



УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ – КОСОВСКА МИТРОВИЦА
ФАКУЛТЕТ ЗА СПОРТ И ФИЗИЧКО ВАСПИТАЊЕ

Милица Филиповић

**Релације морфолошких карактеристика,
базичне и специјалне моторике код
ученика и ученица различитих узрасних
категорија**

Докторска дисертација

Лепосавић, 2020.



UNIVERSITY OF PRISTINA-KOSOVSKA MITROVICA
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Milica Filipović

**RELATIONS BETWEEN MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS, BASIC AND SPECIFIC MOTOR
SKILLS IN CHILDREN OF DIFFERENT AGE GROUPS**

Doctoral Dissertation

Leposavić, 2020.

Ментор:

Проф. др Верољуб Станковић, редовни професор, Факултет за спорт и физичко васпитање, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици;

Чланови комисије:

Проф. др Милан Чох, редовни професор, ужа научна област Спорт и спортски тренинг, Факултет за спорт, универзитета у Љубљани, коментор;

Проф. др Топлица Стојановић, редовни професор, ужа научна област Методика и технологија у физичком васпитању и спорту, Факултет за спорт и физичко васпитање, Лепосавић, Универзитет у Приштини, председник комисије;

Проф. др Милован Братић, редовни професор, ужа научна област Теорија и технологија у физичком васпитању и спорту, Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, члан комисије;

Проф. др Раде Стефановић, редовни професор, ужа научна област Спорт и спортске игре, Факултет за спорт и физичко васпитање, Лепосавић, Универзитет у Приштини, члан комисије.

САЖЕТАК

Предмет истраживања рада су биле релације и утицаји морфолошких карактеристика, базичних моторичких способности и специјалне моторике код ученика и ученица различитих узрастних категорија који тренирају атлетику. Према постављеним циљевима истраживања на узорку од укупно 281 испитаника подељених у субгрупе по узрасту (u10, u12, u14 и u16), тестиран је сет изабраних варијабли у оба пола. Предикторски систем чиниле су следеће морфолошке карактеристике: телесна тежина, телесна висина, дужина ноге, ширина рамена (биакромијални распон), ширина карлице (бикристално растојање) ширина кукова (битрохантеријални распон), обим подколенице, обим надколенице, дијаметар колена (бикондиларна ширина бедрене кости), дијаметар скочног зглоба, кожни набор на трбуху, затим кожни набор натколенице, кожни набор подколенице и седећа висина. Тестиране моторичке способности предикторског система обухватале су: скок у даљ из места, троскок, тапинг руком, тапинг ногом, тест за процену агилности, вертикални скок преко пет препрека, подизање трупа за 60 сек, издржај у згибу, предклон у седу, бацање лопте из седа, бацање лопте из основног става, висина - вертикални скока (CMJ). Зависна критеријска варијабла је представљена спринтом на 60м (SPR60). У нашим резултатима највећи утицај од морфолошких карактеристика на зависну критеријску варијаблу испољиле су варијабле лонгитудиналне димензионалности, затим нешто мање варијабле трансверзалне и циркуларне димензионалности, а најмање варијабле кожних набора. Што се карактера повезаности тиче, негативни утицај је забележен само у фактору кожних набора. Утицај ових варијабли имао је узрастну распоређеност, па је највећи број статистички значајних утицаја остварен код ученица у u10 и u12, а код ученика у u14 и нешто мањи у u16. У домену моторичких способности највећи утицај на зависну критеријску варијаблу имали су тестови експлозивне снаге доњих екстремитета, горњих екстремитета типа бацања, тест агилности и тестови експлозивне снаге типа скокова. И моторичка способност је у односу на изабрани критеријум имала узрастну дистрибуцију и то код ученица највећи број статистички значајних утицаја у u10 и u12, а много мање у u14 и u16, а код ученика у u10 и u14, много мање у u12 и u16. За реализацију проблема истраживања у овом раду коришћен је софтверски алат WEKA. Он садржи различите алгоритме као подршку методама за истраживање података, од којих су у раду

коришћени: LP, M5, Метода K најближих суседа- KНН, Метода вектора подршке- SVM, Неуронске мреже- МЛП и РБФ неуронска мрежа. Модели су тестирани употребом 10-струке унакрсне валидације и методом тестног узорка. За методу тестног узорка комплетан скуп узорака је, коришћењем RESAMPLE филтера (који је имплементиран у софтверском пакету WEKA) подељен на два међусобно независна подскупа: тренинг скуп који се састоји од 2/3 укупног броја узорака који се користи за учење и тест скуп који садржи 1/3 укупног броја узорака који се користи за тачност предвиђања. Коришћењем ових алгоритама, тестирали смо примењене предикторске морфолошке варијабле за процену критеријске варијабле и добили смо у свим алгоритмима високе вредности корелације атрибута са излазном зависном варијаблом, што указује да се они могу и даље користити са високом поузданошћу за процену наше задате критеријске варијабле SPR60. Примена ових алгоритама у мониторингу тренажног процеса може да омогући креирање високо реалистичних модела предикције нивоа спортске перформансе помоћу претходно селектованих варијабли. Добијени резултати имају теоријску и научну вредност у расветљавању каузалних односа морфологије и моторике на успешност спринтерског трчања у периоду интензивног раста и развоја, а и значајну практичну, апликативну вредност која се базира на премиси да се тренингом пажљиво одабраних вежби, адекватним програмирањем и оптималним оптерећењем у односу на пол и узраст могу побољшати резултати у спринтерском трчању, као и примени ових резултата у идентификацији талената за спринт.

Кључне речи: спринт, морфолошке карактеристике, моторичке способности, пубертет

ABSTRACT

The subject matter of the research were the relations and the effects both morphological characteristics and basic and specific motor skills in students of different age categories, who are training athletics. In line to the set objectives of the survey on a sample of a total of 281 participants of both genders divided into age subunits U10, U12, U14 and U16, the set of selected variables has been tested. Predictor system consisted of the following morphological characteristics: body weight, body height, leg length, shoulder width (biacromial range), pelvis width (bicrystal distance) the width of the hips (bitrochanterial range), thigh girth, calf girth, knee diameter (bicondylar width of the femur), ankle joint diameter, abdomen skinfold, thigh skinfold, calf skinfold and sitting height. The tested motor skills of the predictor system included: standing long jump, triple jump, hand tapping, foot tapping, agility T- test, vertical jump over five obstacles, sit-ups for 60 sec, holding pull-ups, V-sit and reach, throwing the ball from the seat position, throwing the ball from the base position, vertical jump (jump height). The dependent criterion variable is represented by a sprint at 60m (SPR60m). In our results, the greatest influence of morphological characteristics on the dependent criterion variable shown variables of longitudinal dimensionality, then slightly less variables of transversal and circular dimensionality, and the least the variable of the skinfolds. Concerning the character of the relationship, the negative impact is recorded only in the skinfold factor. The impact of these variables had on age distribution, so the greatest number of statically significant effects was observed in girls in U10 and U12, and in boys in U14 and slightly lower in U16. In the domain of motor skills, the greatest influence on the dependent criterion variable had the tests of the explosive power of the lower extremities, the upper extremities of the type of throw, the agility test, and jumps as tests of explosive strenght. Also, motor skills in relation to the selected criteria had its age distribution and in girls the most number of statistically important effects were in the U10 and U12, and much less in the U14 and U16, and in boys in U10 and U14, much less in the U12 and U16. The WEKA software tool was used in this researche to realize the research topic. It contains various algorithms to support data research methods, of which the following were used: LR, M5, KNN-method to the nearest neighbors, SVM-support vector method, MLP-Neural networks, RBF neural network. Models were tested using 10-fold cross-validation and a test sample method. For the test sample method, the complete set of samples was, using the RESAMPLE filter as part of the WEKA software package, divided into two mutually independent subsets so that the training set consisting of 2/3 of the total

number of samples used for learning and the test set contains 1/3 of the total number of samples used for prediction veracity. Using these algorithms, we tested the applied predictor morphological variables to estimate the criterion variable and obtained high algorithm correlation values with the output dependent variable in all algorithms, indicating that they can still be used with high reliability to estimate our given criterion variable SPR60. Using these algorithms, we tested the applied morphological variables as predictors in the estimation of the main criterion variable and as a result we obtained that in all applied algorithms there are high values of correlation of the applied attributes with the output dependent criterion variable. These results indicate that they can be used in the future with high trustworthiness for the assessment of the given criterion variable - sprint at 60 m (SPR60). It is considered that the application of these algorithms in the observation of the training process can provide the formation of extremely realistic models for predicting the level of sports performance using pre-selected variables.

The obtained results have theoretical and scientific value in elucidating the causal relationships of morphology and motor skills on the success of sprint running in the stage of intensive growth and development, and significant practical, applied value based on the view that training precisely selected exercises, applying adequate programming and optimal load in accordance with age and gender can significantly improve the results in sprint running. It is also recommended and preferred application of the results in the identification of talent for sprinting.

Key words: sprint running, morphological characteristics, motor skills, puberty

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	12
1.1 Функционалне карактеристике и физичка активност деце и младих.....	18
2. МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ.....	22
2.1 Развој моторичких способности	22
2.2 Развој снаге	28
2.3 Развој агилности	30
2.4 Развој флексибилности.....	31
2.5 Развој координације.....	32
2.6 Развој брзине.....	33
2.7 Развој функционалних способности	36
3. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА.....	38
4. ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ И ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	43
5. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	45
6. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА	46
6.1 Узорак испитаника	46
6.2 Узорак варијабли	46
6.2.1 Опис и начин мерења морфолошких карактеристика	48
6.2.2 Опис и начин мерења базичних моторичких способности	51
6.2.3 Опис и начин мерења специфичних моторичких способности.....	54
6.2.4 Опис и начин мерења критеријске варијабле.....	57
6.3 Статистичка обрада података.....	58
7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	68
7.1 Дескриптивна статистика морфолошких карактеристика	68
7.2 Дескриптивна статистика моторичких способности.....	78

7.3 Корелациона анализа морфолошких и моторичких варијабли и Спр 60 метара у различитим узрасним субузorcима	89
7.5 Униваријантна анализа варијансе (АНОВА)	122
7.6 Резултати добијени коришћењем математичких алгоритама истраживања података (Вишестрика линеарна регресија – LR, Регресиона стабла – М5, Метода к најближих суседа - KNN, метода вектора подршке – SVM, Неуронске мреже - MLP, RBF неуронска мрежа – RBF)	127
7.6.1 Регресиона анализа морфолошких и моторичких варијабли са критеријском варијаблом SPR60 метара	129
7.6.2 Морфолошке карактеристике	131
7.6.3 Моторичке способности	134
7.6.4 Моторичке способности и морфолошке карактеристике (тотал).....	136
8. ДИСКУСИЈА	138
9. ЗАКЉУЧАК	154
10. ЛИТЕРАТУРА.....	158

СКРАЋЕНИЦЕ:

TV – телесна висина

TT – телесна тежина

DN – дужина ноге

ŠR – ширина рамена

ŠK – ширина карлице

OP – обим подколенице

ON – обим натколенице

DK – дијаметар колена

DSZ – дијаметар скочног зглоба

KNT – кожни набор на трбуху

KNP – кожни набор подколенице

KNN – кожни набор натколенице

SPR60 – спринт на 60 метара

SDM – скок у даљ из места

TROM – троскок из места

TAPR – тапинг руком

TAPNL – тапинг левом ногом

TAPND – тапинг десном ногом

T_Test – тест за мерење агилности

VS5P – вертикални скок преко 5 препрека

PNK – претклон на клупици

PTRU – подизање трупа

IZGI – издржај у згибу

BLOS – бацање лопте из основног става

BLSE – бацање лопте из седа

VISS – висина скока

Beta β – индивидуални утицај предикторске варијабле на критеријску варијаблу

t- тестирање индивидуалног утицаја значајности предикторске варијабле на критеријумску

p- ниво статистичке значајности

WEKA – софтверски пакет

LR – вишеструка линеарна регресија

M5 – регресиона стабла

KNN –метода к најближих суседа

SVM – метода вектора подршке

MLP – неуронске мреже (вишеслојни перцептрон)

RBF – РБФ неуронска мрежа

MAE – средња апсолутна грешка

CC – коефицијент корелације

RMSE –корен средње квадратне грешке

RAE- релативне апсолутне грешке

1. УВОД

Физичка активност је важна детерминанта здравог детињства и адолесценције. Она данас није само предиктор здравственог статуса, већ несумњиво део система за мониторинг здравља. Присутна је општа забринутост због смањења физичке активности код школске деце, јер она, заједно са порастом других здравствених ризика повећава ризик појаве метаболичког синдрома (гојазности, дијабетеса мелитуса, кардиоваскуларних проблема, повећаног нивоа триглицерида и холестерола). Са друге стране, редовна физичка активност деци и младима обезбеђује правилан раст и развој у домену моторике, когниције, позитиван антрополошки статус и бољу композицију тела, поправља аеробни капацитет, снагу мишића и коштаног система, флексибилност, инсулинску осетљивост, липидни профил, психосоцијални статус, смањује стрес, анксиозност и депресију (Smith et al., 2014; Kohl & Cook, 2013). Због тога је промоција квалитетног физичког васпитања и адекватног физичког вежбања у периоду раста и развоја од фундаменталног значаја, уз добро познавање морфолошких и физиолошких аспеката раста и развоја.

Разумевање основних постулата развојне физиологије је есенцијално када се говори о физичким и физиолошким маркерима повезаним са соматским растом у одговору на вежбање. Свака процена физичких карактеристика и способности у периоду раста и развоја је уско повезана са оркестрираним физиолошким развојним променама тела тако да је идентификација улоге соматског раста у развоју физичких карактеристика важна колико и улога и утицај физичке активности на процес раста и развоја. Управо у овим физиолошким обрасцима леже одговори различитости функција физичке процене код деце и одраслих. Различитост у процени код одраслих је унутар граница задатих генетским наслеђем, а код деце у периоду раста и развоја она је збир генетских фактора, утицаја спољашње средине, утицаја раста и функционалног развоја и степена зрелости биолошких система.

У литератури се често у овом контексту, говори о појму развојне симорфозе (engl. developmental symmorphosis), који постулира ригорозну подударност између структуралног дизајна и функционалних захтева. Дакле, концепт квантитативног

споја дизајна и функционалних параметара унутар неког функционалног система, у онтогенетском расту указује на постојање модела по коме ниједна компонента система не може да се развија брже него остатак система (Rowland, 2005). Постојање фактора који обезбеђује хомогеност биолошког развоја се ослања на алометријске и адаптивне варијације и претпоставља контролисани развој димензија и функционалних варијабли. Тако су Weibel и сар. (1991) тестирали хипотезу симорфозе на респираторном систему као погодном моделу са више структурних делова и са мерљивим функционалним параметрима попут аеробног капацитета и максималне потрошње кисеоника (VO_{2max}) и утврдили повезаност морфометријских и функционалних параметара само у неким деловима система попут митохондрија и крвних судова. Међутим, већина морфометријских параметара пулмонарног капацитета нису пропорционални, на пример VO_{2max} , јер зависи од тога да ли је врста седентарна или физички активна, тако да је ова хипотеза од стране ових аутора одбијена. Стављајући ову хипотезу у контекст одговора на вежбање код деце која су у развоју, физиолози се слажу да и поред очигледних и добро дефинисаних еволуционих сила, сложеност и међузависност већине морфолошких структура, физиолошких процеса и физичке способности указују на то да је савршена стопа усклађивања свих саставних компоненти мало вероватна и описује се као континуум несавршености.

