

УДК 796.012.1:572.087-053.5

DOI 10.5937/fk77-49160

## ФИЗИЧКА СПРЕМНОСТ ДЕЦЕ УЗРАСТА 10 ГОДИНА: ОДНОС ИЗМЕЂУ АНТРОПОМЕТРИЈСКИХ МЕРА И МОТОРИЧКИХ СПОСОБНОСТИ

Драган Бранковић<sup>1</sup>, Владан Пелемиш<sup>1</sup>, Филип Којић<sup>1</sup>, Владимир Живановић<sup>1</sup>,  
Сандра Милановић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Факултет за образовање учитеља и васпитача, Универзитет у Београду, Србија

<sup>2</sup>Факултет педагошких наука, Универзитет у Крагујевцу, Србија

### Сажетак

Циљ овог истраживања био је темељно испитати везе између антропометријских карактеристика и моторичких способности код деце млађег школског узраста. Узорак је обухватио 285 ученика (140 дечака и 145 девојчица, узраста 10 година). Разлике између полова у антропометријским и моторичким варијаблама одређене су независним т-тестом, док је вишеструка линеарна регресија коришћена како би се испитао утицај антропометријских карактеристика на резултате тестова моторичких способности. Девојчице су биле значајно више, са већом седећом висином, дужином ногама и рукама, као и ширим куковима. Девојчице су имале веће вредности телесне масе и дебљине кожних набора, као и боље резултате на тестовима флексибилности, у поређењу са дечацима ( $t=1,384-3,290$ ,  $p<0,05$ ). Насупрот томе, дечаци су показали боље резултате на тестовима за процену координације, брзине, аеробне издржљивости и снаге. Осим варијабли за процену сегментарне брзине и флексибилности, сви моторички тестови показали су мале до велике корелације са антропометријским мерама. Дебљина кожних набора, индекс телесне масе, обим руке, заједно са дужином ногу и дијаметром зглоба, објаснили су 44% варијације експлозивне снаге, док је 32% аеробне издржљивости објашњено обимом ногу, индексом телесне масе и дебљином кожних набора. Ови резултати указују да антропометријске мере имају значајан утицај на неколико моторичких способности, посебно експлозивну снагу и аеробну издржљивост, док се улога антропометрије на флексибилност, сегментарну брзину и координацију чини занемарљивом.

**Кључне речи:** АЕРОБНА ИЗДРЖЉИВОСТ / БРЗИНА / СНАГА / ИНДЕКС ТЕЛЕСНЕ МАСЕ / КОЖНИ НАБОРИ

**Кореспонденција са ауторима:** Драган Бранковић, Е-mail: dragan.brankovic@uf.bg.ac.rs

Драган Бранковић <https://orcid.org/0000-0002-9292-5179>

Владан Пелемиш <https://orcid.org/0000-0003-3461-0491>

Филип Којић <https://orcid.org/0000-0001-6740-3347>

Владимир Живановић <https://orcid.org/0000-0002-2519-7562>

Сандра Милановић <https://orcid.org/0009-0005-6925-1400>

## УВОД

Кретање представља једну од основних људских потреба која одржава живот (Abernethy, Kippers, & Hanrahan, 2013). Физичка активност је основа, не само за здрав и квалитетан начин провођења слободног времена, већ и за биолошку целовитост модерног човека. Физичка активност има позитиван утицај на опште здравствено стање, укључујући и физичко и ментално благостање (Pelemiš et al., 2015). Било која физичка активност детерминише се моторичким (или физичким) способностима и уопште, моторичке способности могу бити дефинисане као генетски детерминисане карактеристике које утичу на перформансе извођења покрета, и претежно се односе на димензије, као што су: координација, флексибилност, брзина и различити показатељи снаге и аеробне издржљивости (Bala & Popović, 2007). Такође, физичка спрема, поред поменутих моторичких способности, укључује и морфолошке карактеристике (антропометријске мере и телесну композицију) (према Medicine, A. C. O. S., 2013). Код деце, физичка спремност представља један од најважнијих здравствених показатеља и требало би је сматрати важним чиниоцем будућег квалитета живота и учешћа у спорту (Battista et al., 2021). Као такав, мониторинг физичке спремности је изузетно важан у физичком васпитању, јер обезбеђује неопходне информације о општем здравственом стању деце.

Међусобна повезаност између морфолошких фактора и физичке спремности код деце је добро документована. Међу многим морфолошким факторима, мерења адипозитета (ВМІ – индекс телесне масе, дебљина набора коже, проценат масти и телесна маса) показала су се као најважнији предиктори ФС код деце (Pillsbury, Oria, & Pate, 2013). Конкретно, ВМІ се показао да негативно утиче на моторичке способности код деце и адолесцената, са кофицијентом корелације који варира од малог до умереног (Pelemiš et al., 2019; Fiori et al., 2020). Већа повезаност примећена је код мерења телесног састава, где дебљина набора коже и/или масноћа могу објаснити скоро 70% варијације у снази, брзини и аеробној издржљивости (França et al., 2022). Такође, позитивна повезаност је пронађена између висине тела, безмасне масе тела (FFM) и различитих тестова за процену брзине, апсолутне и експлозивне снаге (Katsikadelis & Đokić, 2020; Leão et al., 2022; Avcin et al., 2023). Заправо, само флексибилност и равнотежа изгледа да нису „погођени“ морфолошким факторима (D’Hondt, Deforche, De Bourdeaudhuij, & Lenoir, 2009; Katsikadelis & Đokić, 2020).

