that there is a statistically significant impact of these morphological characteristics. The impact of morphological characteristics on the results of maximum oxygen consumption, running distance and running speed in the test can be associated with the embodiment of this test. Description performing this test mentioned above and it can be assumed that for its successful execution, in addition to a good stamina, which plays a major role in maximal oxygen consumption, and the need to own a good running speed, coordination and rhythm of movement. What is the maximum oxygen consumption, which is estimated by this test is directly related to the length of the tested run distance and running speed in the test, so it can be assumed that respondents with higher volumes of lower extremities can achieve greater distance and running speed, and therefore the higher maximum oxygen consumption. The impact of large-scale upper leg and lower leg in running speed was analyzed by Tončev (2000) and he concluded that it is necessary to develop the muscles of the lower extremities, which have three basic functions while running. The functions of the muscles of

the lower extremities are reflected in initiating, supporting and dynamic balance. The importance of strengthening the muscles of the lower extremities is most prevalent in the stiffness of the connection between the pelvis and trunk. This rigid connection is important in determining the efficiency of pressure which passes through the leg at the moment of contact with the ground. This pressure can be transferred to various parts of the pelvis-trunk system, which should be avoided because it may lead to unnecessary wastage of potential energy in parts of the body where it is not needed. When training for muscle development must take into account the use of muscle to hind leg moved forward and to fix it in the position of running. By analyzing the biomechanics of an open kinetic chain of the lower extremity, it was evident that, as the lower leg to the long arm of gravity higher, which causes greater force flexor muscles of the knee joint. This leads to a greater speed of movement of the lower leg, and hence a greater speed, so many times how many times faster leg is greater than the gravity force arm muscle, and the number of times greater than the force of the muscle force of gravity. Here are concludes that as the force flexor muscles of the lower leg (*quadriceps femoris*) is greater, will be higher and the speed of movement of the lower leg (Mikić, & Bjeković, 2004). If more force flexor muscles (*quadriceps femoris*) of lower leg, it can be assumed that the greater the volume of the thigh, which justifies the results obtained in this study. A more detailed analysis can be assumed that respondents with larger volume of the thigh and lower leg can achieve better results in tests of maximal oxygen uptake, tested run distance and running speed in the test. This statement can be confirmed based on the results in Table 6. which shows that if the volume of the thigh increased by 1 centimeter in female respondents, can be expected to run greater distances to 22.26 m and increase the running speed of 0.18 m/s resulting in an increase in maximal oxygen uptake of 0.53 ml/min/kg. While, if the volume of the lower leg increases by 1 centimeter, can be expected to run a greater distance to 32.06 m, which will also result in an increase in maximal oxygen consumption of 0.63 ml/min/kg. Confirmation of this hypothesis regression analysis is associated with the obtained inter-correlation results shown in Table 4. On the basis of analysis of the results, the assumption of the object and the problem of work, which is expected statistically significant correlation and pre-

diction of maximal oxygen consumption based on the measurement volume and weight of the body is partially accepted. The reason for the partial acceptance is that it is only a measure of volume and body weight showed a statistically significant association, or just based on some measures can make a statistically significant prediction of maximal oxygen uptake.

Criterion variable diameter of the knee joint and ankle joint showed a statistically significant prediction of maximal oxygen uptake (Table 7). Based on the results of the correlation relationship that has a negative sign can be assumed that the respondents in the smaller diameters of the knee joint and ankle joint can run so achieve greater distance and greater running speed in the test. With the realization of greater distance and running speed, will achieve better results in the test (20-MOC), and therefore a higher maximum oxygen consumption. The impact of the measures on the transversal dimensionality of the skeleton running speed was involved in a lot of authors, among them Molnar and Smajić (2008). Correlations they concluded that most of the statistically significant relationship with the specific motor skills have morphological variable diameter hock (DIAMHOCK) and the diameter of the knee joint (DIAMKNEEJO). These two transversal measures of the skeleton are the only statistically significant in the correlation with specific motor skills where the focus is on running speed. In addition to increased speed, which affects the better results in the test (20-MOC), it can be assumed that the respondents express greater coordination also can achieve better results on this test. Correlation measures the transversal dimensionality of the coordination analyzed (Jakovljević, Bijelić, Jovanović, Božić, & Vukić, 2013). They came to the conclusion that the diameter of the hock (DIAMHOCK) and the diameter of the knee joint (DIAMKNEEJO) significantly affect the expression of coordination. The significance of coordination is reflected in the performance test (20-MOC), which was applied in this study. Coordination affects the proper running technique, then the technique of change of direction, which is typical for this test, and rational use of energy throughout the course of the test. It is in any case important for the rational use of energy will allow for greater run so distant, and therefore higher maximum oxygen consumption. Detailed review of the results of the regression analysis, it can be assumed that respondents with lower diameter of