Оваква истраживања су од значаја за процену моторичких способности код деце и младих управо због постојања тих последичних односа између димензија тела и одређених моторичких вештина, а опет везаних за способности специфичне за одређене активности и одређене спортске дисциплине. Разумевање тих релација између морфологије и моторике у оцени резултата остварених у сложенијим и захтевнијим спортским дисциплинама је од непроцењивог значаја јер може указати како на значајне корелације, тако и на осетљиве, лимитирајуће факторе, па самим тим и може пружити свеобухватни увид у физичке способности у функцији развоја и биолошке матурације.

Познато је да у онтогенетском развоју постоје „критички“ и „сензитивни периоди“ у којима се достиже квалитативно нови ниво могућности за даљи развој (Viru, 1999). Scott (1986) сензитивни период дефинише као период развоја у коме су организациони процеси сензитивни за манипулацију, остављајући по страни важност резултујуће промене која представља критички период. У педагошком смислу,

сензитивни период се дефинише као коначно време у којем је дете најосетљивије за учење одређене вештине. Ови периоди, у моторном развоју везаном за физичку активност и тренинг, означавају као „сензитиван“ период раста и развоја који је погоднији за деловање спољашњих надражаја у односу на друге периоде развоја, а као „критички“ период онај део сензитивног периода у коме мора доћи до стимулације ако желимо да постигнемо жељене развојне ефекте. Дакле, указује се на чињеницу да оптимални тренинг у право време за време биолошког сазревања може позитивно повећати атлетски развој захваљујући повећаној рецептивности или пријемчивости (постојање тзв. прозора могућности-енгл. „windows of opportunity“) (Ford et al., 2012).

Ово је посебно важно у практичној примени као круцијални фактор позитивног развоја и мотивације за учешће у спорту, а истраживања у сензитивним периодима раста и развоја увек представљају изазов и пружају драгоцене податке о маркерима који могу бити искоришћени у адекватним спортским дисциплинама код младих.

Сам термин раста и развоја обухвата комплексан пут кроз развојне фазе које се карактеришу прогресивним променама у маси и пропорцијама тела, праћених како физиолошким, тако и психолошким променама. индивидуалношћу и интеракцијом са спољашњом средином. Индивидуалност је резултат комбинације одређених детерминанти раста и развоја унутар генетског оквира и заједно са физиолошким адаптивним одговором деце на спољашње факторе чини комплексан процес. Процес развоја, као свеобухватнија категорија, која поред раста обухвата и процесе диференцирања различитих ткива и процесе функционалног сазревања, условљен је низом различитих фактора, који се деле на унутрашње и спољашње. У унутрашње факторе развоја убрајају се наслеђе, пол, раса, неуроендокрини систем и ефекторна ткива и органи. Наслеђе, као најважнији фактор развоја представљен је наследним потенцијалом, скупом свих наследних чинилаца, који се означавају као генотип. Испољавање наследног фактора у условима средине одређује стварни изглед организма и означава се као фенотип. Неке морфо-функционалне особине су високо генетски детерминисане, попут висине тела, неких трансверзалних димензија, ширине карлице, ширине рамена, а са друге стране су морфо-функционалне карактеристике на које спољашњи фактори могу знатно да утичу и чија генетска детерминисаност није тако велика, попут телесне масе, на пример. Спољашњи фактори развоја подразумевају географско-климатски фактор, социо-економски, болести и повреде, физичку активност, психички фактор-стрес, хигијенско-дијететске поступке и

стимулативна средства, дакле све факторе који споља могу да остваре неки утицај на развој организма.

Човек пролази кроз различите фазе развоја, а класификација овог периода зависи од становишта хронолошке (календарске) или биолошке (физиолошке) старости. Јединствена класификација овог развојног периода која би могла да задовољи различита гледишта још увек не постоји, али у пракси се најчешће примењује подела према хронолошкој старости са Међународног конгреса у Москви 1965. године (Stojanović, 1979):

- новорођенче (од 1 до 10 дана),
- одојче (од 10 дана до 1. године),
- рано детињство (1-2 године)
- први период детињства (3-7 година)
- други период детињства (8-12 година за дечаке и 8-11 година за девојчице)
- дечачко доба (13-16 година за дечаке и 12-15 година за девојчице)
- младалачко доба (17-21 година за дечаке и 16-20 година за девојке)
- одрасло доба:
 - први период (22-35 године)
 - други период (36-60 година, одн. 55 за жене)
- старији људи (61-75 за мушкарце и 55-75 година за жене)
- старачко доба (75-90 за оба пола)
- дуговечност- старији од 90 год.

Физички раст је најважнији фактор у развоју физичких одговора на вежбање за време детињства. Разлике у брзини раста су најодговорније за индивидуалне разлике у физичким способностима код деце. На пример, 16-годишњи дечак има три пута већу максималну потрошњу кисеоника него када је имао 5 година (Rowland, 2005). Централна база за физички раст у детињству је осовина представљена хормоном раста (ГХ) и инсулину-сличан фактор раста 1 (ИГФ-1). Хормон раста, протеински молекул који садржи 191 аминокиселину, лучи се пулсативно из аденохипофизе у одговору на

секрецију два пептида: хормон раста-ослобађајући хормон (GHRH), који стимулише секрецију хормона раста и соматостатин, који инхибише отпуштање хормона раста. Хормон раста се лучи пулсативно свака два сата, најчешће ноћу за време спавања и његова концентрација у плазми деце и адолесцената износи око 6 нг/мл (код одраслих од 1,6-3 ng/ml) (Guyton & Hall, 2011). Његови ефекти су анаболички, укључујући стимулацију епифизалне и остеобластне активности у костима и повећан транспорт аминокиселина и ретенцију нитрогена у мишићима, али и метаболички, са липолитичким и инсулин-резистентним деловањем. Није потпуно јасно да ли су ови ефекти резултат директног дејства хормона раста преко ћелијских рецептора или делују посредством протеина соматомедина (Vitošević, 2011). Они су кроз своје механизме дејства, било у слободној форми, било у везаној форми кроз друге специфичне протеине, главни медијатори раста скелетног и мишићног ткива код деце. Са друге стране је присутан и концепт утицаја физичке активности на раст поправљајући линеарни и висцерални раст (Silva et al., 2004). Овај сада већ прихваћени концепт да укључивање физичке активности код деце доводи до дугорочних бенефита по здравље, објашњава се кроз неколико механизма. Физичка активност по Rowlandu (2005) повећава енергетске потребе и у конкуренцији је са процесом раста за хранљиве састојке, затим служи као снажан стимулус за продукцију фактора раста, а мишићна активност са своје стране кроз локални механички стрес служи као тригер мишићноскелетног раста. Наиме, ниво хормона раста почиње да расте после 10-15 мин. од почетка 30-о минутног вежбања и на крају вежбање достиже максимум. Иако спољашњи фактори могу модификовати процес раста, време и величина телесног сазревања у детињству и адолесценцији је највећим делом под генетском контролом.

Познавање свих ових медијатора раста и развоја је потребно с обзиром да се стално истиче чињеница да деца нису минијатуре одраслих, да имају своју физиологију, која се разликује од физиологије одраслих, а то је важно у дизајнирању тренажних процеса, који морају бити специфични за сваку узрастну групу, имајући у виду све наведене факторе раста и развоја.

Доба млађег школског узраста се карактерише постојаним, релативно успореним физичким растом праћеним уједначеним годишњим прираштајем телесне висине и нешто мањим годишњим прираштајем у телесној тежини (Стојановић, 1979). Окоштавање и очвршћавање скелета се наставља, мишићни систем је јачи, али још

увек недовољно развијен, заједно са издржљивошћу, аеробном издржљивошћу, грубој и финој моторици. У овом добу присутне су полне разлике у физичком расту у корист дечака, али оне постају значајне тек у пубертету. У овом периоду почињу да избијају стални зуби, који замењују млечну дентицију. У овом периоду долази и до велике прекретнице у животу детета, а то је полазак у школу. Оцена зрелости детета даје се на основу физичке зрелости, антропометријских мера, моторног развоја који се одређује тестовима равнотеже, координације и психичке зрелости која обухвата личну (емоцијалну и социјалну) и функционалну зрелост детета.

Физичко васпитање се у литератури обично означава као вежбање које је организовано у методске јединице са јасним циљем развитка складног како физичког, морфолошког, тако и моторичког и функционалног развоја до оптималног степена задатог наследном компонентом. У овом периоду, деца улазе у фазу специјализованих покрета, па почињу са специјализованим спортским и рекреативним моторним вештинама у оквиру различитих одабраних спортских активности. У оквиру тих одабраних активности, вежбе брзине нису штетне и могу се у овом периоду слободно примењивати, али се препоручује избегавање тренажног процеса са задржавањем даха (аеробни рад), с обзиром да такво вежбање повећава притисак у грудној дупљи, а деца теже подносе и повишење нивоа млечне киселине у крви, док вежбе снаге треба избегавати и оне могу бити штетне за дечји организам. Такође је позната чињеница да умерена вучна сила у периоду развоја има стимулишући ефекат на раст као и на изградњу костију, док на супрот томе претерана механичка сила примењена на кост која је још у развоју, може да буде узрок повреде или у крајњем случају доведе до девијације коштаног система. Зато је програмирање и организација вежби у овом периоду веома битна, и треба да обезбеди хармоничан развој уз поштовање принципа свестраности, тј. укључивања различитих елементарних вежби појединих спортских дисциплина.

У наредном средњем школском узрасту, релативно успорен и равномеран пораст висине тела, замењује повећање раста и издуживање екстремитета, које у одређеној сразмери прати и пораст масе тела. Окоштавање је још у току, мускулатура се увећава, и у овом периоду, које се означава и као предпубертет, почињу јаче да функционишу полне жлезде, хипофиза и надбубрежна жлезда. У овом периоду се путем правилног физичког вежбања боље развију моторичке способности, па рад са децом захтева висок ниво стручности и педагошке компетенције.

1.1 Функционалне карактеристике и физичка активност деце и младих

Данас је добро позната чињеница да деца нису минијатуре одраслих и да имају своју физиологију која прати динамику анатомије и морфологије тела у периоду раста и развоја. Због тога процена физиолошких одговора и физичке способности мора да буде у складу са тим развојним променама.

Често се наводи чињеница да и физички активна и физички неактивна деца пролазе кроз исте стадијуме развоја и физичка активност не утиче на раст и биолошко сазревање, али утиче на: унапређење раста, бољи развој коштаномишићног система, бољу структуру костију, развој моторних способности, бољи социјални и когнитивни развој (Kohl, 2013; Clark, 2005; Lubans et al., 2010).

Физичко вежбање позитивно утиче на ширину, густину и јачину костију, и у периоду раста и развоја представља главни механички фактор за развој костију кроз комбинацију раста, моделинга и римоделинга. Вежбање има мало утицаја на дужину костију, али може да повећа депозит минерала у коштаном матриксу, чиме се повећава снага костију. Утицај вежбања на скелет се остварује путем механорецептора на остеоцитима који преводе механичке сигнале у биолошке који утичу на активност остеобласта. Поред тога, вежбање утиче и на ниво циркулишућих хормона раста (GH) и инсулину-сличан хормон раста (IGF1) који затим остварују свој утицај на кости и мишиће. Период детињства и адолесценције се због свог утицаја на коштани систем означавају као „отворени прозор“ (engl. critical time window) за бољу коштану масу која, између осталог, и одлаже појаву остеопорозе у каснијем добу (Nikander et al., 2010).

Мишићна маса се континуирано повећава са телесном масом током раста и развоја. Од 25% на рођењу до 40-45% код одраслих мушкараца, а код жена до 30-35%. У пубертету нагло повећање хормона тестостерона (и до 20 пута) доводи до повећања миш. масе углавном као резултат хипертрофије са мало или без хиперплазије (Jakovljević & Dikić, 2016). Повећање броја миофибрила, миофиламената и саркомера доводи до елонгације мишића. Физичка активност може да доведе до боље метаболичке способности мишића услед веће ензимске активности оксидативних

ензима (Singh Chahar, 2014). У пубертету скелетни мишићи сазревају и долази до промене из спорих у брза влакна чиме може да се објасни разлика у метаболичком одговору на вежбање код деце и одраслих. Иако се снага везује за величину мишића (после пубертета), подаци из литературе наводе да је квалитет мишића (архитектура мишићних влакана, брзина проводљивости, развој моторних плоча) боља код деце која вежбају (Rowland, 2005).

Интензивно вежбање које проузрокује микроскопска оштећења пуцањем влакана и инфламацијом (мери се присуством креатин-киназе у крви), мање је присутно код деце у односу на одрасле и опоравак је знатно бржи (Webber et al., 1989). Нижи садржај гликогена у мишићима код деце (50-60% нижи код деце) води његовом ранијем и бржем утрошку. Деца узраста од 7 до 13-15 година имају мању способност рефосфорилације АТП у анаеробном метаболизму током вежбања високог интензитета у односу на одрасле. Та разлика нестаје око 13-15 г. Код деце је присутна већа способност за оксидацију пирувата, односно веће је учешће аеробног обезбеђења енергије из угљених хидрата. Нема разлике у вредностима АТП и К-фосфата, није им смањен капацитет за вежбање кратког интензитета, али постоје тешкоће да се одржи висок ниво тренинга дуже време.

Адипоцити (масне ћелије) су структурни резервоари масних киселина у форми молекула триацилглицерола и имају активну улогу у ендокриним, аутокриним и паракриним процесима, као и у липидном метаболизму и енергетском балансу. Број адипоцита на рођењу је процењен на око 5 билиона до око 30-50 билиона код негојазних одраслих особа са повећањем дијаметра од 30-40 μm на рођењу до 80-100 μm код одраслих особа (Bonnet & Rocour-Brumioul, 1981; Chumlea et al., 1982). Облик масних ћелија и депозиција масти почињу рано у феталном развоју, па зато постоји научно гледиште да мали садржај феталних масти може да минимизира укупан број масних ћелија које се развијају касније. У детињству је поред хипертрофије адипоцита могућа и хиперплазија. Регуларна физичка активност, кроз енергетски утрошак, може допринети мањој хиперплазији адипоцита ограничавањем хипертрофије (Kohl, 2013).

Кардиореспираторни систем је од 2. године потпуно функционалан иако нема капацитет као код старије деце и одраслих. Максимална аеробна снага се повећава линеарно код дечака до њихове 16 год., док код девојчица до њихове 13. и онда наступа плато током адолесценције (Malina et al., 2004; Eisenmann et al., 2011). Разлике

у детињству су мале (око 10%), али су зато касније после пубертета веће и код девојчица износи око 70% у односу на дечаке. Повећање величине срца иде заједно са повећањем ударног и минутног волумена. Волумен крви је у релацији са масом тела и величином срца код деце и адолесцената и такође је по Малини и сар. (2004) у корелацији са максималним преузимањем кисеоника. Побољшања у кардиореспираторној функцији, укључујући структуралне и функционалне адаптације у плућима, срцу, крви и васкуларном систему, дешавају се приликом апликације редовног вежбања умереног и јаког интензитета. Лонгитудинална студија Ruis и сар. (2009) показала је да висок ниво кардиореспираторног вежбања у детињству и адолесценцији има утицаја на здравији каснији кардиоваскуларни профил, да смањује ризик од појаве метаболичког синдрома и каснијег сужења артерија, да утиче позитивно на липидни профил и да смањује ризик од појаве гојазности и дијабетеса.