Иако је веза између поменутих морфолошких мерења и физичке спремности код деце добро документована, постоји мало података о мерењима антропометријских телесних сегмената, као што су мерења дужине тела (дужина ногу, седећа висина итд.) и мерења обима и дијаметара тела (обим ногу, дијаметар чланка, стопала, колена, шаке и др.). Ово је поприлично изненађујуће, ако се узме у обзир да ова мерења (посебно она која утичу на биомеханику карличног појаса и инерциона својства потколенице) значајно одређују карактеристике хода (Šentija, Rakovac, & Vabić, 2012). Штавише, мере дужине, пречника и обима могу бити веома важне за перформансе снаге (Jarić, 2002). Стога је циљ овог истраживања био да се темељно истражи веза између ФС (координације, флексибилности, аеробне издржљивости и различитих типова снаге) и антропометријских карактеристика (укључујући мерења дужине, обима, дијаметара и дебљине кожних набора) код деце млађег школског узраста (10 година). Овај специфичан узраст испитаника је одабран због тога што се млађи школски узраст сматра "златним периодом за физичке способности" (Kurelić et al., 1975); тј. овај период је окарактерисан брзим развојем скоро свих компоненти физичке спремности.

## МЕТОД РАДА

Узорак је обухватио 285 ученика (140 дечака и 145 девојчица, узраста  $10,44 \pm 0,33$  године). Величина овог узорка је била образложена претходним анализама снаге, користећи G-power софтвер са циљном вредношћу корелације ( $r$ ) од 0,3, алфа нивоа од 0,05 и снаге (1- $\beta$ ) од 0,80 (Eng, 2003). Сви учесници су били здрави, без историје мишићно-скелетних повреда или кардиоваскуларних здравствених проблема. Такође, учесници и њихови родитељи су били информисани о експерименталним процедурама и потенцијалним ризицима и потписали су писану информисану сагласност пре учешћа у истраживању. Истраживање је одобрено од стране Институционалне етичке комисије и спроведено у складу с Хелсиншком декларацијом.

Експериментални протокол се састојао од две сесије лабораторијског тестирања; у првој сесији је процењен антропометријски статус, док је у другој сесији процењена физичка спремност. Свака сесија је извршена у јутарњим часовима (8-11 часова), при константној температури у просторији од 20-25°. Сви испитаници су били упознати са моторичким тестовима приликом два виђања која су претходила прикупљању података и саветовани су да избегавају физичку активност и узимање чврсте хране два сата пре тестирања.

Антропометријска процена укључила је уздужне - линеарне, кружне и попречне димензије, као и дебљину кожних набора, према препорукама Вестата (Westat, 1988). Линеарне променљиве су мерене помоћу преносивог антропометра Мартин (Siber-Hegner, Швајцарска), са тачношћу од 0,1 cm, а обухватале су: телесну висину, седећу висину (растојање између површине за седење и врха главе), дужину ногу (растојање од великог трохантера бутне кости доминантне ноге до подлоге.) и дужину руку (растојање између акромиона лопатице и средњег прста). Циркуларне мере, мерене су помоћу нерастегљиве мерне траке Харпенден (Holstein Ltd.), са тачношћу од 0,1 cm, и обухватале су обим надлактице и натколенице. За процену трансверзалних мера (ширина кукова, рамена, зглоба коришћен је цефалометар (GPM Instruments, Швајцарска), са тачношћу од 0,1 cm. Дебљина кожног набора (КН) бицепса, трицепса, подлопатичне области и набора коже абдомена је утврђена коришћењем Харпенденовог калипера за мерење дебљине кожног набора (Harpenden, West Sussex, Велика Британија) према процедурама описаним од стране Естона и Рајлија (Eston & Reilly, 2001). Укратко, испитаници су били у вертикалном положају са опуштеним рукама. За КН бицепса и трицепса, означена тачка је била лоцирана у мезобрахијалној регији, док је за КН стомака тачка била лоцирана 5 cm изнад пупка. За КН подлопатичне области, означена тачка је била лоцирана испод левог угла лопатице. Сва мерења КН су извршена на левој страни тела. Почетна и крајња мерења реализовали су професори физичког васпитања са искуством у раду, у јутарњим часовима (8-10 часова) при константној температури у соби (20-25°C).

Батерија тестова је обухватала укупно осам тестова и организована је према стандардизованом протоколу (Bala & Popović, 2007): за процену сегментарне брзине – тапинг руком (freq); за процену флексибилности тела – претклон у седу (cm); за процену експлозивне снаге - скок удаљ из места (cm); за процену координације тела – одбијање лопте од зида (freq); за процену издржљивости у снази – издржај у згибу (s); за процену снаге горњег дела тела – подизање трупа за 30 секунди (freq); за процену брзине – чунасто трчање 10x5 м. (s); за процену аеробне издржљивости – шатл ран тест (s). Сва тестирања обавили су наставници физичког васпитања. Посебно је посвећена пажња правилном извођењу задатака током целог тестирања.