the knee joint and ankle joint to achieve better results in tests of maximal oxygen uptake. This statement can be confirmed based on the results in Table 7 showing that if the diameter of the knee joint and ankle joint „reduce” to 1 centimeter in female subjects, will achieve a higher oxygen consumption for 0.37 or 0.88 ml/min/kg. In addition, confirmation of this assumption of regression analysis is associated with the results of inter-correlations shown in Table 4. On the basis of analysis of the results, the assumption of the object and the problem of work, which is expected statistically significant correlation and prediction of maximal oxygen consumption based on the measurement of the transversal dimensionality of the skeleton, are partially accepted. The reason for the partial acceptance is that it is only part of measures transverse dimensions of skeleton showed a statistically significant association, or just based on some measures can make a statistically significant prediction of maximal oxygen uptake.

## CONCLUSION

Based on the analysis of relations of morphological characteristics of respondents and maximal oxygen consumption in relation to gender, it has been explained in few next conclusions. Measures of longitudinal dimensionality of skeleton in subjects of both genders showed no statistically significant correlation with the results of the test for the assessment of maximal oxygen consumption, tested run distance and running speed in the test. Morphological characteristics of volume and body mass showed positive relations with the results of the test for the assessment of maximal oxygen uptake in a test run, so distance and running speed in the test only in female respondents. A more detailed analysis of the qualitative relationship, or prediction, it can be concluded that respondents with larger volume of the thigh and lower leg can achieve better results in tests of maximal oxygen uptake, running distance in the test and running speed in the test. A positive relation was observed in the transverse correlation of morphological features with the test results to estimate maximal oxygen uptake and was found statistically significant prediction, based on which it can be assumed that female respondents with smaller diameters of the knee joint and

ankle joint can achieve better results on this test. The most important application of the results of this research is in the process of training. Because, based on changes in certain morphological characteristics that

are subject to transformative impact of exogenous factors, may have a positive impact on the increase in maximal oxygen consumption.

## REFERENCE

1. Beep test  $VO_{2max}$  calculator. (20.01.2014.). Topend sport & Science resource. Retrieved (20.01.2014) from <http://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm>
2. Bijelić, S., & Simović, S. (2005). *Trenažna tehnologija u radu sa mladim sportistima* [Training technology in their work with young athletes. In Serbian]. Banja Luka: Sekretarijat za sport i omladinu u Vladi Republike Srpske.
3. Boreham, C.A., Paliczka, V.J. & Nicholas, A.K. (1990). A comparison of the PWC 170 and 20-MST test of aerobic fitness in adolescent schoolchildren. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30(1), 19–23.
4. Jakovljević, V., Bijelić, S., Jovanović, S., Božić, I., & Vukić, Ž. (2013). Relationship between morphological characteristics and impact of coordination and explosive strength of students 12 years old. In *Proceedings of Scientific Conference FIS COMMUNICATIONS 2013 in Physical Education, sport and recreation and I International Scientific Conference*, (pp. 234–246). Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
5. Leger, A.L., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20m shuttle run test to predict  $VO_{2max}$ . *European Journal of Applied Physiology*, 49, 1–5.
6. Machoney, C. (1992). 20-MST and PWC 170 validity in non-Caucasian children in the UK. *British Journal of Sports Medicine*, 26(1), 45–47.
7. Malacko, J. (1991). *Osnove sportskog treninga* [Fundamentals of sports training. In Serbian]. Novi Sad: SIA.
8. Malacko, J., & Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga* [Technology of sport and sports training. In Serbian/Bosnian]. Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
9. Metikoš, D., Prot, F., Hofman, E., Pintar, Ž., & Oreb, G. (1989). *Mjerenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša* [Measurements of fundamental motor dimensions of athletes. In Serbo-Croatian] Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
10. Mikić, B., Biberović, A., & Mačković, S. (2001). *Univerzalna škola sporta* [Universal sports school. In Bosnian]. Tuzla: Filozofski fakultet Univerziteta u Tuzli.
11. Mikić, B., & Bjeković, G. (2004). *Biomehanika sportske lokomocije* [Biomechanics of sports locomotion. In Serbian]. Pale: Fakultet fizičke kulture Pale.
12. Mitić, D., Ropret, R., Višnjić, D., & Radisavljević, D. (1997). Izdržljivost učenika I razreda mjerena testom maksimalnog višestepenog opterećenja povratnim trčanjem na 20-m [Endurance grade students as measured by the maximum test load of multiple feedback running at 20-m. In Serbian]. In *proceedings of The teacher's role in a world that is changing*, (pp. 214–219). Aranđelovac: Univerzitet u Novom Sadu.
13. Molnar, S., & Smajić, M. (2008). Relacije između sistema specifičnih motoričkih varijabli i sistema morfoloških varijabli dečaka u fudbalskoj školi [Relations between the system of specific motor variables and the system of morphological variables of boys in football school. In Serbian]. In *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, (pp. 319–323). Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
14. Naughton, L.M., Cooley, D., Kemey, V., & Smith, S. (1996). A comparison of two different shuttle run test for the estimation of  $VO_{2max}$ . *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), 85–89.