Подаци из литературе показују позитиван и користан ефекат физичке активности у периоду детињства и адолесценције на многе психосоцијалне аспекте укључујући социјализацију, самопоуздање, боље држање, мотивацију, оријентацију и фокусирање, као и укључивање у тимски рад (Haugen et al., 2011; Cradock et al., 2009; Macdonald-Wallis et al., 2011). Физичко васпитање у школама је дизајнирано да се поред осталог позитивног утицаја на раст и развој и стицање моторичких способности, деца социјално укључе у рад са другом децом, да развију компетативне способности и при томе стекну самопоуздање (Bailey, 2006). Вежбање регулише ниво серотонина и допамина, повећава лучење ендорфина, утиче и на стварање нових неурона за време раста и развоја. Овај процес неуроналне пролиферације се назива неурогенеза и есенцијална је за раст мозга. У овај процес укључено је повећање неуротрофног можданог фактора (BDNF), инсулину-сличног фактора раста 1 (IGF-1) и васкуларног фактора раста (VEGF), који регулишу неуралне механизме и раст, као и кроз стварање нових крвних судова или ангиогенезу (Wang & Van Praag, 2012; Namiecinska et al., 2005). Кроз утицај ових физиолошких механизма физичко вежбање показује позитивне ефекте на когнитивни развој и расположење код деце и одраслих.

Утицај физичке активности на когницију у детињству је предмет многих истраживања, и у том контексту се највише проучава утицај на хипокампус, с обзиром да је овај део неопходан за релацијско-асоцијативну меморију, која је потребна за способност формирања репрезентације међу конститутивним елементима догађаја

или сцена (Khan & Hillman ,2014). Овај облик меморије је важан за повезивање произвољних асоцијација од информација и њихове експресије, што представља саставни когнитивни процес учења у школи. Тако су Chaddock и сар. (2010) истраживали разлике у волумену хипокампуса код утицаја перформансе на релацијску меморију између више ($\geq 70^{\text{th}}$ VO₂max %) и мање ($\leq 30^{\text{th}}$ VO₂max%) утренираних 9-10 годишњака употребом функционалне магнетне резонанце (fMRI) утврдили да су способнија деца показала већи билатерални волумен хипокампуса и постигли већу тачност задате меморије и закључили да аеробно вежбање може да утиче на структуру и функцију мозга преадолесцената. У својој великој систематској студији која је обухватала значајан број експерименталних студија, лонгитудиналних и студије попречног пресека, Donnelly и сар. (2017) су потврдили позитивну корелацију физичког вежбања на когнитивне функције код младих и то на пажњу, процесуирање информација, извршне функције и меморију, што се означава као темељ за бољу академску перформансу. Хелијски механизми који су одговорни за бољу когницију укључују промене у броју ћелија, дендритској сложености, синаптичкој пластичности и факторима раста (Cotman & Berchtold, 2002). Треба додати да је период стварања овојница око аксона нервних ћелија- мијелинизација нервних влакана веома важан у процесу развоја јер се његовим завршетком омогућава развој брзине реакције и финих покрета уско специфичних за одређени спорт. У противном, спровођење импулса кроз нервно влакно је успорено, а то утиче, поред повећања мишићне масе и раста костију, на развој снаге.

2. МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ

Под појмом базичних моторичких способности подразумевају се основне моторичке способности човека, индивидуалне су, генетски мање или више условљене, што даје мањи или већи простор да се поправе тренингом. Оне су елементарне, фундаменталне, условљене квалитетом и квантитетом моторне активности и представљају основу за развијање специфичних способности. Најчешће прихваћена класификација базичних моторичких способности по многим ауторима (Зациорски, 1961; Курелић и сар., 1975; Кукољ, 1996; Шалај, 2013) обухвата следеће способности: снага, издржљивост, брзина, флексибилност, прецизност, координација и равнотежа. Међутим, свака од наведених способности има по акционом и тополошком критеријуму поделе своје манифестације према акционом и тополошком критеријуму поделе, па је њихов број знатно већи од наведеног. Док специфичне моторичке способности представљају оне стечене које настају као резултат одређених такозваних специфичних тренинга у неким спортовима.

2.1 Развој моторичких способности

Термин моторичког развоја односи се на развој саме способности покрета, који представља један континуирани и узрастно-зависни процес, који је такође условљен интеракцијом индивидуалних и спољашњих фактора. У свом развоју моторика пролази кроз одређене фазне периоде попут рефлексног периода, сензомоторног и психомоторног периода и ту су присутне велике индивидуалне, полне и социјалне разлике. Сам појам моторика често осликава и неуро-мишићни склоп у оквиру структуре, а као специфична функција те структуре сматра се активност мишића. Често је моторика резултат нивоа зрелости структуре и напетости мишића (Војанић, 1985). Квалитет моторне активности је одређен пре свега, снагом и обимом мишића која је ангажована у тој активности а коју одређује број мишићних влакана, могућношћу модулације снаге мишића у зависности од ангажовања и координацијом покрета као условом организовања сложених моторних активности.

Иако у литератури постоји већи број дефиниција, полазна заједничка платформа свих аутора јесте чињеница да се ради о комплексним могућностима човека намењеним

манифестацији кретних структура које обједињују више функција попут психолошких, биохемијских и функционалних. Курелић (1975) под моторичким способностима подразумева онај део општих психофизичких карактеристика човека који се односи на специфични ниво развијености основних латентних димензија човека задужених за успешно извршавање кретних радњи, али не узима се у обзир да ли су те радње настале као резултат тренинга или не. За Кукоља (1996) моторички развој је део интегралног развоја и може бити посматран кроз квалитативне промене, кроз темпо раста и кроз ефикасност кретања. Бала и сар. (2007) дефинишу моторичке способности као основне антрополошке карактеристике везане за кретање које су резултат како динамичких и кинематичких структура, тако и резултат генетског склопа индивидуе која тај свој потенцијал испољава у оквиру одређених околности и ситуација.

Када се говори о антропомоторичком статусу човека могуће је разликовати манифестни и латентни простор (Малацко, & Рађо, 2004). Манифестни простор означава визуелно испољавање праћено одређеном техником посматрања и скалирања, а латентни простор се више односи на физичка својства која нису доступна и подложна мерењу, већ се процењују индиректним путем. Кукољ (2006) латентну структуру моторичких способности види као скуп унутрашњих карактеристика од којих зависи испољавање моторичких способности појединца, а латентне димензије, функционално гледано, представљају углавном моторичка својства која стоје иза видљивих појавних облика који су део одређених активности.

Развој моторике је у литератури концептуализован и представљен моделима и метафорама. Clark & Metcalfe (2002) су тај развој моторике објаснили помоћу елоквентне метафоре „планина моторног развоја“. Овај модел они упоређују са пењањем на планину. По њима тај процес траје годинама, секвенцијалан је и кумулативан процес и искључиво зависи од индивидуалних вештина и карактеристика самог планинара. Они га категоризују као нелинеаран процес, који има периоде и прогресије и регресије, а успон и висина планине су синоними за достизање виших нивоа моторних вештина. Усвајање виших нивоа развоја моторике је резултат континуиране интеракције између планинара и његових вештина, али и планине која представља у овој метафори изазов динамичне спољашње средине. Долазак на врх планине тумачи се као врхунско достигнуће у вештини и способности кретања. Сликвито, планина представља "доживотну, кумулативну и прогресивну

адаптацију" кроз коју пролазимо у свом моторном развоју током живота. Ови аутори наводе пролаз кроз шест периода: рефлексивни (од рођења до 2 недеље), преадаптивни (од 2 недеље до 1. године), фундаментални период или период темељних образаца (од 1. године до 7. године), контекстуално специфични период (од 7. године до 11. године) и период вештине (од 11. године па надаље).

Сваки период доприноси стицању вештина за наредни период и представља степену више од претходног, а време проведено на свакој степену је индивидуално, зависно од искуства и персоналних квалитета у физичким особинама.

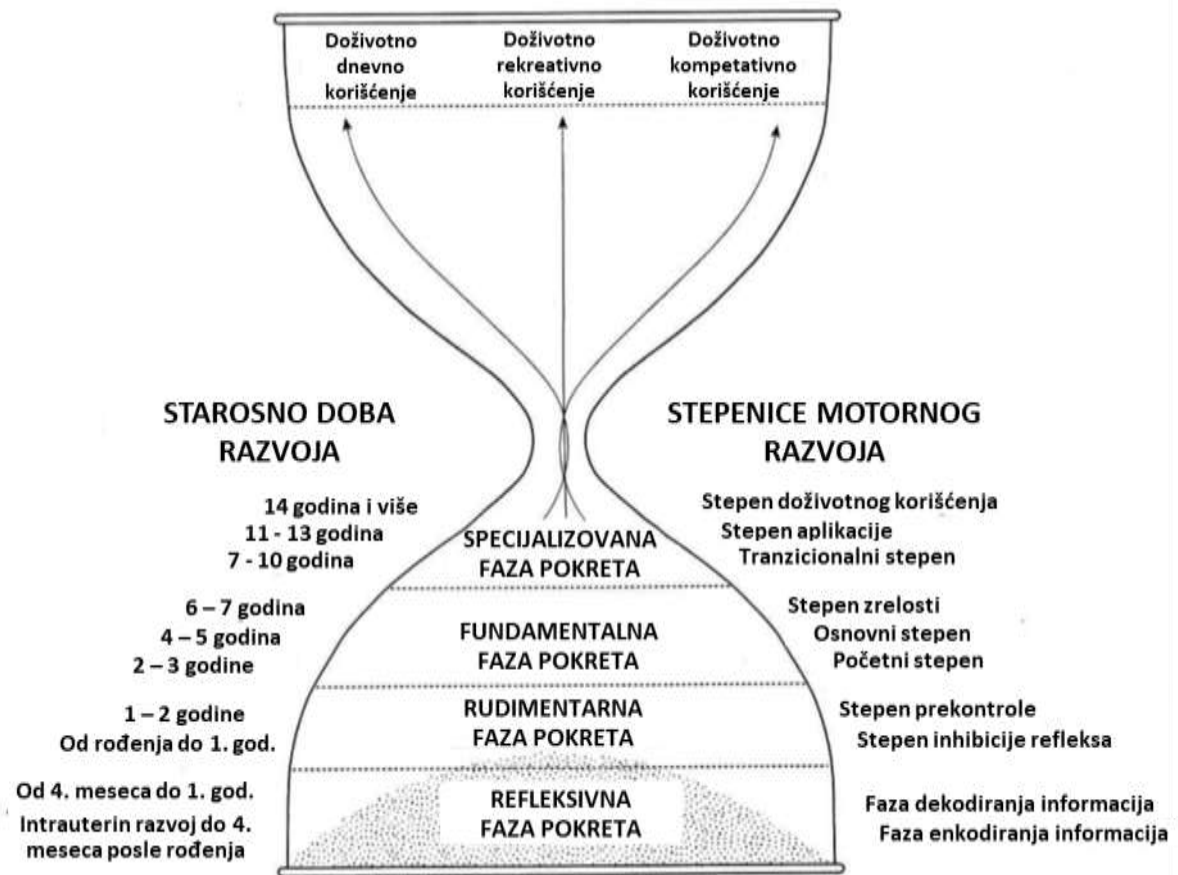


Слика 1. Модел планине моторног развоја (Clark & Metcalfe, 2002), (izvor: Clark, 2007)

По овом тумачењу развоја моторике, рани покрети, потребни за опстанак детета су рефлексни и биолошки доминантни иако и у том узрасту средина има допринос у њиховом обликовању. После иницијалног рефлексивног периода следи преадаптивни период, када покрети детета нису више рефлексивни, а завршава се када дете испољава базичне кретне вештине (нпр. пузење, ваљање, стајање и ходање) што се поклапа са навршених 12 месеци.

Период фундаменталног моторичког облика дешава се отприлике у периоду од 1 до 7. године, када деца почињу да стичу основне вештине покрета (нпр. трчање, скакање, бацање, хватање, шутирање итд.). Пракса и упутства су кључни за учење ових вештина и едукација у основној школи је углавном посвећена истраживању овог кретања. Поредак развоја ових способности на неки начин диктира развој нервног система. Дете је неуролошки спремно за опште моторичке способности пре fine моторике. Опште моторичке способности се извршавају помоћу велике групе мишића, а фина моторика ангажује мале мишићне групе (пример је цртање, писање, склапање лево коцки и сл.).

Око 7. године, за време тзв. специфичног периода моторичког развоја, деца почињу да усавршавају основне моторичке способности и комбинују их у специфичније обрасце кретања, постижући степен спретности. Ту већ наступа период специјализације, када деца и млади бирају ниво кретања, вежбања према својим наклоностима и могућностима. Финални период моторичког развоја, дешава се у различитим периодима живота, као последица старења, болести, повреде или услед неких других промена када је неопходно да модификујемо покрете (Kohl & Cook, 2013).



Слика 2. Модел пешчаног сата моторног развоја по Gallahue (Gallahue, Ozmun & Goodway, 2012), (извор: Salehi et al. 2017).

Gallahue (1998) за објашњење појма моторног развоја користи пешчани сат као модел хеуристике, који представља технику решавања проблема онда када класични модели не могу да нађу решење. Модел је заснован на индивидуалним особинама, спољашњој средини и одређеном задатку, налик је пешчаном сату и има четири фазе: рефлексивна фаза покрета, рудиментарна фаза покрета, фундаментална (основна) фаза и специјализована фаза покрета. Свака фаза има неколико степеница, фазе се преклапају, пре него што се заврши једна фаза, почиње следећа. За сваку фазу је дата оквирна старост, али она зависи од услова и генетске структуре личности.

Генерално, нека деца не успеју да овладају свим моторичким способностима, али онима који се укључују у физичке активности у школи или ван ње, потребан је читав

овај репертоар моторичких способности. Ту опет треба напоменути постојање широког дијапазона индивидуалних варијација детерминисаних њиховим биолошким склопом, брзином физичког сазревања, квалитетом едукације, њиховог окружења итд. Фундаменталне способности су градивни блокови комплекснијих радњи које су потребне за спорт. На пример, бацање је фундаментална способност која је инкорпорисана у контекст специфичних способности које се користе у рукомету, одбојци, ватерполу и другим спортским активностима.

Сви наведени односи су имплицирани у различите моделе моторног развоја који наглашавају важност моторичке компетенције као предуслов за учествовање у спортским активностима у различитим периодима живота. За испитивање ових релација се, поред поменутих модела, користе Seefeldt-ov (1980) хијерархијски поредак развоја моторичких способности и динамички модел Stodden-a и сар. (2008).

Хијерархијски поредак моторичких способности укључује 4 нивоа: рефлексне, фундаменталне моторичке способности, транзиционе моторичке способности (нпр. фундаменталне који се изводе у разним комбинацијама и са варијацијама које су потребне за на пример бацање на даљину, прецизна бацања или хватање лопте у покрету) и специфичне спортске вештине и плесови. Са бољим транзиционим моторичким вештинама деца су способна да савладају сложене моторичке вештине (потребне за на пример играње фудбала или кошарке). На крају овог развојног периода, дечије виђење је потпуно зрело. Напредак кроз сваки ниво дешава се кроз развојне етапе као резултат раста, сазревања и искуства. Seefeldt (1980) дакле има хипотезу да су деца способна да достигну ниво стручности изнад неке границе и да после савладавања те баријере, могу да наставе да учествују у било којој спортској активности у животу. Друга деца која то не могу, нису способна да наставе учешће у спортским активностима. Дакле, претпоставка је да ће „самоуверен и компетентан покретач бити активан покретач“ (Clark, 2005). На пример да би се неко успешно укључио у рукомет, бејзбол или кошарку у било ком узрасту, важно је да достигне минимални ниво компетенције у трчању, хватању и бацању. Сматра се да је управо та претпоставка о постојању везе између моторичке компетенције и физичке активности

„срце физичких едукативних програма“ и да је веома важно за развој курикулума и наставних активности (Clark, 2005).