Шапиرو-Вилков тест је коришћен за тестирање нормалности дистрибуције. Серија независних t-тестова коришћена је како би се утврдиле разлике између полова у тестираним

варијаблама. Пирсонов кофицијент корелације коришћен је како би се испитала веза између моторичких и антропометријских варијабли. Квалитативна тумачења  $r$  кофицијената дефинисана су на следећи начин 0,00–0,09 занемарљива; 0,10–0,29 мала; 0,30–0,49 умерена; 0,50–0,69 велика; 0,70–0,89 врло велика; 0,90–0,99 скоро савршена; 1,00 потпуно савршена, (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009) (0,00–0,09 занемарљива; 0,10–0,29 мала; 0,30–0,49 умерена; 0,50–0,69 велика; 0,70–0,89 врло велика; 0,90–0,99 скоро савршена; 1,00 потпуно савршена). Даље, кофицијенти корелације директно су упоређивани са њиховим интервалима поверења од 95%. Вишеструка регресија примењена је како би се идентификовао најбољи модел, састављен од антропометријских варијабли, за предвиђање резултата сваког моторичког теста. Пре анализе регресије, мултиколинеарност је испитана коришћењем факторске анализе варијансе (ФАВ), и свака варијабла која је имала ФАВ од 10 или већи, искључена је из модела. Статистичка анализа је спроведена коришћењем софтверског пакета IBM SPSS Statistics (верзија 21, SPSS Inc., Chicago, IL, SAD). Сви подаци су представљени средњом вредношћу и стандардном девијацијом, а као статистички значајна детерминанта узета је вредност  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛТАТИ

### Полне разлике у тестираним варијаблама

Као што се и очекивало, постојале су разлике између полова у антропометријским и моторичким варијаблама. У поређењу са дечацама, девојчице су биле више ( $t = 3,290$ ,  $p < 0,01$ ), имале су већу седећу висину ( $t = 3,500$ ,  $p < 0,01$ ), дужину ногу ( $t = 2,994$ ,  $p < 0,01$ ) дужину руку ( $t = 2,754$ ,  $p < 0,01$ ), као и већу ширину кукова ( $t = 3,667$ ,  $p < 0,01$ ). Такође, уочена је већа телесна маса ( $t = 2,150$ ,  $p < 0,01$ ) и дебљина кожних набора ( $t = 1,384 - 2,410$ ,  $p < 0,05$ ), као и бољи резултати на тесту за процену флексибилности код девојчица ( $t = 4,669$ ,  $p < 0,01$ ). Дечаци су показали значајно боље резултате у тестовима скок удаљ из места ( $t = 2,902$ ,  $p < 0,01$ ), одбијање лопте од зида ( $t = 3,378$ ,  $p < 0,01$ ), издржај у згибу ( $t = 3,236$ ,  $p < 0,01$ ), чунасто трчање 10x5 м. ( $t = 4,210$ ,  $p < 0,01$ ) и шатл ран тесту ( $t = 5,298$ ,  $p < 0,01$ ) (табела 1).

Табела 1 Полне разлике у антропометријским и моторичким варијаблама

| Варијабле                        | Дечаци          | Девојчице      | $p$               |
|----------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Телесна висина (cm)              | 141.84 ± 7.01   | 144.75 ± 7.39  | <b>0.001</b>      |
| Телесна маса (kg)                | 35.94 ± 7.76    | 37.93 ± 7.18   | <b>0.033</b>      |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )         | 17.72 ± 2.67    | 18.02 ± 2.65   | 0.363             |
| Седећа висина (cm)               | 74.09 ± 3.82    | 75.73 ± 3.81   | <b>0.001</b>      |
| Дужина ноге (cm)                 | 80.30 ± 4.68    | 82.10 ± 5.06   | <b>0.003</b>      |
| Дужина руке (cm)                 | 58.76 ± 3.38    | 59.90 ± 3.36   | <b>0.006</b>      |
| Ширина рамена (cm)               | 31.44 ± 1.95    | 31.57 ± 1.79   | 0.570             |
| Ширина кукова (cm)               | 23.98 ± 1.82    | 24.76 ± 1.6    | <b>&lt; 0.001</b> |
| Дијаметар ручног зглоба (cm)     | 4.58 ± 0.33     | 4.55 ± 0.32    | 0.494             |
| Обим надлактице (cm)             | 21.04 ± 2.76    | 21.49 ± 2.40   | 0.168             |
| Обим натколенице (cm)            | 29.46 ± 2.92    | 29.98 ± 2.84   | 0.145             |
| Кожни набор бицеп. (mm)          | 7.56 ± 3.32     | 8.56 ± 3.39    | <b>0.017</b>      |
| Кожни набор триц. (mm)           | 13.08 ± 5.00    | 14.33 ± 4.66   | <b>0.038</b>      |
| Поткожно ткиво (BMI) (mm)        | 9.38 ± 5.62     | 11.54 ± 6.93   | <b>0.005</b>      |
| Кожни набор абдом. (mm)          | 13.13 ± 8.54    | 16.86 ± 9.44   | <b>0.001</b>      |
| Тапинг руком (freq)              | 15.56 ± 2.10    | 15.32 ± 1.63   | 0.296             |
| Претклон у седу (cm)             | 16.49 ± 5.70    | 19.90 ± 6.12   | <b>&lt; 0.001</b> |
| Скок удаљ из места (cm)          | 149.70 ± 22.13  | 141.61 ± 23.16 | <b>0.004</b>      |
| Одбијање лопте од зида (freq)    | 13.87 ± 3.69    | 12.40 ± 3.38   | <b>0.001</b>      |
| Подизање трупа за 30 сек. (freq) | 19.53 ± 5.29    | 18.49 ± 5.26   | 0.112             |
| Издржај у згибу(s)               | 20.23 ± 18.02   | 13.62 ± 14.83  | <b>0.001</b>      |
| Чунасто трчање 10x5 м. (s)       | 21.98 ± 1.99    | 22.99 ± 1.91   | <b>&lt; 0.001</b> |
| Шатл ран тест (s)                | 239.80 ± 102.85 | 179.71 ± 78.19 | <b>&lt; 0.001</b> |