15. Stanković, V. (2007). *Osnove primjenjene kineziologije* [Fundamentals of applied kinesiology. In Serbian]. Leposavić: Univerzitet u Prištini, Fakultet za fizičku kulturu. *European Journal of Applied Physiology*, 55(5), 503–506.
16. Šentija, D. (2010). *Fiziologija sporta* [Physiology of sport. In Croatian]. Zagreb: Kineziološki fakultet Zagreb.
17. Tončev, I. (2000). *Osnove biomehanike sa primenom u atletici* [Fundamentals of biomechanics with use in track and field. In Serbian]. Beograd: Viša škola za sportske trenere.
18. Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H.C. (1986). Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic in children, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204–1210.
19. Wong, P.L., Chamari, K., Dellal, A., & Wislöff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204–1210.
20. Živanić, S., Životić-Vanović, M., Mijić, R., i Dragojević, R. (1999). *Aerobna sposobnost i njena procjena Astrandovim testom opterećenja na bicikl-ergometru* [Aerobic ability and estimation with load test at bicycle ergometer. In Serbian]. Beograd: Udruženje za medicinu Srbije.

## RELATIONENMORPHOLOGISCHER EIGENSCHAFTENUND DES MAXIMALEN SAUERSTOFFVERBRAUCHS VON SCHÜLERN DER VIERTEN GRUNDSCHULKLASSE IN BEZUGAUFDASGESCHLECHT

### Zusammenfassung

Bei 71 Versuchspersonen(37 Jungen und 34 Mädchen) im Alter von 9 Jahren +/- 6 Monate (vierte Grundschulklasse) wurde eine Einschätzung desZusammenhangsund der Prädiktiondes maximalen Sauerstoffverbrauchs auf Grund der Maße des morphologischen Raumes durchgeführt. Der maximale Sauerstoffverbrauch wurde mit einer indirekten Methode gemessen – mit Hilfe eines Geländetests der maximalen mehrstufigen Belastungbei 20-Meter-Umkehrlauf. Der morphologische Raum wurde auf Grund von 5 Maßen longitudinaler Dimensionalität, 4 Maßen von Voluminosität und Körpermasse und 3 Maßen transversaler Dimensionalität analysiert. Ergebnisse der Korrelationsanalyse haben gezeigt, dass bei beiden Geschlechtern kein statistisch relevanterZusammenhangzwischen denErgebnissen des maximalen Sauerstoffverbrauchs und der Maße longitudinaler Dimensionalität existiert, während die Regressionsanalyse bestätigt hat, dass es keine statistisch relevantePrädiktiondes maximalen Sauerstoffverbrauchs auf Grund der Maße longitudinaler Dimensionalität gibt. Die Korrelationsanalyse hat gezeigt, dass ein Teil der Maße der Voluminosität und Körpermasse und der transversalen Dimensionalität nur bei Prüfpersonen des weiblichen Geschlechts eine statistisch relevante Verbundenheit mit Ergebnissen desmaximalen Sauerstoffverbrauchs hat. Die Regressionsanalyse hat eine statistisch relevante Prädiktiondes maximalen Sauerstoffverbrauchs auf Grund des Teils der Maße der Voluminosität und Körpermasse und transversaler Dimensionalität gezeigt. Es wurde festgestellt, dass Prüfpersonen des weiblichen Geschlechts mit gleichem Volumen desOber- und Unterschenkels bzw. mit geringeren Durchmesserndes Knie- und Sprunggelenks bessere Ergebnisse beim angewendeten Test und somit auch einen größeren maximalen Sauerstoffverbrauch erreichen.

**Schlüsselwörter:** LONGITUDINALE DIMENSIONALITÄT / VOLUMINOSITÄTUND KÖRPERMASSE / TRANSVERSALE DIMENSIONALITÄT / TEST DERMAXIMALEN MEHRSTUFIGEN BELASTUNG / 20-METER-UMKEHRLAUF

Received: 23.01.2014.

Accepted: 25.03.2014.