Постоје и други теоретски модели моторног развоја који се фокусирају на неке друге детерминанте, на пример психолошке димензије и социјално-когнитивне способности (Eccles & Harold, 1991; Harter, 1978). Без обзира на приступ, заједничка карактеристика свих модела јесте да је укључивање у физичке активности у детињству од круцијалног значаја за развој моторних способности, а виши степен достигнутих моторних вештина деци омогућује у каснијем добу и укључивање у спортске активности.

2.2 Развој снаге

Моторичка снага се повећава постепено током процеса раста у зависности од повећања телесне масе. Пре пубертета, максимална снага дечака и девојчица су релативно сличне, али боља нервна активација и већа мишићна маса (углавном као резултат хипертрофије мишићних влакана услед повећаног садржаја протеина више него ћелијском мултипликацијом – хиперплазијом) доводе до повећања у снази. Током раста долази до повећања мишићне масе као пропорције телесне масе, тако да на пример код дечака средња мишићна маса као проценат телесне масе повећава се са 42% у 5 години до 53% у 17 години. Овакве промене нису забележене код девојчица које имају у тим годинама око 41-42% (Rowland 2005). Будући да је и повећање нивоа тестостерона значајно веће, дечаци у овом периоду постају снажнији и јачи. Предпубертетски тренд код девојчица је сличан, али су вредности знатно мање у односу на дечаке. После пубертета дечаци су значајно бољи и имају велику предност у мишићној снази у односу на девојчице. Многе лонгитудиналне студије и студије пресека су процењивале развојне промене у снази тестирајући изометричку и изокинетичку снагу различитих мишићних група (Jones & Round, 2000; Blimkie & Sale, 1998; Froberg & Lammert, 1996). Као разлог веће снаге, осим промена у структури и маси мишића, наводе се и промене у моторним јединицама, спровођењу кондукције, архитектури мишићних влакана, контракцијској сили мишића, али многи фактори још остају непознати и дискутабилни.

Експлозивна снага је део система снаге, и то онај део који се манифестује кроз рефлекс истезања са пост контракцијом мишића. Експлозивна снага се дакле испољава способношћу реакције и у кинезиолошкој пракси се посебно за процену експлозивне мишићне снаге ногу користи вертикални скок који означава способност мишића за краткотрајно максимално покретање у постизању максималног убрзања тела или његовог кретања (Херодек, 2006).

Тестирање вертикалног скока једна је од најстаријих метода за утврђивање физичких способности. Крајем 19. века др Саргент са Универзитета у Харварду осмислио је тест за процену експлозивности мишића опружача ногу (Sargent, 1921). Тест је на принципу мерења висине вертикалног скока међу хватне висине у стању мировања и висине која се постиже максималним скоком у вис уз помоћ замаха руку. Током времена развијена је различита методологија уз појашњење читаве групе корелација које се тичу различитих параметара који укључују анаеробну способност. Тестирање анаеробне способности која прати вертикалну скочност данас је могућа различитим савременим методама, ултразвучним детекторима као и различитим тензиометријским платформама. Резултати су врло важни јер нам омогућавају увид у склоп и дизајн мишића који учествују, о енергетском супстрату, о лимитирајућим факторима, метаболичким крајњим продуктима, али и о генетском индивидуалном потенцијалу (Остојић, 2010) што све скупа обезбеђује солидну базу за разумевање свих фактора и читаве једне машинерије ангазоване за продукцију мишићних сила. Савремене методе ове процене односе се пре свега на комплексне апарате попут тензиометријских платформи, у које су обично уграђени пиезоелектрични сензори који брзином од 500 до 1000 Хз региструју компресионе силе које су присутне у скоковима и могу детаљно да да пруже драгоцене податке о динамици развоја сила, као и њеној величини и свим појединачним параметрима. Поред тога и контактна плоча је један од најчешћих и најпрактичнијих начина мерења висине вертикалног скока и то путем прекидања континуираног струјног кола који је уграђен у подлогу. Са друге стране неке краткотрајне способности снаге (попут скока из чучња и скока из стојећег става са рукама на куковима) више се ослањају на квантитет неуромускуларне активације него што су резултат енергије добијене анаеробним метаболизмом. Те тзв. интермедијарне анаеробне перформансе (од 20-50 сек) активирају анаеробну гликолизу и продукцију лактата па када повећавају максималну

снагу, деца и адолесценти могу имати већи бенефит у постизању максимума анаеробне снаге. Добре резултате у вертикалном скоку код младих фудбалера узраста од 12 до 15 година, Christou и сар. (2006) су објаснили процесом сазревања и развојем физиолошких процеса укључених у експлозивну снагу. Током пубертетске фазе експоненцијално повећање снаге прати интерактивни развој неколико фактора: нервни систем, безмасна маса, диференцијација типа мишићног влакна, ниво тестостерона и биохемијске карактеристике. Они су закључили да адекватан тренинг снаге даје добре резултате у спортским перформансама, попут фудбала, на основу бољих резултата тестова вертикалног скока и вертикалног скока са окретом у другој години код утренираних фудбалера, иако је познато да утренирани адолесценти (12-15 год.) имају мање гликолитичке способности од одраслих (Kuno et al., 1995; Riddel, 2008).

2.3 Развој агилности

Агилност се може дефинисати као способност ефективне промене смера (Bloomfield, Ackland & Elliot, 1994), али и као способност да се смер промени брзо и прецизно (Barrow & McGee, 1971; Johnson & Nelson, 1969), а често се додаје да се ради о промени смера целог тела, као и промени смера кретања екстремитета. Боље објашњење дају Verstegen & Marcello (2001) који наводе да агилност омогућава спортисти брзо реаговање на дати стимулус, ефективно стартовање, добар правац и смер кретања, али и способност евентуалне промене правца кретања као и потпуно заустављање. Person (2001) наводи четири основна елемента агилности: баланс, координацију, програмирану агилност (познати услови кретања) и непрограмирану агилност (непознати услови кретања). Све наведено упућује на комплексну манифестацију моторичке способности код које је присутна повезаност убрзања, успоравања, промена правца, дакле стална контрола кретања и у хоризонталном и у вертикалном смеру. Sheppard & Young (2006) су проширили саму дефиницију агилности и као кључне под-компоненте перформансе агилности уврстили промену брзине смера (CODS) и процес доношења одлука. У оквиру CODS -а води се рачуна о техници, брзини трчања, снази доњих екстремитета и антропометрији, док се перцепција и процеси одлучивања састоје од визуелног скенирања, познавања ситуације, препознавање облика и ишчекивања. Постојеће лонгитудиналне студије и студије пресека указују на чињеницу да се CODS природно побољшава током детињства и

адолесценције иако на не-линеаран начин. Подаци, на пример указују да је CODS значајно већи код 14-годишњег дечака у односу на 12-годишњака. У предпубертету, дечаци и девојчице показују сличне капацитете за задатке везане за агилност, али после пубертета, те полне разлике су евидентне веће су код дечака где се са даљим физичким развојом повећавају, док код девојчица оне у једном тренутку достижу плато и после тога могу да опадају. Механизми који подржавају овакав тренд су развој нервног система, побољшање у интрамускуларној координацији и генералној моторној контроли, као и хормонске промене које укључују андрогене хормоне и утицај хормона раста и инсулину – сличан фактор раста. Литературни подаци наводе да и деца и адолесценти могу да паметним тренажним процесом поправе снагу и CODS (Faigenbaum et al., 2007).

2.4 Развој флексибилности

Флексибилност представља по Zaciorskom (1975) „способност да се изведе покрет што је веће могуће амплитуде“. Сматра се унутрашњом способношћу телесних ткива, пре свега мишићног и везивног, који детерминишу ранг покрета у зглобу. У свим годиштима, девојчице показују већу флексибилност него дечаци, а разлика је највећа за време адолесцентног периода и полног сазревања. Образац узрастних и полних варијација повезан је са растом нижих екстремитета и тела за време адолесцентног периода. Флексибилност има тенденцију опадања после 17-е године, и код девојчица и код дечака, као резултат раста и недостатка физичке активности (Kohl & Cook, 2013). Процена флексибилности се у општој популацији углавном везује за здравствену компоненту, док се у спорту процењује у односу на технику извођења. Уобичајени тестови процене флексибилности ипак не одражавају опсег кретања осталих зглобова, па је њихово тумачење комплексно, нарочито као резултат промене у пропорцији током раста и развоја (Żak & Sterkowicz, 2006). То се посебно односи на фазу почетка пубертета, која се манифестује променама у пропорцијама између дужине екстремитета и трупа. Релативно повећање између различитих старосних група у дужини горњих и доњих екстремитета је генерално стабилно и синхронизовано, али расте од 8 године до пубертета, када је ова тенденција спорија и у каснијим старосним групама јавља се динамичније повећање дужине горњих екстремитета од доњих (Żak & Sterkowicz, 2006). Осим промена у пропорцијама трупа и екстремитета, Szora (1988) ове промене објашњава и различитим типом грађе тела и растом кичмене мождине

(развој сунђерастог дела костију). Познато је да је флексибилност детерминисана величином зглобних површина, као и саставом мишића и веза датог зглоба. Дакле анатомска грађа зглоба, односно синовијална течност која подмазује унутрашњост зглобних површина, као и зглобни дискови у комбинацији са тетивама и усклађеношћу напрезања мишића који учествују у покрету су елементи који одређују анатомску флексибилност (Stanković, 2001). Растом и развојем тела долази и до промена у самој структури зглоба, смањује се еластичност мишића и лигамената. Највећа флексибилност се испољава у доби од 10 до 14 година, а касније постепено опада, али тренинг у овом добу може да испољи боље резултате него у каснијем добу (Stanković, 2001).

2.5 Развој координације

Координација представља сложену моторичку димензију, која се често означава и као моторичка интелигенција, а мери се брзим и прецизним извођењем сложених моторичких задатака и проблема. Генерално се дефинише и као „кооперација централног нервног система и скелетних мишића у оквиру неког циљаног процеса кретања“ (Holmann & Nettinger, 1990). Квалитет координације зависи пре свега од процеса контроле кретања и повезаности неуро-мишићних процеса и развија се са узрастом. Координацију кретања треба схватити као супериорни концепт који обухвата читаву скалу способности попут просторне оријентације, ритмике, баланса, брзине реакције, брзине оријентације, тачности процене дистанце, тачности идентификације облика, тачности процене угла, комплексне оријентације (Норићка et al., 2014) и многих других способности у зависности од постављених задатака и циљева. Добро координисано дете ће увек усвојити неку вештину брже и извести је боље, а добро координисани млади спортиста ће утрошити мање енергије за исту перформансу, што значи да добра координација резултира већом ефикасношћу. Предпубертет представља најважнију фазу у развоју координације и често се означава као „фаза брзог добитка“ и она се дешава без обзира да ли дете учествује у некој спортској активности или се игра са вршњацима. Чак у овој развојној фази, деца која су укључена у разне активности више добијају на координацији од оних који учествују у спорту са само једном врстом специфичног тренинга (Вомра, 2000). Мултилатерални тренинг у коме су деца изложена бројним вештинама, вежбама и играма обогаћује њихову способност и поправља координацију. За време

предпубертета деца развијају базичне вештине и покрете кроз игру, али и развијају способност да разликују просте и сложене вештине и вежбе. На пример, дете у овом узрасту ће научити да води лопту у кошарци са његовом бољом и вештијом руком, а како расте, научиће то исто и са супротном руком. Следећи корак је да научи да води лопту и између ногу, као и да научи да се одбрани од противника и да узме од њега лопту. За време овог периода спортисти развијају и осећај и перцепцију за активност, развијају ритам кроз серију правилних покрета и корака, повећавајући тако свој потенцијал за учење. Долази и до видљивих побољшања у тајмингу или способности реакције на покрете саиграча или противника, чиме се побољшава и визуелна оријентација у простору, што омогућава бољи осећај акције и маневара у игри. Овако брзо напредовање у координацији за време предпубертета понекад се мало успорава за време пубертета, пре свега због наглог раста и нарушавања у координацији. Долази до раста екстремитета, посебно ногу, чиме се мења пропорција између делова тела, снага полуге, па самим тим и способност да се стручно координишу акције. За време пубертета деца која се баве спортом настављају да побољшавају своју равнотежу, прецизност и тајминг физичких радњи. Разлике у координацији су видљиве и између рано сазреле и касније сазреле деце, и деца која су рано сазрела због брзог ритма физичког раста захтевају више вежби за побољшање координације. У адолесценцији, после периода наглог раста и развоја, побољшање у координацији је константно и у овом периоду спортисти су много бољи у овој вештини, али иако су у овом узрасту сконцентрисани на специфични тренинг, препорука је да различите мултилатералне активности и вештине остану приоритет, да би се координација и даље развијала (Вотра, 2000).

2.6 Развој брзине

Брзина се дефинише као пређени пут у јединици времена, а у моторичком смислу представља способност да се у конкретним условима за кратко време реализује појединачан или комплексан низ покрета задате спортске активности (Нићин, 2008). Ради се о способности да се реагује на стимулус или сигнал у најкраће могућем времену путем цикличних или ацикличних покрета. У спринту је брзина цикличног типа, а допринос енергетских система варира у зависности од трајања спринта. У питању су анаеробни метаболички капацитети, и то анаеробно- алактатног типа или комбинација анаеробно-алактатни и анаеробно-лактатни тип (Spencer et al., 2005).

Фактори брзине су **брзина реакције**, као способност брзог реаговања на видне, слушне и тактилне надражаје, **фреквенца покрета** као способност максимално брзог извођења репетативних покрета константне амплитуде, **брзина појединачног покрета**, као способност извођења једног једноставног покрета максималном брзином и **брзина кретања тела (локомоторна брзина)** као максимално постигнута брзина тела спортисте цикличним и ацикличним покретима. Овим факторима се често додаје и фактор брзине кретања са променама правца (агилност), што се односи на могућност брзог премештања тела по подлози, уз способност евентуалне промене правца или смера кретања, фактор брзине трчања (кратки спринт), што представља способност брзог синхронизованог покретања руку и ногу, и фактор сегментарне брзине, који представља фреквенцију појединачних покрета односно способност брзог и синхронизованог понављања покрета деловима тела у константној амплитуди. Брзина се манифестује и у форми модела од три сегмената: брзине, снаге и координације, а компоненте овог модела су одређене специфичношћу одређене спортске дисциплине. Основна јединица саме структуре трчања представља двоструки корак. Циклус трчања се састоји од наизменичних фаза ослонца и лета, односно фазе када стопало дотакне подлогу до тренутка када напусти исту и фазе која представља интервал између две узастопне овакве радње. Дужина корака се дефинише као растојање између две фазе и она представља најважнији параметар трчања заједно са фреквенцијом. Они се обично налазе у обрнутој пропорцији и индивидуално су условљени (Џош et al., 2010). Дужина корака зависи од морфолошких карактеристика, пре свега дужини доњих екстремитета, реакционе силе подлоге, трајања контактне фазе, динамичке флексибилности зглобова, растојања и ове вредности се могу побољшати развојем координације, брзине, снаге, флексибилности и техником. Број корака у јединици времена представља фреквенцију корака и она је често повезана са самом координацијом мишића и функције самог ЦНС-а који је задужен за регулацију мишићних група агониста и антагониста (Donatti, 1995; Novacheck, 1998).