**Однос између антропометријских и моторних варијабли**

Осим тестова тапинг руком ( $r = 0,015 - 0,105$ ,  $p \geq 0,088$ ) и претклон у седу ( $r = 0,001 - 0,122$ ,  $p \geq 0,054$ ), сви моторички тестови показали су мале или велике корелације са антропометријским мерама. Конкретно, тест скок удаљ из места показао је најјачу везу са варијаблама за процену дебљине кожних набора ( $r = 0,475 - 0,547$ ,  $p < 0,01$ ), затим ВМІ, обим надлактице и обим потколенице ( $r = 0,254 - 0,450$ ,  $p < 0,01$ ), и дијаметар ручног зглоба ( $r = 0,197 - 0,296$ ,  $p < 0,05$ ). Издржљивост у згибу, подизање трупа за 30 сек., чунасто трчање 10x5 м., и шатл ран тест показали су умерене до велике корелације са мерама дебљине кожног набора ( $r = 0,352 - 0,556$ ,  $p < 0,01$ ), а умерене корелације са ВМІ ( $r = 0,307 - 0,471$ ,  $p < 0,01$ ). Додатно, издржљивост у згибу и шатл ран тест умерено су били повезани са телесном масом и ширином кукова ( $r = 0,343 - 0,435$ ,  $p < 0,01$ ). Обим надлактице и обим натколенице показали су умерену корелацију ( $r = 0,350 - 0,443$ ,  $p < 0,01$ ) са шатл ран тестом и тестом издржљивост у згибу, а слабе ( $r = 0,171 - 0,254$ ,  $p < 0,05$ ) или безначајне са другим моторичким тестовима. Такође, мале корелације ( $r = 0,126 - 0,203$ ,  $p < 0,05$ ) уочене су између теста одбијање лопте од зида са варијаблама за процену дебљине кожних набора, дијаметара скочног зглоба и седећом висином (табеле 2 и 3).

**Табела 2** Однос моторичких тестова и антропометријских мера

| Варијабле                 | Тапинг руком |          | Претклон у седу |          | Скок удаљ из места |              | Одбијање лопте од зида |              |
|---------------------------|--------------|----------|-----------------|----------|--------------------|--------------|------------------------|--------------|
|                           | <i>r</i>     | <i>p</i> | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>           | <i>p</i>     | <i>r</i>               | <i>p</i>     |
| Телесна висина            | -0.034       | 0.578    | -0.048          | 0.439    | 0.076              | 0.216        | 0.141                  | 0.022        |
| Телесна маса              | 0.018        | 0.777    | -0.066          | 0.285    | -0.296             | <b>0.000</b> | 0.017                  | 0.784        |
| ВМІ                       | 0.047        | 0.447    | -0.056          | 0.368    | -0.450             | <b>0.000</b> | -0.068                 | 0.270        |
| Седећа висина             | -0.043       | 0.484    | 0.017           | 0.781    | 0.048              | 0.436        | 0.126                  | <b>0.042</b> |
| Дужина ноге               | -0.078       | 0.205    | -0.064          | 0.299    | 0.130              | <b>0.034</b> | 0.181                  | 0.003        |
| Дужина руке               | 0.006        | 0.920    | -0.026          | 0.672    | 0.120              | 0.051        | 0.138                  | 0.025        |
| Ширина рамена             | -0.035       | 0.572    | 0.001           | 0.998    | 0.075              | 0.222        | 0.129                  | <b>0.037</b> |
| Ширина кукова             | -0.023       | 0.711    | 0.011           | 0.861    | -0.201             | <b>0.001</b> | -0.001                 | 0.983        |
| Дијаметар ручног зглоба   | -0.088       | 0.152    | 0.035           | 0.571    | 0.197              | <b>0.001</b> | 0.203                  | <b>0.001</b> |
| Обим надлактице           | 0.026        | 0.674    | -0.053          | 0.389    | -0.352             | <b>0.000</b> | -0.007                 | 0.905        |
| Обим натколенице          | -0.029       | 0.643    | -0.082          | 0.186    | -0.254             | <b>0.000</b> | -0.004                 | 0.950        |
| Кожни набор над бицепсом  | 0.036        | 0.558    | -0.115          | 0.061    | -0.525             | <b>0.000</b> | -0.173                 | <b>0.005</b> |
| Кожни набор над трицепсом | 0.030        | 0.623    | -0.122          | 0.054    | -0.547             | <b>0.000</b> | -0.196                 | <b>0.001</b> |
| Кожни набор над лопатицом | 0.015        | 0.815    | -0.059          | 0.343    | -0.475             | <b>0.000</b> | -0.078                 | 0.206        |
| Кожни набор абдомена      | 0.105        | 0.088    | -0.081          | 0.191    | -0.522             | <b>0.000</b> | -0.155                 | <b>0.012</b> |