Са биомеханичког гледишта, прва и последња фаза ослонца су фазе које стварају највеће оптерећење, при чему је део локомоторног система који је најоптерећенији у току трчања управо стопало, а затим се даље снага преноси на сегменте колена и сегмент зглоба кука. Најважније мишићне групе које учествују у сложеним спринтерским покретима су: испружачи стопала (укључујући пронацију и супинацију), мишићи ножног палца (*m. abductor hallucis*, *m. adductor hallucis*, *m. flexor*

hallucis longus, *m. extensor hallucis longus*), стабилизатори зглоба стопала - мишићи листа (*m. triceps surae: m. gastrocnemius i m. soleus*), предњи и стражњи тибидјални мишићи (*m. tibialis anterior, m. tibialis posterior*), и испружачи коленог зглоба (*m. quadriceps femoris: m. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. vastus intermedius, m. rectus femoris*), велики примицач (*m. adductor magnus*)) (Babić, 2005).

Спринт од 100 м традиционално је категорисан у три главне фазе: убрзање, максимална брзина и успоравање (Volkov & Lapin, 1979; Mero et al., 1992). Фаза убрзања се заузврат може раздвојити у почетни (стартни блок и реакцију), средњи и крајњи део. Облик кривуље брзине је конзистентан у зависности од нивоа перформанси, али трајање и квалитет сваке фазе варирају од спортисте до спортисте. Снага, техника и издржљивост специфична за спринт сматрају се кључним темељним одредницама перформанси у трчању на 100 м. Постоји врло јака веза између максималне хоризонталне снаге и перформанси спринта; што је краће растојање спринта, то је већа повезаност с максималним хоризонталним излазом снаге (Haugen et al., 2019). Иако су основни принципи спринта релативно једноставни и регулисани законима кретања, начин на који спортиста решава механичка ограничења и користи степене слободе унутар ових ограничења далеко је сложенији (Haugen et al., 2019).

Перформансе спринта су у великој мери зависне од генетских особина. "Спринтери се рађају, а не стварају" по Францису (Francis, 2013), међутим није јасно који генетски профили дају највећи допринос, јер генетске предиспозиције укључују не само антропометријске карактеристике и пропорције заступљености типа мишићних влакана, већ и способност прилагођавања тренингу. Генерално, елитне спринтерске перформансе припадају полигенском типу наслеђивања, као збирни резултат доприноса и интеракција више мањих генетских утицаја (Haugen et al., 2019).

Иако се дакле, трчање сматра урођеном способношћу, у току периода раста и развоја, долази до побољшања у овој перформанси, а детерминанте су одређене променама у димензијама тела. Већа дужина корака, удружена са већом примењеном силом (као резултат повећања мишићне масе), сматра се кључним у повећању брзине у спринту за време периода раста и развоја (Rowland, 2005). По Rowland-у (2005), ако се процењује улога анаеробног метаболизма у периоду раста и развоја, сматра се да се анаеробни метаболички капацитет у форми гликолитичког капацитета поправља растом и развојем, али да је ипак онтогенетски развој спринта код деце више везан за

антропометријске факторе него за метаболичке факторе. Развој максималне брзине није константан, већ у периоду адолесценције има осцилације, које су везане за морфолошке и моторичке карактеристике, попут повећања дужине корака, а смањења фреквенце корака, при чему ове промене нису резултат само морфолошких промена, већ и резултат нарушавања проприо-рецептивних механизма за контролу покрета (Џоћ, 2010). Највеће разлике у развоју максималне брзине код ученика оба пола, јављају се између 12 и 14 године, са већим варијацијама код дечака услед развоја снаге. Сензитивни период у развоју деце од 9-13 година, сматра се повољним за развој брзине, углавном због развоја централног нервног система (CNS) и стварања мијелинског омотача, који је важан у преносу нервних импулса од CNS-а до активних мишића (Џоћ, 2010).

У оквиру тренажних принципа сматра се да се дугорочни развој перформанси постиже само када су спортисти изложени систематском порасту тренинга оптерећења током времена, а обезбеђен је адекватан опоравак, јер управо овај принцип прогресивног преоптерећења смањује ризик од повреда и претренираности. Тренинг оптерећења у трчању у спринту се одређује низом компоненти као што су модалитет тренинга (нпр. спринт/трчање, тренинг снаге, плиометријски тренинг), трајање, интензитет, периоди одмора, трајање сесије, тркачка подлога и обућа. Подлога и обућа су пресудни и специфични модификатори тренинга оптерећења за спринт. Генерално се претпоставља да што је тврђа подлога, то је веће неуромускуларно оптерећење доњих удова (Francis, 2013). Успешан тренинг у спринту треба да се базира на холистичкој стратегији, у којој су интегрисани физиолошки, технички и ментални аспекти, водећи рачуна о индивидуалном приступу и различитим могућностима спортиста (Ritchie et al., 2018).

2.7 Развој функционалних способности

Сматра се да је ниво аеробне способности условљен функционалним стањем свих метаболичких система који су део транспорта кисеоника и део пута његове утилизације као енергетског горива за рад. Онтогенетска боља максимална потрошња кисеоника у односу на масу тела детерминисана је повећањем величине скелетних мишића и промена у функционалном капацитету енергетских система. Мања величина срца и мања запремина крви у организму деце одређује мањи ударни волумен срца, што представља главно ограничење у бољој аеробној способности. Са

растом и развојем, унапређењем функција кардиоваскуларног и респираторног система, повећањем телесне масе, долази и до развоја боље аеробне способности. Аеробна снага се повећава током година раста и развоја код оба пола слично. У препубертетском периоду се девојчице и дечаци мало разликују, а од 14.године је аеробна снага дечака већа око 15% (Hayes et al., 2013; Rowland, 1994). Утицај тренинга у препубертетском периоду на аеробну способност је знатно мањи у односу на период адолесценције и резултат је побољшања у механичкој ефикасности, а већи утицај у смислу повећања максималне потрошње кисеоника се остварује касније (Hayes et al., 2013; Rowland, 1994).

Анаеробни капацитет (способност да обављају интензивну физичку активност у трајању од неколико минута) код деце је много мањи него код одраслих и прогресивно се повећава током раста и код дечака и код девојчица. Много је мање изучаван код деце у расту и развоју за разлику од аеробне снаге, што изненађује, јер се сматра да је већина активности код деце управо овај вид краткотрајне интензивне активности (engl., „short-burst activity“). Изазови са којима се истраживачи сусрећу су повезаност развојних промена и анаеробне гликолитичке активности. Већи пораст анаеробне снаге јавља се на почетку пубертета, а највише је изражен између 14 и 15 године (Malina & Bielicki, 1992). Ефекат параметара величине тела на перформансе анаеробне снаге су јако повезане са статусом самог сазревања.

3. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

Истраживачи се слажу да је регуларна физичка активност есенцијална за развој моторичких способности деце, како базичних, тако и специјалних. Генерална фраза „Move to learn and learn to move“ (Gallahue & Donnelly, 2003) управо се односи на улогу физичке активности у развоју основних моторичких способности, које ће даље да помогну ефикаснијем развоју fine и специјалне моторике. Са друге стране смањена физичка активност и седентарност доводе до зачараног круга (circulus vitiosus) где та недовољна и смањена физичка активност узрокује не само слабије моторичке активности, већ може да буде и узрок нарушавања здравља и појаве бројних патолошких стања, а посебно метаболичких болести (гојазност, дијабетес и сл.). На питање колика је то физичка активност потребна за нормалан раст и сазревање и одржавање здравља деце и адолесцената, одговор је да је потребно да се деца школског узраста баве дневно 60 минута или више умереном до јачом физичком активношћу која је одговарајућа развојном добу и укључује различите активности (Strong et al., 2005, WHO, 2010). Те физичке активности укључују спорт, игру, рекреацију, шетњу, трчање или неке програме планираног физичког вежбања. Овде се такође указује да моторичка способност има веома важну улогу у бављењу спортом, поготову у доба детињства и адолесценције и да такве особе остају физички активне и у каснијем животном добу. Као најбољи период за побољшање моторичких способности наводи се предшколски период и млађи школски узраст. Овај период се означава и као „прозор отворених могућности“ јер су брзина и лакоћа учења нових способности у овом периоду максимална (Gallahue & Donnelly, 2003). Однос између способности и физичке активности се сматра реципрочним. Очекује се да када се одређене моторичке способности повећавају, да се и учешће у физичкој активности повећава и та повећана партиципација повратно делује на моторичку способност. Ова реципрочна веза је слабија у годинама раног детињства (од 2-8 год.) због различитих фактора који у великој мери укључују спољашње факторе, али и чињеницу да су мање способни да прецизно оцене стварну моторичку способност која би имала утицај на физичку активност. Литературни подаци подржавају ову хипотезу, указујући на ниску до умерену корелацију у односима моторичке способности и физичке активности у предшколској популацији (Williams et al., 2008; Cliff et al., 2009; Robinson and

Goodway, 2009; Robinson, 2011) и деце млађег школског узраста (Morgan et al., 2008; Houwen et al., 2009; Lopes et al., 2011). Код старије деце добијена способност је ближе повезана са стварном моторичком способношћу. Истраживачи указују на умерену корелацију између стварних моторичких способности и физичке активности код деце средњег школског узраста (Jaakkola et al., 2009). Тако Okely и сар. (2001) наводи да је моторичка способност значајно удружена са учешћем у организованим и планираним физичким активностима.

Иако истраживања указују да су уопштено дечаци много боље моторички способнији од девојчица (Barnett et al., 2009; Lopes et al., 2011) и да је тај тренд мање присутан у млађем добу, а показује знатно повећање кроз адолесцентно доба (Thomas and French, 1985; Thomas and Thomas, 1988; Thomas, 1994), то не показује стварну слику јер су девојчице често мање активне у физичкој активности. У студији Cliff et al. (2009) девојчице показују боље моторичке способности. Једна од компоненти моторичких способности је перформанса укупних или бруто моторичких способности која се обично класификује у контролу објекта и локомоторне вештине. Неки подаци говоре да дечаци показују боље способности у контроли објеката, а да су девојчице способније у локомоторним вештинама (McKenzie et al., 2004; Morgan et al., 2008; Barnett et al., 2009). У том контексту ипак се препоручује да се овакве варијабле истражују у физичким активностима у којима одвојено учествују дечаци и девојчице и то у оним физичким активностима у којима они обично учествују и преферирају.

Анализирајући моторичке способности младих фудбалера, кроз тестове Спринт на 10м, агилност кроз Илиноис и Вертикалног скока (тест према Sardžentu) узраста од 10 до 19 год ($15,01 \pm 2,13$), Bugarski i сар. (2013) су показали да анализирани моторичке способности имају тренд да се развијају до 16-17 године, док је период након тога мање могућ. Код дечака узраста од 12-14 година, тестиране моторичке способности се по овим ауторима развијају на рачун критичког, сензитивног периода, док након 15. године, анализирани и посматрани способности исказују напредак на основу пораста мишићне снаге.

Проучавајући развој агилности, Lloyd и сар. (2012) су комбинацијом фундаменталних моторичких способности, вежбама променом правца и тренингом реактивне агилности, установили значајан напредак код предпубертетске и пубертетске

популације, са препоруком да би требало усвојити приступ индивидуалног специфичног тренинга.

Ограничења овог и сличних истраживања је што раст и развој, посебно адолесцената има свој тајминг и темпо, који је често индивидуалан и удружен са хормонским променама у пубертету које су везане за полно сазревање и одрастање. Тако је Ruiz et al. (2009) у обимном систематском прегледу литературе закључила да постоје јасни докази да је виши ниво кардиореспираторног фитнеса у детињству и адолесценцији удружен са здравијим кардиоваскуларним профилем у каснијем животу, да је побољшање у мишићној снази од детињства до адолесценције обрнуто повезано са променама у укупном броју масних ћелија-адипоцита и да је здравија композиција тела у детињству и адолесценцији удружена са здравијим кардиоваскуларним профилем и нижим ризиком од смрти у каснијем животу. Умерени докази су присутни код тврдњи да виши ниво кардиореспираторног фитнеса у детињству и адолесценцији смањују ризик од појаве метаболичког синдрома и ригидности артеријских судова касније у животу, да је повећани кардиореспираторни фитнес обрнуто повезан са променама у липидима и липопротеинима у крви, да је побољшана мишићна снага у детињству и адолесценцији обрнуто повезана са претераном гојазношћу и да нема корелације између композиције тела (нпр. БМИ) и бола у лумбалном делу леђа. Наводи се да ове резултате ипак треба узети са резервом због различитих тестова који се користе за процену физичке кондиције, времена праћења, старосног доба и сл., али да несумњиво постоје докази да висок ниво фитнеса у детињству има позитивно дејство на здравље у каснијем добу живота (Mesa et al., 2006, b, Ruiz et al., 2006b, c).

Литературни подаци везани за спринтерско трчање у популацији младих спортиста оба пола су различити услед различитих методолошких приступа и дизајна истраживања. Тако је, процењујући брзину спринта на 60м (трчање 20м, 40 м, и 60 м) Шнајдер (1982) вршећи испитивања на узорку од 345 ученика основних школа у Загребу, на испитаницима узраста од 13 година, измерио укупно 23 антропометријске варијабле и 4 критеријумске варијабле. Примењујући каноничну корелациону анализу резултати су показали високу конекцију морфолошких варијабли и скупа сета варијабли спринта. Путем изолације два пара каноничких фактора представљеним биомеханичким законима о деловању баластне масе поткожног масног ткива на ефективност функције кинетичког ланца, добијени резултати су упућивали на успешније резултате деце са мањом баластном масом, а преостали канонички фактор

је показао умерено негативну повезаност лонгитудиналних, трансверзалних и циркуларних димензионалности само у сегменту слалом трчања.

У процени релације морфолошких карактеристика и моторичких способности у атлетским дисциплинама типа скок у даљ, скок у вис и спринт на 60м, Загорац (1984) је на узорку од 205 испитаника, узраста од 11 до 13 година, примењујући каноничку корелациону и регресијску анализу утврдио јаку конекцију између морфолошких димензија, моторичких способности и резултата у атлетским параметрима, указујући на доминантни удео експлозивне снаге у атлетским дисциплинама. Аутор је такође указао и на значајну чињеницу да поткожно масно ткиво, као репрезент баластне масе утиче на редукацију релативне снаге и последично негативно утиче на резултате у тркачким дисциплинама.

Јаковљевић и сар. (2012) су упоређивали брзину и агилност код 64 млада кошаркаша узраста 12 година и 54 играча узраста 14 година. Тестови агилности који су били спроведени су: т-тест, зигзаг тест агилности и тест агилности трчање 4x15м, док су тестови брзине били на 20м, 30м и 50м. Коефицијенти корелације су показали да дванаестогодишњи играчи имају исту способност на трчању од 30м и 50м, док су играчи узраста 14 година били бржи, вероватно због вишег иницијалног моторичког потенцијала и бољег развоја силе. Они су показали и бољу моторичку координацију у простору и интензитету кретања, што се преписује дужем периоду тренирања у односу на дванаестогодишњаке.

Меуерс и сар. (2015) су у популацији од 355 дечака узраста од 11 до 15 година испитивали улогу антропометријских варијабли на спринтерску перформансу и указали на повезаност телесне масе и максималне брзине, као и на утицај телесне масе на друге спринтерске параметре.