**Табела 3** Однос моторичких тестова и антропометријских мера

| Варијабле               | Подизање трупа за 30 сек. |              | Издржај у згибу |              | Чунасто трчање 10x5 м. |              | Шатл ран тест |              |
|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|
|                         | <i>r</i>                  | <i>p</i>     | <i>r</i>        | <i>p</i>     | <i>r</i>               | <i>p</i>     | <i>r</i>      | <i>p</i>     |
| Телесна висина          | -0.054                    | 0.380        | -0.220          | <b>0.000</b> | -0.019                 | 0.759        | -0.092        | 0.138        |
| Телесна маса            | -0.243                    | <b>0.000</b> | -0.435          | <b>0.000</b> | 0.242                  | <b>0.000</b> | -0.388        | <b>0.000</b> |
| ВМІ                     | -0.307                    | <b>0.000</b> | -0.450          | <b>0.000</b> | 0.343                  | <b>0.000</b> | -0.471        | <b>0.000</b> |
| Седећа висина           | -0.089                    | 0.147        | -0.222          | <b>0.000</b> | 0.017                  | 0.787        | -0.140        | 0.023        |
| Дужина ноге             | -0.014                    | 0.820        | -0.153          | <b>0.013</b> | -0.077                 | 0.215        | -0.009        | 0.888        |
| Дужина руке             | 0.048                     | 0.433        | -0.192          | <b>0.002</b> | -0.072                 | 0.245        | -0.074        | 0.230        |
| Ширина рамена           | -0.052                    | 0.397        | -0.193          | <b>0.002</b> | -0.023                 | 0.707        | 0.113         | 0.066        |
| Ширина кукова           | -0.210                    | <b>0.001</b> | -0.383          | <b>0.000</b> | 0.167                  | <b>0.006</b> | -0.344        | <b>0.000</b> |
| Дијаметар ручног зглоба | 0.055                     | 0.371        | -0.010          | 0.876        | -0.158                 | 0.010        | 0.077         | 0.215        |

|                           |        |              |        |              |       |              |        |              |
|---------------------------|--------|--------------|--------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|
| Обим надлактице           | -0.200 | <b>0.001</b> | -0.409 | <b>0.000</b> | 0.253 | <b>0.000</b> | 0.433  | <b>0.000</b> |
| Обим натколенице          | -0.171 | <b>0.005</b> | -0.382 | <b>0.000</b> | 0.198 | <b>0.000</b> | -0.350 | <b>0.000</b> |
| Кожни набор над бицепсом  | -0.352 | <b>0.000</b> | -0.476 | <b>0.000</b> | 0.418 | <b>0.000</b> | -0.523 | <b>0.000</b> |
| Кожни набор над трицепсом | -0.345 | <b>0.000</b> | -0.487 | <b>0.000</b> | 0.468 | <b>0.000</b> | -0.556 | <b>0.000</b> |
| Кожни набор над лопатицом | -0.341 | <b>0.000</b> | -0.375 | <b>0.000</b> | 0.361 | <b>0.000</b> | -0.418 | <b>0.000</b> |
| Кожни набор абдомена      | -0.405 | <b>0.000</b> | -0.457 | <b>0.000</b> | 0.415 | <b>0.000</b> | -0.485 | <b>0.000</b> |

Из разлога што тестови тапинг руком и претклон у седу нису показали значајне корелације са антропометријским мерама, искључени су из даље анализе регресије. За тест скок удаљ из места, најбољи модел укључивао је шест варијабли: дужину ногу, дијаметар ручног зглоба, обим надлактице, као и кожане наборе бицепса, трицепса и абдомена, који су објаснили око 42% ( $f = 31.256$ ,  $p < 0.001$ ) варијабилности теста скок удаљ из места.

Слика 1а приказује једначину за модел:  $y = 0.76$  дужина ноге +  $8.36$  дијаметар ручног зглоба +  $1.76$  обим надлактице –  $1.23$  кожни набор бицепса –  $1.44$  кожни набор трицепса –  $0.89$  кожни набор абдомена +  $51.16$ .

За тест одбијање лопте од зида, најбољи модел укључивао је две варијабли: дијаметар ручног зглоба и кожни набор трицепса, и објаснио је око 8% ( $f = 12.316$ ,  $p < 0.001$ ) варијабилности моторичког теста.

То је приказано на слици 1b једначином:  $y = 2.44$  дијаметар ручног зглоба –  $0.16$  кожни набор трицепса +  $4.09$ .

За тест подизање трупа за 30 сек., најбољи модел укључивао је три варијабли: обим надлактице, кожни набор бицепса и кожни набор абдомена, који су објаснили око 22% ( $f = 25.651$ ,  $p < 0.001$ ) варијабилности моторичког теста.

Слика 1c приказује једначину:  $y = 0.92$  обим надлактице –  $0.43$  кожни набор бицепса –  $0.31$  кожни набор абдомена +  $7.58$ .

За тест издржљивост у згибу, најбољи модел укључивао је пет варијабли: ВМІ, дужину руке, обим надлактице, као и кожане наборе бицепса и трицепса, који су објаснили око 27% ( $f = 19.105$ ,  $p < 0.001$ ) варијабилности моторичког теста.