Гајић и сар. (1981) су на узорку од 608 ученица и 671 ученика узраста 11 до 15 година на подручју Војводине, истраживали структуру експлозивне снаге доњих екстремитета. Применом од укупно 30 моторичких тестова, добијено је осам фактора. Они су се дефинисали као: способност за испољавање значајне силе у експлозивним покретима којима се тело пројектује у даљину, затим експлозивна снага мишића ногу, могућност извођења учесталих покрета доњим екстремитетима, експлозивна снага ударног карактера приликом пројекције тела у даљину, могућност извођења учесталих покрета доњим екстремитетима путем мишића прегибача ногу, могућност ефикасног

развијања ефективне силе у доњим екстремитетима, конципирање покрета експлозивног карактера, спринтерска вештина на кратким деоницама, као и у трци на 100 метара. Аутори су додатно утврдили разлике и специфичности у свим наведеним факторима повезаним са узрастом и полом учесника истраживања.

Kampmiller и сар. (2011) су на великом узорку од 1299 ученика старости 7-18 година, анализирали онтогенетске карактеристике основних кинематичких параметара у максималном спринту, у односу на старост и пол. Аутори су утврдили високу детерминисаност брзине спринтерског трчања и дужине корака у односу на узраст. Брзина трчања у овој студији је била мерена на 10м са летећим стартом од 15м и показала је линеарну тенденцију раста у мушкој популацији, док је у женској популацији она стагнирала већ после 14-15 године. Висока онтогенетска стабилност је била присутна у индикаторима попут фреквенце корака, трајање фазе потпоре и лета, али је она била делимично слабија на почетку пубертета у периоду од 11-15 година, што се повезује са наглим растом и повећањем телесне тежине, који утичу на биомеханику и координацију организма у том периоду. Аутори предлажу евалуацију талента нивоа брзине трчања управо на основу фреквенце корака и трајања фазе потпоре у практичној примени.

Са друге стране, истраживања Врачића, Томаžина и Ћоћа (2009) су показала да се највеће разлике у развоју брзине код ученика оба пола јављају између 12 и 14-те године, нарочито дечака услед развоја снаге, а трајање контактне фазе у спринтерском кораку се код дечака смањује нагло после 12-те године.

Све наведене студије јасно указују на велики утицај соматских и физиолошких процеса везаних за сазревање на спортску перформансу у том периоду, услед чега су неопходна додатна истраживања да би се боље разумела њихова комплексна улога и практична импликација у тренажним процесима.

4. ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ И ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу свега наведеног, проучавање перформансе спринта је веома комплексно са пуно аспеката, морфолошких, моторичких и биомеханичких. Нарочито је комплексно истраживати га у периоду интензивног раста и развоја, када су промене у овом периоду очигледне, хормонски зависне и биомеханички зависне. Иако ове полно-специфичне разлике имају изражен ефекат на тренажни процес, њихов утицај на постављање циљева, планирање и имплементацију тренинга код ученика и ученица различитих узраста, није довољно истражено. То нас упућује на формулацију **проблема истраживања** који се односи на идентификацију успешности спринтерског трчања на основу морфолошких карактеристика, базичних и специфичних моторичких способности у различитим развојним периодима деце од 8 до 15 година и у односу на пол.

Предмет истраживања је дакле спринтерско трчање, као природно и урођено кретање деце и дефинисање промена као последица развоја у различитим узрастним периодима и код оба пола, а кроз процену морфолошких фактора, базичних и специфичних моторичких способности на ову перформансу.

На основу формулисаног проблема истраживања о утврђивању утицаја основних и специфичних моторичких способности, као и морфолошких карактеристика на спринтерско трчање код деце оба пола од 8 до 15 година, могуће је поставити следеће **циљеве истраживања:**

1. Генерални циљ истраживања је утврђивање утицаја морфолошких карактеристика и моторичких способности на спринтерско трчање код ученика и ученица од 8 до 15 година.

Посебни циљеви истраживања представљају:

2. Указати на могуће разлике у односу на пол у морфолошким карактеристикама и моторичким способностима код испитаника различитог узраста.

3. Утврдити релације морфолошких карактеристика и моторичких способности на спринтерско трчање код различитих узрастних група ученика и ученица.

3. Утврдити да ли постоје разлике између узрасних група код ученика у утицају изабраних предикторских варијабли на изабрани критеријумски параметар спринтерског трчања.
4. Утврдити да ли постоје разлике између узрасних група код ученица у утицају изабраних предикторских варијабли на изабрани критеријумски параметар спринтерског трчања.
5. Утврдити да ли тестови за процену предикторских варијабли имају валидне метријске карактеристике коришћењем математичких алгоритама истраживања података.

5. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

У складу са досадашњим сазнањима, као и постављеним проблемом, предметом и циљевима истраживања можемо поставити следеће хипотезе истраживања:

(ХГ) Општа хипотеза претпоставља се да морфолошке карактеристике и моторичке способности имају различити интензитет и карактер повезаности са резултатима постигнутим у тесту процене тркачке способности (SPR60)

(Х1) Очекују се статистички значајне разлике у морфолошким карактеристикама и моторичким способностима код испитаника различитог узраста у односу на пол.

(Х2) Очекују се статистички значајне разлике у утицају морфолошких карактеристика и моторичких способности на брзину локомоције и критеријум трчања - SPR60 као генералног теста локомоторне брзине код различитих старосних група од 8-15 године.

(Х3) Очекује се статистички значајна разлика између узрасних група у утицају предикторских варијабли на резултат критеријске варијабле у тесту спринт на 60 метара код испитаника мушког пола.

(Х4) Очекује се статистички значајна разлика између узрасних група у утицају предикторских варијабли на резултат критеријске варијабле на тесту спринт на 60 метара код испитаника женског пола.

(Х5) Очекује се да математички алгоритими истраживања података (data mining), потврде валидност коришћених предикторских варијабли у односу на задату критеријску варијаблу.

6. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

6.1 Узорак испитаника

Популација испитаника у овом истраживању представљена је популацијом ученика и ученица старости од 8 -15 година, која је подељена у старосне групе (субузорке) од 8-9 година (висина $134,85 \pm 8,28$ цм; тежина $30,53 \pm 5,37$ кг), од 10-11 година (висина $147,72 \pm 7,46$ цм; тежина $37,70 \pm 6,20$ кг), од 12-13 година (висина $159,98 \pm 6,42$ цм; тежина $46,86 \pm 7,52$ кг) и 14-15 година (висина $168,13 \pm 9,55$ цм; тежина $57,30 \pm 7,70$ кг), који су тренирали спринтерско трчање у различитим атлетским клубовима. Полазећи од проблема, предмета и циљева који су постављени као задатак овог истраживања узео се оптималан број субјеката у узорак како би само истраживање било коректно и како би резултати били тачни. Сам узорак испитаника чине 281 ученика и ученица подељених у четири субузорка. Поред тога, испитаници морају да испуне следеће услове: да немају органских и соматских обољења, као и да су физички активни. Испитаници и њихови родитељи су били информисани и усмено и писмено о природи, методама и циљевима истраживања. Пре почетка истраживања добијена су писмена одобрења која се односе на испитанике, а добијена је и сагласност Етичке комисије Факултета, при чему је истраживање и експериментални рад био потпуно у складу са Хелсиншком декларацијом. Током истраживања нико од испитаника није пријавио неки вид здравствених проблема.

6.2 Узорак варијабли

Сагласно постављеним циљевима, дефинисаним задацима и формулисаним хипотезама, истраживање је спроведено применом тринаест варијабли морфолошких карактеристика и петнаест варијабли моторичких способности (базичних и специфичних).

TV – телесна висина

TT – телесна тежина

DN – дужина ногу

ŠR – ширина рамена

ŠK – ширина карлице

OP – обим подколенице

ON – обим надколенице

DK – дијаметар колена

DSZ – дијаметар скочног зглоба

KNT – кожни набор на трбуху

KNP –кожни набор подколенице

KNN – кожни набор надколенице

Процена базичних моторичких способности обухватала је следеће варијабле:

SDM –скок у даљ из мест

TAPR – тапинг руком

PTRU – подизање трупа за 60 секунди

IZGI – издржај у згибу

PNK – предклонна клупици

Процена специфичних моторичких способности обухватала је следеће варијабле:

TROM – троскок из места

TAPNL – тапинг ногом левом

TAPND –тапинг ногом десном

T_Test – тест за процену агилности

BLOS – бацање лопте из основног става

BLSE – бацање лопте из седа

VS5P – вертикални скок преко 5 препрека

VISS – висина скока

Критеријска варијабла:

SPR60 – спринт на 60 метара

6.2.1 Опис и начин мерења морфолошких карактеристика

Сва мерења су вршена у складу са Интернационалним биолошким програмом (ИБП), а за тачност резултата су одговорни стандардни и калибрисани мерни инструменти. Моторичке способности су такође процењене путем стандардизованих тестова.

Морфолошке варијабле припадају следећим латентним морфолошким димензијама: лонгитудиналној и трансверзалној димензионалности скелета, волумену и маси тела, као и поткожном масном ткиву.

Моторичке способности процењиване су одабраном батеријом тестова снаге, агилности, брзине, флексибилности, експлозивне снаге типа спринта и тестовима експлозивне снаге типа скочности.

Телесна висина мери се антропометром по Мартину. У току мерења, испитаници су боси и у опреми за физичко васпитање (шорте и мајица) на чврстој подлози стоје у усправном ставу, исправљених леђа и састављених стопала. Положај главе испитаника омогућава хоризонталну франкфуртску раван. Правилно постављен антропометар са леве стране испитаника контролише испитивач и он треба да буде вертикално постављен дуж задње стране тела, а метални клизач се спушта све док се не дотакне теме испитаника. Тада се читава резултат са тачношћу од 0,1 цм.

Телесна тежина се мери дигиталном вагом која се налази на хоризонталној подлози, при чему испитаници боси стају у усправном ставу на средину ваге, и резултат се читава са тачношћу од 0.1 кг.

Дужина ноге мери се антропометром по Мартин-у. Став испитаника је у истом положају као код мерења висине тела. Спина илиаца антериор супериор одреди се трећим прстом руке која држи хоризонтални крак антропометра, који се затим притисне на спину и очита удаљеност од пода. Резултат се очитава тачношћу од 0.1 cm.

Ширина рамена (биакромијални распон) се мери помоћу скраћеног антропометра по Мартину. При мерењу испитаник је у усправном ставу, релаксираних рамена, мерилац заузима положај иза испитаника и поставља кракове инструмента на спољашњи део оба акромијална наставка лопатице уз лагани притисак на меко ткиво. Резултат се такође очитава са тачношћу од 0.1cm.

Ширина карлице (бикристално растојање) мери се помоћу скраћеног антропометра по Мартину. Испитаник заузима усправни положај при чему су пете састављене, а мерилац заузима положај са задње стране испитиване особе и кракове инструмента поставља на оба гребена карличних костију - цриста илиаца, на тачке где гребене пресеца продужена средња пазушна линија, компримирајући меко ткиво. Резултат се такође очитава са тачношћу од 0.1 cm.

Ширина кукова (битрохантеријални распон) одређује се помоћу скраћеног антропометра или пелвиметра. Испитаник стоји усправно, у природном положају, паралелних ногу и стопала. Кракови скраћеног антропометра постављају се на оба трохантера на најширем месту (уколико се код гојазних особа трохантери тешко опипавају, испитанику се каже да мало подигне ногу и то ће омогућити правилну палпацију. Тачност мерења је 0.1 cm.

Обим потколенице се мери помоћу металне мерне сантиметарске траке при чему испитаник заузима положај лаганог искорака, је испитаник у лаганом раскораку, са тежином тела распоређеном на обе ноге. Мерна трака се обавија око потколенице, на најширем месту горње трећине. Резултат се очитава са тачношћу од 0.1 cm.

Обим надколенице се мери помоћу сантиметарске траке. Испитаник стоји у лаганом раскораку, тежина је распоређена на обе ноге. Сантиметарска трака обавија најшири део ноге у водоравној линији испод глутеалне бразде.

Дијаметар колена или бикондиларна ширина бедрене кости се код деце мери клизним шестаром, а код одраслих може кефало-скраћеним антропометром.

Испитаник заузима положај са ногом савијеном у колену под правим углом, док стопало лежи положено на равну подлогу. Мерилац одређује ширину најизбоченијих делова доњег дела бедрене кости и исту мери. Клизни шестар се поставља краковима на тачке медијалног и латералног епикондилуса. Кракови клизног шестара постављају се на конвексне наставке медијални и латерални епикондилус бутне кости - фемура при чему се меко ткиво компримира.

Дијаметар скочног зглоба мери се клизним шестаром код деце, а код одраслих може и кефало-скраћеним антропометром. Док испитаник седи, колена су савијена под правим углом, а стопало је положено на равној површини. Кракови мерног инструмента се полажу на оба малеоларна наставка док се при том компримирају меки делови. Мери се ширина левог скочног зглоба.

Кожни набор на трбуху мери се калипером, при чему је испитаник у усправном положају. Мерилац подигне водоравни набор коже помоћу кажипрста и палца левом руком у нивоу пупка, као и 5 цм десно од њега и ухвати краковима калипера, водећи рачуна да се не ухвати и мишићно ткиво. Мерење се понавља три пута, при чему је коначна вредност централна вредност. Резултат се очитава поузданошћу од 0.1 цм.

Кожни набор надколенице мери се помоћу калипера код испитаника који је или ослењен на ивици стола или стоји при чему је једна нога испружена а друга релаксирана. Хватајући кожу палцем и кажипрстом меримо направљени кожни набор у висини где се мери обим надколенице са предње стране. Мерење се врши три пута, а уписује се просечна вредност. Тачност мерења је 0.2 мм.

Кожни набор потколенице процењује се калипером код испитаника који седи, а нога која се мери је флектирана у колену. Мишиће пре мерења протрести и прстима леве руке подигне се са спољне стране потколенице на најширем месту набор коже, прислоне краци калипера и очита вредност при притиску од 10 гр/мм² коже. Мери се три пута у низу са мерењима осталих набора и узима се средња вредност.

Седећа висина мери се антропометром тако да испитаник седи на столу испруженог трупа са главом у „франкфуртској хоризонтални“ и са коленима савијеним под правим углом. Антропометром се мери размак од седне површине до врха темена.

6.2.2 Опис и начин мерења базичних моторичких способности

Скок у даљ из места (тест за процену експлозивне снаге мишића ногу)

Место извођења: Било која просторија или нека врста отвореног простора минималних димензија 4 x 2 метра. Струњаче су поређане једна иза друге својим ужим деловима, а одскочна даска је на једном од крајева струњаче с тим да је нижи део те даске окренут ка струњачи. Мерна трака је поред струњаче, при чему је почетак траке на ивици одскочне даске, а присутна је и кутија која садржи магнезијум у праху или евентуално у коцки.

Испитаник стоји лицем окренутим ка струњачама а стопала су му при самој ивици одскочне даске, при чему су му стопала намазана магнезијумом.

Извођење задатка: Испитаник треба да скочи напред суножно што може даље, при чему се задатак понавља три пута без паузе.

Положај испитивача: Задатак помоћника испитивача је да проверава положај прстију стопала испитаника да не прелазе ивицу даске, затим се након извођења последњег исправног скока мерном траком мери најкраће растојање од одскочне даске до места доскока које се евидентира отиском пете испитаника. Сваки отисак пете испитивач кредом обележава и на крају последњег скока, испитивач утврђује најдаљи скок.