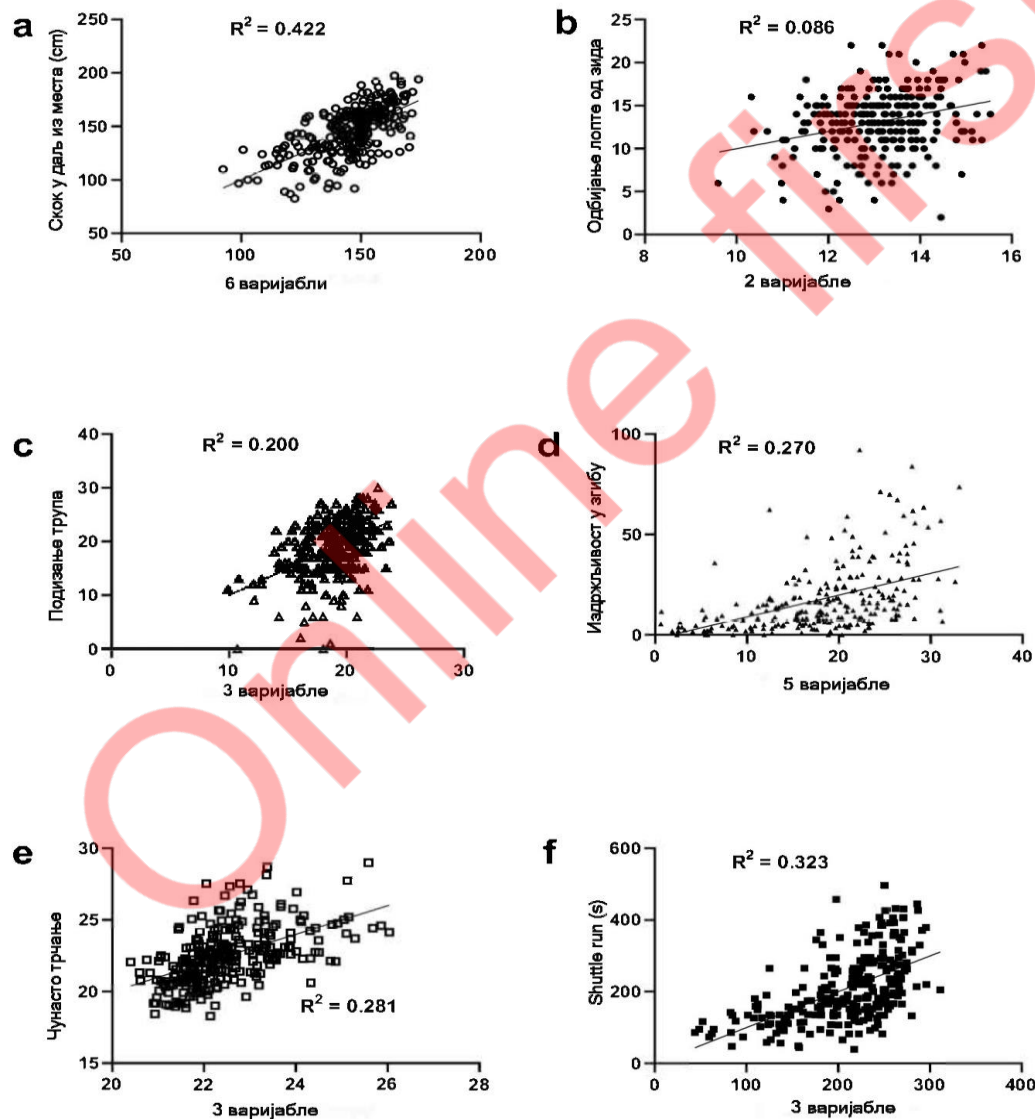
То је такође приказано на слици 1d, једначином:  $y = -2.29$   $bmi$  –  $0.82$  дужина руке +  $2.50$  обим надлактице –  $1.07$  кожни набор бицепса –  $1.20$  кожни набор трицепса +  $78.56$ .

За тест чунасто трчање 10x5 м., најбољи модел укључивао је три варијабли: обим надлактице, као и кожане наборе трицепса и абдомена, који су објаснили око 28% ( $f = 33.788$ ,  $p < 0.001$ ) варијабилности моторичког теста.

Слика 1e приказује једначину:  $y = -0.33$  обим надлактице +  $0.22$  кожни набор трицепса +  $0.07$  кожни набор абдомена +  $25.39$ .

Као последње, за шатл ран тест, најбољи модел укључивао је три варијабли: ВМІ, обим надлактице и кожни набор трицепса, који су објаснили око 32% ( $f = 41.302$ ,  $p < 0.001$ ) варијабилности моторичког теста.

У овом случају слика 1f приказује једначину:  $y = -8.65$   $bmi$  +  $6.28$  обим натколенице –  $9.77$  кожни набор трицепса +  $310.25$ .



**Слика 1** Предикција скока удаљ из места (Слика а), одбијање лопте од зида (Слика б), подизање трупа за 30 сек. (Слика в), издржај у згибу (Слика д), чунасто трчање 10x5 м. (Слика е) и шатл ран тест (Слика ф) тестова на основу антропометријских мера

## ДИСКУСИЈА

Истраживање је спроведено како би се свеобухватно истражиле везе између антропометријских карактеристика и физичке спремности (ФС) код деце узраста 10 година. Главни резултати указују на то да: 1) експлозивна снага доњих екстремитета и аеробна издржљивост у великој мери зависе од антропометријских карактеристика, посебно дебелине кожних набора, ВМІ и мера обима; 2) компоненте ФС, као што су брзина, снага репетитивног типа и снага типа издржљивости имају умерену повезаност са антропометријским карактеристикама; 3) антропометријске карактеристике имају занемарљив утицај на перформансе у моторичким тестовима које зависе од флексибилности, фреквенције покрета и координације.

Добијени резултати су открили да девојчице у доби од 10 година имају већу телесну масу и висину од дечака. Ово је донекле очекивано због различитих образаца сазревања између полова, јер девојчице у поређењу са дечацима достижу врхунац раста за око две године раније (Vandendriessche et al., 2012). С друге стране, иако су неке антропометријске димензије показивале веће вредности, дечаци су остваривали боље резултате у већини моторичких тестова (осим тестова претклон у седу и тапинг руком). На основу овога, чини се да морфологија нуди мало објашњења за разлике између полова у моторичким перформансама, барем код деце од 10 година. Могући разлог за горе наведене разлике у ФС међу половима могу бити неки фактори средине. Конкретно, дечаци се више баве такмичарским (спортским) играма него девојчице и генерално учествују у дуготрајнијим физичким активностима (Ridgers, Stratton, & Fairclough, 2006), што може резултирати да су моторички вештији од девојчица.

Што се тиче односа између антропометрије и компоненти ФС, тренутни резултати показују да утицај телесне грађе има тенденцију да варира у зависности од специфичног моторичког теста. С тим у вези, антропометријске карактеристике имају занемарљив утицај на перформансе у моторичким тестовима којима се процењују флексибилност и фреквенција покрета. Ови налази нису изненађујући, с обзиром на то да флексибилност претежно зависи од крутости тетива (Witvrouw, Mahieu, Roosen, & McNair, 2007), док учесталост покрета зависи од неуронске укључености (Volman, Laroy, & Jongmans, 2006). С друге стране, дебљине кожних набора и дијаметара зглоба могу имати одређену улогу у перформансама моторичке координације, али ова узрочност је прилично тривијална. Ово је у складу са претходним истраживањима (Vandendriessche et al., 2011; Luz et al., 2018) где је координација показала малу, али значајну корелацију са мерама адипозитета (ВМІ, дебљина кожних набора, телесна маса), док се веза између дијаметра ручног зглоба и координације може објаснити биолошком зрелашћу, јер је обим ручног зглоба њен значајан показатељ (Beunen, Rogol, & Malina, 2006).

Од осам прецењиваних компоненти ФС у овој студији, показало се да антропометријске карактеристике највише утичу на експлозивну снагу и аеробну издржљивост. Такође, показало се да антропометријски фактори имају умерен утицај на репетитивну снагу, снажне издржљивости и агилности. Конкретно, дебљина кожног набора и ВМІ су се показали као најјачи предиктори перформанси у скоро свим моторичким тестовима, осим код тестова претклон у седу и тапинг руком. Што се тиче дебљине кожних набора и ВМІ, ово истраживање подржава предходна искуства, да прекомерна телесна масноћа доводи до лошијих перформанси на физичким тестовима који захтевају покретање или подизање телесне масе (D'Hondt et al., 2009). Шта више, резултати показују да телесна масноћа вероватно представља најважнији морфолошки фактор за спортске перформансе. Поред дебљине кожног набора, обим руку и ногу се показао важним предикторима брзине, аеробне издржљивости и свих компоненти снаге. Мере већег обима указују на већу мишићну масу (Cavedon, Milanese, & Zancanaro, 2020), што би требало да буде од користи за снагу и перформансе трчања (Suchomel, Nimphius, & Stone, 2016). Из те перспективе, резултати овог истраживања су у сагласности са претходним студијама које су успоставиле узрочно-последичну везу између мишићне масе и перформанси на моторичким тестовима за процену снаге, аеробне издржљивости и брзине (Esco et al., 2018; Vaara et al., 2012).

За перформансе теста скока удаљ из места, поред мера кожних набора и обима, мултиваријантни модел је укључивао дужину ногу и дијаметар зглоба и објаснио око 44% варијансе теста. Раније се показало да је дужина ногу варијабла од велике важности



за експлозивну снагу доњег дела тела (Benefice & Malina, 1996), с обзиром на то да на одскок и дужину доскока из места, највише утиче дужина ногу (Wakai & Linthorne, 2005). С друге стране, за тестове подизање трупа за 30 секунди, и издржај у згибу, модел који најбоље одговара објаснио је око 22-27% варијансе. Ови резултати указују на то да, на различите компоненте снаге (репетитивна, експлозивна снага, издржљивост у снази), највише утиче морфолошки статус. Занимљиво је да је за тест издржљивост у згибу, варијабла дужина руке показала инверзну корелацију. Претпоставља се да учесници који имају веће дужине екстремитета, имају већи моменат отпора (Vigotsky et al., 2019), тако да дужи горњи удови могу бити недостатак за перформансе снаге и издржљивости горњег дела тела.

### **Предност и недостаци истраживања**

Главна предност ове студије је у томе да је применом свеобухватног приступа, укључујући различите антропометријске и моторичке варијабле, утврђен однос између морфолошких карактеристика и ФС код деце млађег школског узраста. Поред тога, величина узорка је била прилично велика и довољно репрезентативна за процену физичке спремности деце од 10 година. Ипак, ова студија није без ограничења. Прво ограничење се односи на шатл ран тест, који, иако је валидан алат за приступ аеробним перформансама, није директан метод за одређивање аеробног капацитета (Armstrong et al., 2011). Друго, користили смо само један тест за процену координације; координација је вишедимензионални концепт и постоје различите врсте координације (тј. координација у ритму, перформансе брзине у сложеним моторичким задацима, итд.) (Vandendriessche et al., 2012). На крају, треће ограничење студије се огледа у томе што није израчуната биолошка старост на садашњем узорку.

### **ЗАКЉУЧАК**

На основу добијених резултата можемо рећи да девојчице од 10 година имају већу телесну масу, већу висину и боље резултате на тестовима флексибилности у поређењу са својим вршњацима. С друге стране, дечаци су показали боље резултате на моторичким тестовима за процену координације, снаге, брзине и аеробне издржљивости. Антропометријски фактори су важни за снагу, брзину и аеробну издржљивост, а с друге стране, нису повезани са флексибилношћу, фреквенцијом покрета и координацијом. Нарочито, чини се да су мања дебљина кожног набора и веће мере обима натколенице и надлактице корисни за перформансе у моторичким тестовима за процену експлозивне снаге и аеробне издржљивости.

**Признања:** Овај рад је настао у оквиру пројекта „Концепти и стратегије за обезбеђивање базичног образовања и васпитања“ (179020), који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Avcin, P. P.-F., Cossio-Bolaños, M., Urra-Albornoz, C., Alvear-Vasquez, F., Lazari, E., Urzua-Alul, L., & Gomez-Campos, R. (2023). Fat-free mass and maturity status are determinants of physical fitness performance in schoolchildren and adolescents. *Jornal de Pediatria*, 99, 38-44.
2. Bala, G., & Popovic, B. (2007). Motor skills of preschool children. In: G. Bala (Ed.), *Anthropological characteristics and abilities of preschool children* (pp. 101-151). Novi Sad: Faculty of Sport and Physical Education, University of Novi Sad.