Оцењивање: Крајњи резултат који се уписује представља најдужи од три исправно изведена скока, изражен у сантиметрима. Након сваког изведеног скока струњача се брише влажном крпом или сунђером. Овај задатак процењује експлозивну снагу опружача ногу.

Тапинг руком (тест за процену фреквенције покрета руком)

Време рада: 20 секунди по једном испитанику.

Број испитивача: Један.

Реквизити: Даска за тапинг руком - даска дужине 96 цм, ширине 12 цм и дебљине 1 цм, а уколико не постоји даска ових димензија може се искористити обележена школска клупа Размак унутар унутрашњих ивица квадрата је 50 цм, а са линијом од 30 цм значи се средина тих димензија. Од реквизита потребна је и једна столица и штоперица.

Опис места извођења: Тест се изводи у просторији, међутим може и на отвореном простору, на равној подлози, чије су минималне димензије 2 x 2 м. На страни са обележеним квадратима поставља се столица у којој седи испитаник а на другој столици седи испитивач.

Задатак: Испитаник седи на столици тако да му је длан леве руке на линији између обележених квадрата, док десну руку ставља укрштено преко леве са дланом постављеним у леви квадрат при чему леворуке особе ово раде супротно. Док седи, ноге испитаника стоје у размакнутом положају на тлу или подлози. На знак „сад“ у временском интервалу од 15 сец испитаник додирује прстима десне руке обе плоче наизменично и то обично само једанпут уз пробни покушај, са прекидом након истеклог времена и командом „стоп“.

Положај испитивача: Место испитивача је насупрот испитаника односно преко пута испитаника са другог краја стола. Испитивач задаје команде и контролише начин извођења теста и одређује бројањем исправно одрађене ударце по квадратима.

Оцењивање: Крајњи резултат је број исправно урађених наизменичних додир прстима по плочи, који је остварен у задатом времену од 15 секунди, односно од команде „сад“. Овај тест процењује брзину фреквенције покрета руком.

Подизање трупа за 60 секунди (тест за процену репетитивне снаге мишића трупа)

Време рада: Процена трајања теста за једног испитаника је 1 минут

Број испитивача: 1.

Реквизити: струњаче, штопераца

Опис места извођења: Сала минималних димензија 2x2 м или отворени простор истих димензија.

Почетни положај испитаника: Испитаник лежи на струњачи на леђима док су колена савијена под углом од 90°. Стопала су на подлози размакнута у ширини кукова док су руке на грудима укрштене са длановима која дохваттају супротна рамена. Ноге испитаника су фиксирани обично држањем од стране помоћника испитивача.

Положај испитивача: Испитивач је испред испитаника и он му фиксира стопала уколико то не ради помоћник, затим контролише време и прати број подизања из тог положаја

Извођење задатка: На команду „сад“ испитаник се најбрже што може подиже у сед, лактовима додирује бутине и потом враћа у првобитни положај. Наизменична дизања и спуштања изводе се у временском трајању од 60 с. Задатак се завршава по истеку времена од 60 сец или раније ако испитаник није више у стању да се подигне у положај седа.

Оцењивање: Крајњи резултат означава укупан број исправно изведених покрета подизања трупа у току задатог временског интервала. Овим задатком врши се процена репетитивне снаге мишића трупа.

Издржај у згибу (тест за процену издржљивости у сили/снази)

Време теста: 1.5-2 мин по испитанику.

Број испитивача: 1 и евентуално 1 помоћник.

Реквизити: Струњача, столица, вратило, штоперица

Опис места извођења: Тест се изводи у просторији на вратилу постављеном на одскочну висину. Струњача се поставља испод вратила и на њој је столица потребна за пењање испитаника.

Задатак: Испитаник се помоћу столице пење и хвата у ширини рамена потхватом вратило док је тело вертикално пружено, а столица се одмиче.

Извођење задатка: Задатак испитаника био је да се подигне савијајући руке у лакту до положаја да му је брада у висини вратила и да задржи положај у згибу што дуже може са опруженим телом.

Крај извођења задатка: Завршетак теста је евидентиран оног тренутка када испитаник или спусти браду испод нивоа вратила или заврши тест правилним извођењем у временском трајању од 120 сец.

Положај испитивача: Помоћник помаже испитанику да се подигне у потребан положај, склања затим столицу и испитивач укључује штоперицу тог тренутка када испитаник буде у подигнутом исправном положају, а помоћник престаје са асистенцијом. Испитивач је у положају испред и са десне стране испитаника при чему све време контролише правилно извођење задатка и правилан положај мерећи време издржаја.

Претклон на клупици (тест за процену флексибилности задње ложе бута)

Инструменти: Клупица висине до 40 цм, дрвени обележени метар на сантиметре дужине 60 цм.

Задатак: Испитаник је у суножном положају на клупици при чему су врхови прстију уз саму ивицу клупе и у таквом положају претклања се да дохвати дрвени метар што може ниже и дубље. Испитаник има право на три покушаја, при чему се као резултат узима најбољи покушај.

Оцењивање: Мери се дубина дохвата дрвеног метра која се читава и изражава у цм.

6.2.3 Опис и начин мерења специфичних моторичких способности

Троскок из места (тест за процену експлозивне снаге)

Овај тест се изводи тако што из почетног статичног положаја испитаник координисано са спуштањем у положај чучња изводи такозвано заручење, након тога максимални одраз уз замах рукама и затим суножно скаче што може даље. Крајњи резултат испитаника представља дужина исправног скока израженог у сантиметрима почевши од обележене линије до задњег дела отиска пете које се налази најближе месту одраза. Тест се понавља три пута заредом, а констатује се најбољи резултат.

Инструменти: кожане струњаче од 2 м (комада 5), ширине 7-10 цм, гумени храпави тепих дужине 10 м и метална мерна трака.

Задатак: Суножни доскок на струњачу са гуменога тепиха изводи се три пута.

Оцењивање: Резултат који се бележи у сантиметрима је дужина скокова у односу на одразну линију.

Тапинг ногом (тест за процену брзине фреквенције доњих екстремитета)

Опис места извођења: Тест се може изводити или у сали или на отвореном и то на равном подлози минималних димензија 2x2 м.

Реквизити: Правоугаона даска димензија 30 x 60 x 2 цм, на којој се вертикално између дужих страница поставља по средини даска чије су димензије 15 x 60 x 2 цм, столица и штоперица.

Задатак: Овај задатак се изводи у спортским патикама, при чему испитаник седи на предњем делу столице у наслањајућем положају при чему су руке ослоњене на струк. Испред столице је даска за тапинг која се својом ужом страном упире о десну ногу столице, а супротну страну испитивач фиксира стопалом. Своју леву ногу испитаник поставља поред дрвене конструкције на тло, а десну на постоље са леве стране преграде.

Извођење задатка: Задатак почиње да се изводи командом “сад” када испитаник најбрже што може пребацује с једне стране преграде на другу своју десну ногу, додиријући целом површином стопала или његовим предњим делом хоризонталну даску постоља. Време извођења задатка је 20 сец од команде “сад”, при чему се задатак понавља четири пута.

Оцењивање: Сваки правилно изведени двоструки ударац бележи 1 бод, а крајњи резултат је укупан број бодова за задато време од 20 сец. Постоје одређена правила по којима се не бодује недовршени циклус, као и ако испитаник није на време успео да врати ногу у почетну позицију.



Slika 3. Izvođenje testa za procenu agilnosti- taping nogom

Т-тест (тест за процену агилности)

Реквизити: Чуњеви, фотоћелије, пиштаљка.

Опис задатка: Четири конуса се постављају у облику слова Т. Сваки конус је од другог удаљен 5 м. Сваки испитаник је добио исте упуте за тест и визуелни приказ-демонстрацију. Почетак је у тачки А, када испитаник почиње да трчи што је брже могуће напред до тачке Б, додирује десном руком конус, затим скреће лево до Ц конуса без принудних корака, додирује конус левом руком, потом се окреће и трчи до конуса Д кога додирује десном руком, затим се поново окреће и трчи до конуса Б кога додирује са леве стране и скрећући лево трчи до циља а то је почетни конус А. По имплементацији првог извођења, одмара се 1 мин, а затим се тестирање понавља. Сваки испитаник је имао два теста, а време се мери штоперицом прецизно у десетинкама секунде.

Вертикални скок преко пет препрека (тест за процену брзине покрета и експлозивне снаге)

Реквизити: Пет препрека, висине 30 см, штоперица.

Опис задатка: Препреке се постављају тако да између сваке буде раздаљина од 1 метра. Тест се изводи тако да се мери време од тренутка када почиње одраз испред прве препоне, па до тренутка када испитаник доскочи иза задње препоне. Циљ је да се измери време које испитаник потроши да би прескочио свих 5 препрека.

Вертикални скок МСЈ (тест за процену експлозивне снаге доњих екстремитета)

Динамичке варијабле вертикалних скокова одређене су помоћу плоче притиска (600x 400, тип 9286А, KistlerInstrumente AG, Winterthur, Шvicарска). Тест је извођен тако што су испитаници стали на „Кистлер“ платформу за мерење сила реакције подлоге, и потом изводили максималан вертикалан скок из получучња с припремом тела. Припрема тела подразумевала је спуштање тела у получучањ, са коленима згрченим од око 90° и претклона трупа, руке су испружене дуж тела, и из тог положаја су изводили максималан вертикалан скок. Скок се изводи без замаха руку. Испитаник

се креће максимално у ваздух и спушта се ногама. Скок у супротном смеру, испитаник је у почетном положају равно, онда са било којом покретном стратегијом врши супротан покрет и скок. Ми смо у анализи узимали у обзир следеће варијабле: VISS - висина скока (cm).

Бацање лопте из основног става (тест за процену специфичне експлозивне снаге руку)

Тест се изводи тако што се мери брзина кретања лопте.

Потребна опрема: лопта, радар, адекватан простор

Извођење теста: Испитаник се налази у основном ставу стојећи, затим баца лопту, а радар је постављен на удаљености од 6 m.

Бацање лопте из седа (тест за процену експлозивне снаге руку)

Тест се изводи тако што се мери брзина кретања лопте.

Потребна опрема: лопта, радар, адекватан простор

Извођење теста: Испитаник баца лопту из седећег положаја при чему је радар постављен на удаљености од 4m.

6.2.4 Опис и начин мерења критеријске варијабле

Спринт на 60 метара, крајње време

Сврха теста: Одредити брзину и убрзање

Извођење теста: Овај тест подразумева достизање максималног спринта преко 60 метара, при чему се бележи крајње време. Након темељног загревања почиње се са стартним положајем, једно стопало испред другог, с тим што је предња нога на стартној линији. Асистент који мери време стоји на циљној линији са високо подигнутом руком. Уз одговарајући сигнал учесник креће са стартне линије, при чему асистент укључује штоперицу, а стомира је кад учесник својим грудним косем пређе циљну линију. Мерење времена трчања са саставом фотоћелија (BROWER Timing System -USA). Почетак трчања – високи старт. Старт је аутоматски, када испитаник прекине прву фотоћелију (као код алпског скијања)

6.3 Статистичка обрада података

У овом раду, примењена је метода дескриптивне статистике и израчунати су основни параметри везани за морфолошке карактеристике и моторичке способности. Приказан је број тестираних испитаника (N), приказана је средња вредност, као и стандардна девијација за све посматране параметре.

Примењена је корелација – поступак за статистичку процену повезаности између две посматране варијабле. За израчунавање коефицијента корелације коришћен је Пирсонов метод израчунавања којим се показује утицај величине промене вредности једне варијабле на промене вредности осталих варијабли.

За израчунавање степена објашњене заједничке варијансе резултата система варијабли, коришћена је вишеструка (мултипле) линеарна регресиона анализа. У оквиру ове анализе, израчунати су: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, Ф- тест укупног слагања, Р- статистичка значајност, β - индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријумску варијаблу, t - тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријумску варијаблу, p - ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријумску варијаблу.

Затим, за разлике између узрасних група у моторичким способностима и морфолошким карактеристикама, коришћена је униваријантна анализа варијансе (ANOVA) и post hoc test, Tukey HSD

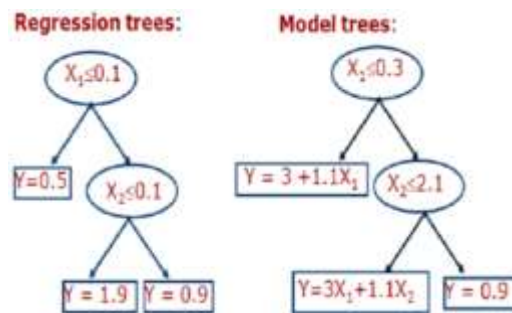
Алгоритми, коришћени за статистичку обраду података:

Стабла одлучивања- Овај алгоритам се може употребљавати за решавање како класификационих тако и регресионих проблема (Quinlan, 1986). Суштина алгоритама стабла одлучивања, било да се ради о класификационим или регресионим стаблима, јесте да се на основу обуке на одређеном скупу узорака прогнозира непозната величина на новом узорку, који се у општем случају у потпуности не поклапа (не подудару) ни са једним узорком присутним у скупу за обуку.

Основна разлика између класификационих и регресионих алгоритама је у томе што класификациони алгоритми на основу вредности мерљивих обележја новог узорка

покушавају да га сврстају у неку од коначно много предефинисаних класа (којима припадају и узорци из скупа за обуку), док регресиони алгоритми на основу вредности мерљивих обележја (атрибута) новог узорка покушавају да предвиде непознату континуалну вредност коју има одређени атрибут (обележје) новог узорка. Улазне вредности (атрибути) могу бити било ког типа, а излаз (припадност одговарајућој класи у случају класификације или нумеричка вредност у случају регресије) се одређује једноставно, спуштањем низ стабло гранама које одговарају вредностима атрибута.

Регресиона стабла (regression trees) се користе приликом решавања регресионих проблема. Она у сваком чвору садрже одговарајући регресиони модел заснован на неким вредностима атрибута. Регресиони модел је функција која може бити константна (нпр. средња вредност излаза свих примера у чвору), линеарна (која зависи од једног или више атрибута) или произвољна (нелинеарна).



Слика 4. Пример регресионог стабла (izvor: Mohammad Azzeh, 2011, str. 20-21)

Кључни фактор овог алгоритма је у избору најбољег атрибута кога је потребно поставити у тренутно активни чвор, а на основу кога се стабло даље грана.

Процес креирања модела је тзв. рекурзивно партиционисање (рекурсиве партиционинг) односно понављано дељење података на партиције (делове) све до крајњег чвора који садржи предвиђену вредност излазне променљиве.