3. Battista, R. A., Bouldin, E. D., Pfeiffer, K. A., Pacewicz, C. E., Siegel, S. R., Martin, E. M., & Seefeldt, V. (2021). Childhood physical fitness and performance as predictors of high school sport participation. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 25(1), 43-52.
4. Benefice, E., & Malina, R. (1996). Body size, body composition and motor performances of mild-to-moderately undernourished Senegalese children. *Annals of human biology*, 23(4), 307-321.
5. Beunen, G. P., Rogol, A. D., & Malina, R. M. (2006). Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. *Food and nutrition bulletin*, 27(4\_suppl5), 244-256.
6. Cavedon, V., Milanese, C., & Zancanaro, C. (2020). Are body circumferences able to predict strength, muscle mass and bone characteristics in obesity? A preliminary study in women. *International Journal of Medical Sciences*, 17(7), 881.
7. D'Hondt, E., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2009). Relationship between motor skill and body mass index in 5-to 10-year-old children. *Adapted physical activity quarterly*, 26(1), 21-37.
8. Eng, J. (2003). Sample size estimation: how many individuals should be studied? *Radiology*, 227(2), 309-313.
9. Esco, M. R., Fedewa, M. V., Cicone, Z. S., Sinelnikov, O. A., Sekulic, D., & Holmes, C. J. (2018). Field-based performance tests are related to body fat percentage and fat-free mass, but not body mass index, in youth soccer players. *Sports*, 6(4), 105.
10. Eston, R. G., & Reilly, T. (2001). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual*. London: Routledge.
11. Fiori, F., Bravo, G., Parpinel, M., Messina, G., Malavolta, R., & Lazzer, S. (2020). Relationship between body mass index and physical fitness in Italian prepubertal schoolchildren. *PLoS One*, 15(5), e0233362.
12. França, C., Gouveia, É., Caldeira, R., Marques, A., Martins, J., Lopes, H., & Ihle, A. (2022). Speed and agility predictors among adolescent male football players. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2856.
13. Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3.
14. Jarić, S. (2002). Muscle strength testing: use of normalisation for body size. *Sports medicine*, 32, 615-631.
15. Katsikadelis, M., & Đokić, Z. (2020). Growth-related changes in anthropometry and physical fitness in girls aged 10-13 years. *Tims Acta*, 14(1), 17-29-17-29.
16. Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., & Viskiće-Štaleb, N. (1975).: *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje Univerziteta u Beogradu.
17. Leão, C., Silva, A. F., Badicu, G., Clemente, F. M., Carvutto, R., Greco, G., & Fischetti, F. (2022). Body composition interactions with physical fitness: A cross-sectional study in youth soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3598.
18. Medicine, A. C. O. S. (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Indiana: Lippincott Williams & Wilkins.
19. Pelemiš, V., Macura, M., Andevski-Krivokuća, N., Ujsasi, D., Pelemiš, M., i Lalić, S. (2015). Influence of aerobic training on the biochemical and physical parameters of obese women. *Facta universitatis series: Physical Education and Sport*, 13(2), 217-228.
20. Pelemiš, V., Ujsasi, D., Srdić, V., Džinović, D., i Pavlović, S. (2019). Analysis of the motor status of younger school age children in relation to their nutritional status. *Facta universitatis series: Physical Education and Sport*, 17(1), 111-124.
21. Pillsbury, L., Oria, M., & Pate, R. (2013). *Fitness measures and health outcomes in youth*. Committee on Fitness Measures and Health Outcomes in Youth; Food and Nutrition Board; Institute of Medicine. Washington: National Academies Press.
22. Ridgers, N. D., Stratton, G., & Fairclough, S. J. (2006). Physical activity levels of children during school playtime. *Sports medicine*, 36, 359-371.
23. Šentija, D., Rakovac, M., & Babić, V. (2012). Anthropometric characteristics and gait transition speed in human locomotion. *Human movement science*, 31(3), 672-682.
24. Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46, 1419-1449.
25. Vaara, J. P., Kyröläinen, H., Niemi, J., Ohrankämmen, O., Häkkinen, A., Kocay, S. & Häkkinen, K. (2012). Associations of maximal strength and muscular endurance test scores

- with cardiorespiratory fitness and body composition. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2078-2086.
26. Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatric exercise science*, 23(4), 504-520.
  27. Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. F., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M. & Philippaerts, R. M. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric exercise science*, 24(1), 113-128.
  28. Vigotsky, A. D., Bryanton, M. A., Nuckols, G., Beardsley, C., Contreras, B., Evans, J. & Schoenfeld, B. J. (2019). Biomechanical, anthropometric, and psychological determinants of barbell back squat strength. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, S26-S35.
  29. Volman, M., Laroy, M., & Jongmans, M. (2006). Rhythmic coordination of hand and foot in children with Developmental Coordination Disorder. *Children*, 32(6), 693-702.
  30. Wakai, M., & Linthorne, N. P. (2005). Optimum take-off angle in the standing long jump. *Human movement science*, 24(1), 81-96.
  31. Westat, I. (1988). *National health and nutrition examination survey III: body measurements (anthropometry)*. Rockville, MD: Westat: Inc.
  32. Witvrouw, E., Mahieu, N., Roosen, P., & McNair, P. (2007). The role of stretching in tendon injuries. *British journal of sports medicine*, 41(4), 224-226.

Online first