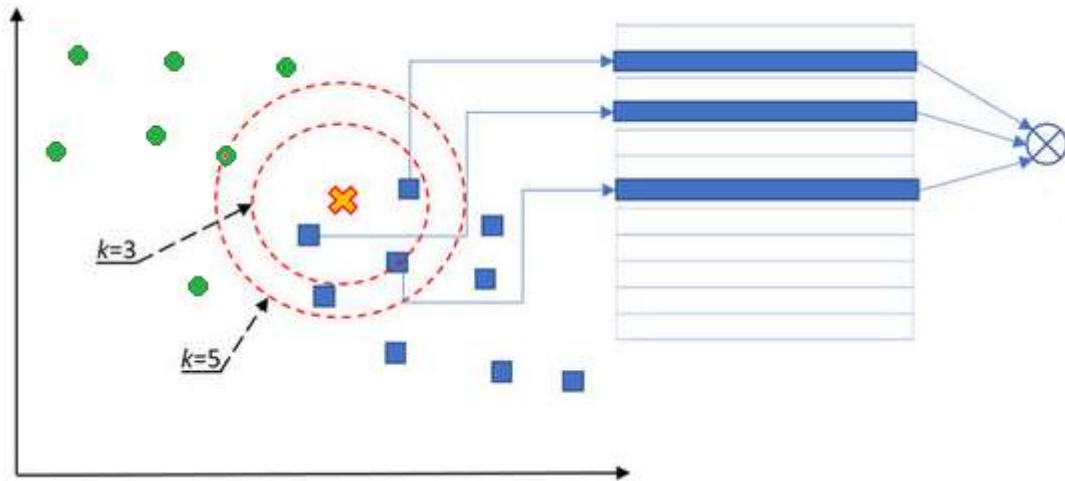
Након креирања регресионог стабла оно се користи се за предвиђање излазних вредности нових примера који нису учествовали у изградњи стабла. Предвиђање излазних вредности се своди на „спуштање“ низ стабло, низ одговарајуће гране, а завршава се у једном од крајњих чворова стабла у коме ће му, на основу функције помоћу које се израчунава излаз, бити додељена израчуната вредност. Најчешће се

регресиона стабла израђују помоћу софтверских алата који користе различите алгоритме, међу којима је најзаступљенији М5П (Wang & Witten, 1996).

Метода к– најближих суседа (k-Nearest Neighbors k-NN) функционише на начин који је веома сличан људском начину размишљања и веома је једноставна. Она припада тзв. лењим методама (Lazy methods), методама које су засноване на примерима (инстанцама) и реализује се тако што се у скупу примера за учење траже примери који имају најсличнија својства и познато понашање, па се претпоставља да ће се посматрани пример најсличније понашати као његов најближи сусед.

Наиме, када се помоћу методе к– најближих суседа разматра нови пример, бира се к примера најближих новом примеру и на основу њих се врши предвиђање (Kerber & ChiMerge, 1992; Hall, 2000). Циљна функција код овог алгоритма може имати или дискретне или непрекидне вредности. У случају дискретних вредности резултат предвиђања је одредница класе којој следује већина од поменутих к најближих суседа. Када се ради о резултату који је непрекидна величина, рачуна се средња вредност излаза к најближих суседа. Како би алгоритам к најближих суседа био што ефикаснији, потребно је извршити добар избор за вредност к, јер се за веома мало к јавља осетљивост на „шум“, а за веома велико к суседи могу да укључе и примере из других класа. Обично се у пракси усваја неки непаран број (1, 3, 5, ...) како се не би појављивали примери да једнак број суседа “улази” у више класа.

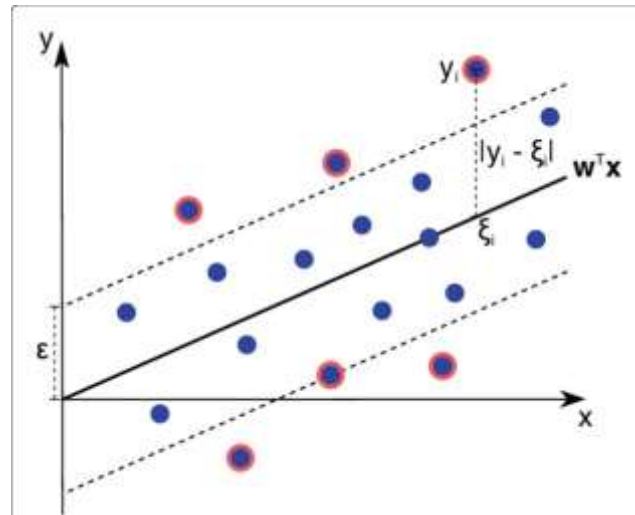
За одређивање блиских суседа алгоритам израчунава растојање између посматраног и свих модела за учење. Удаљеност се најчешће дефинише Еуклидским растојањем (Euclidean distance) (Han & Kamber, 2012) мада се могу користити и Менхетн удаљеност (Manhattan distance) или удаљеност Минковског (Minkowski distance).



Слика 5. Пример алгоритма к најближих суседа за регресију (izvor: Oleg Antropov, Yrjö Rauste, Tuomas Häme & Jaan Praks; 2017.)

Метода вектора подршке или метода потпорних вектора (Support Vector Machine – SVM) представља скуп сличних алгоритама надгледаног учења који спадају у групу најуспешнијих алгоритама који се користе како за проблеме класификације, тако и за регресионе проблеме, а основна идеја метода потпорних вектора је да се у скупу коначног броја података уоче модели (релације) који важе за тај скуп. Идентификацијом и учењем ових модела алгоритама ће бити у стању да изврши предикцију (прогнозирање) над новим подацима.

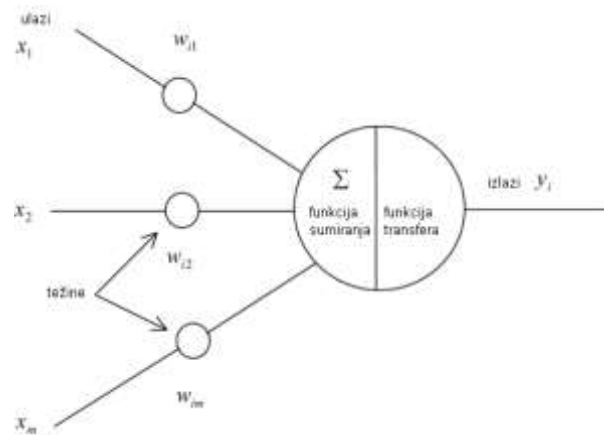
За решавање регресионих проблема излази се дефинишу у виду континуалне (неперкидне) променљиве. Функција регресије вектора подршке (Support Vector Regression – SVR) представља модификацију методе вектора подршке (SVM) и прилагођена је за решавање проблема регресије. То је уствари такозвани тип (SVR оптимизационих алгоритама који служе за детекцију односа у скуповима података. Заснива се на „пресликавању“ скупа података, помоћу Кернел трика (Kernel trick), из изворног у вишедимензиони карактеристични простор (feature space) где је могуће тзв. нелинеарне релације представити једноставним линеарним функцијама (Fletcher, 2009; Bishop, 2006). Метода вектора подршке пружа боље предвиђање нових података (узетих из скупа за тестирање) у односу на друге методе. Осим тога, омогућава јединствено оптимално решење за нерешено стање у тренирању и захтева присуство мањег броја параметара за повећање сфикасности (оптимизацију).



Слика 6. Функција регресије вектора подршке (izvor, Lars Rosenbaum, Alexander Dörr, Matthias R Bauer, Frank M Boeckler & Andreas Zell; 2013.)

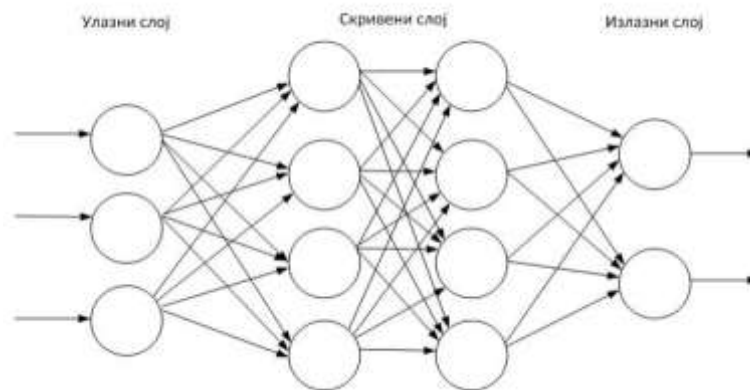
Модус путем којег се одређени вештачки неурони конектују прецизира топологију или архитектуру мреже. Посматрајући њихову архитектуру, неуронске мреже се могу поделити на: мреже са директним простирањем сигнала (feedforward neural networks) (једнослојне или вишеслојне) и рекурентне неуронске мреже (recurrent neural networks) (са директним (feedforward) и повратним (feedback) простирањем сигнала) (Gurney, 2004). За избор одговарајуће архитектуре не постоји генерална препорука, већ у највећој мери зависи од динамике проблема који се решава.

Током процеса обраде података кроз тзв. вештачки неурон, појединачни улази се множе са тежинским коефицијентом, потом сумира и одређује степен активационог сигнала у том неурону. Даље се излазни сигнал након сумирања путем активационе функције процесуира у циљу да би се установио излазни сигнал из неурона. Тежински коефицијенти представљају кључне елементе неуронске мреже, јер њиховим подешавањем мрежа „учи“. Функција сумирања (сума производа улазних елемената у атрибут са одговарајућим тежинским коефицијентима) представља укупан „надражај“ који остали неурони шаљу конструктивном неурону.



Слика 7. Вештачки неурон (izvor: <https://www.mycity.rs/Nauka/Primena-vestackih-neuronskih-mreza-kroz-softver-Synapse.html>)

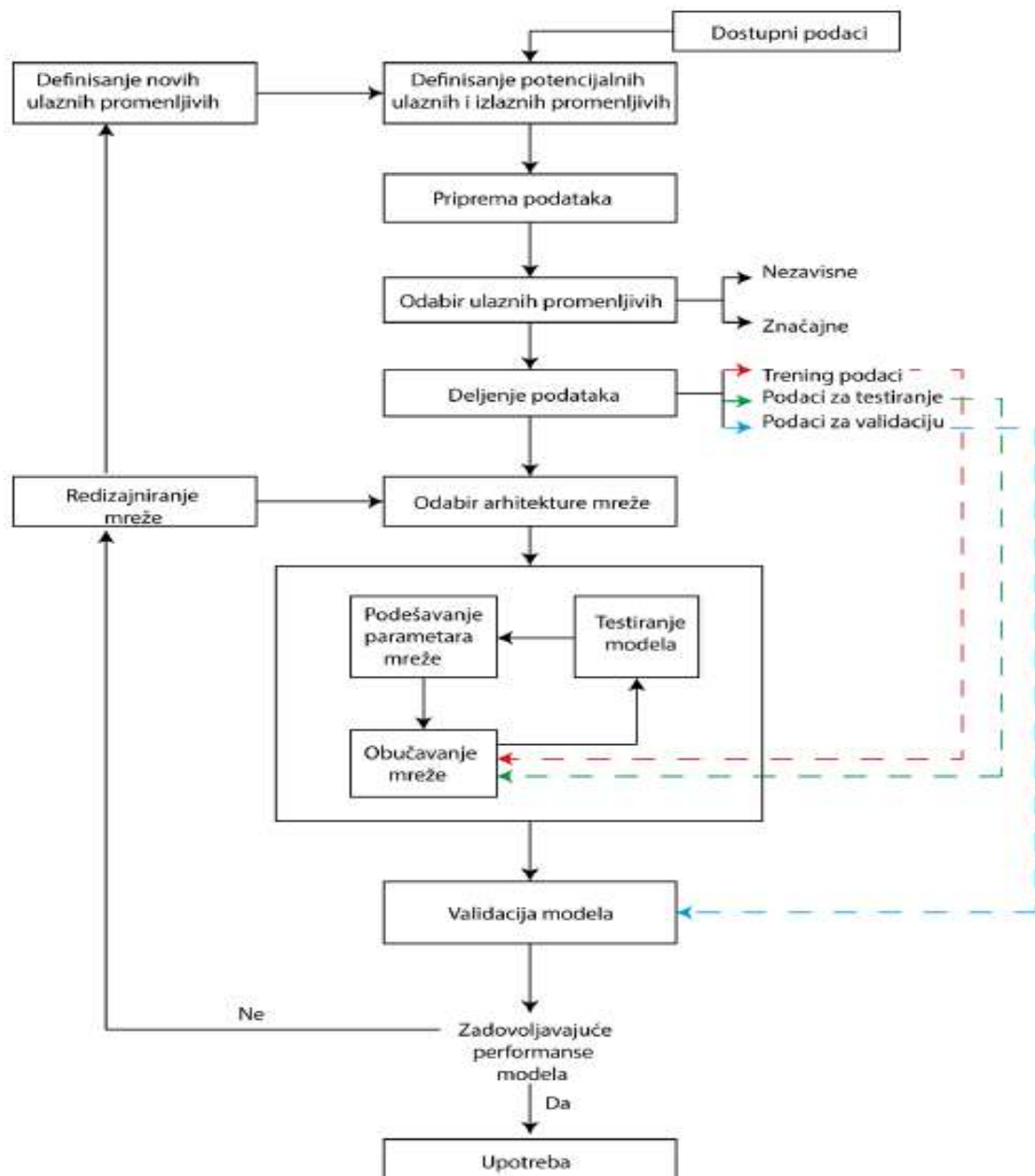
Перцептрон састављен од два конектована улазна и излазна слоја неурона представља најједноставнију форму неуронских мрежа. Међутим, за решавање проблема у пракси се најчешће користе неуронске мреже које су углавном формиране из једног тзв. улазног слоја, једног или више тзв. скривених слојева ((hidden layers) и једног излазног слоја – што означава тзв. вишеслојне неуронске мреже (енгл. Multi-Layer Perceptron - MLP) (Најкин, 1994).



Слика 8. Слика вешеслојне неуронске мреже (izvor: https://subscription.packtpub.com/book/big_data_and_business_intelligence/9781785280115/1/ch011v11sec9/using-neural-networks-in-data-science)

Помоћу неуронских мрежа веома успешно се решавају сви проблеми код којих постоји нека зависност између улазних и излазних варијабли, без обзира на велику

сложеност те везе (нелинеарност). Дакле, неуронске мреже, као прорачунски алат, могу помоћу математичких и експериментално добијених података да изведу окружење система, како једноставних, тако и оних сложених са значајним бројем моћних величина који проузрокују и појединачне ефекте али и оне који су непредвидљиви (Миљковић & Александрић, 2009).



Слика 9. Шематски приказ процеса развоја неуронске мреже (izvor; Jakeman AJ, Letcher RA & Norton JP.2006.)

RBF (RBF – Radial Basis Function) неуронска мрежа се састоји из три слоја неурона: улазног, скривеног и излазног слоја, при чему се као активационе функције неурона у скривеном слоју користе функције са радијалном основом, а као активациона функција RBF неурона најчешће се користи Гаусова функција.

Што се тиче евалуације модела, најчешће коришћени алгоритми за поделу података су: метод тестног узорка (holdout method), унакрсна валидација (cross validation) и бутстрап (bootstrap) (Borovicka et al., 2012).

Евалуација модела регресије има за циљ да обезбеди квалитет апроксимације циљне функције. Оцењивање квалитета регресионих модела се најчешће врши израчунавањем неке од следећих грешака: средња апсолутна грешка (Mean Absolute Error - MAE), резидуална сума квадрата (Residual Sum of Squares - RSS), средње квадратна грешка (Mean Square Error - MSE), затим корен средње квадратне грешке (Root Mean Square Error - RMSE), релативна апсолутна грешка (Relative Absolute Error - RAE), коефицијент детерминације (coefficient of determination - R^2), резидуална стандардна грешка (Residual Standard Error - RSE) (Cichosz, 2015).

Модел је бољи уколико су му ниже вредности статистичких показатеља осим R^2 .

Нека је:

$y_{exp}(i)$ –измерена вредност i -тог примера

$y_{mod}(i)$ –предиктивна вредност i -тог примера

n – број примера за тестирање модела

$$\bar{y}_{exp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{exp}(i)$$

Тада је

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{exp}(i) - y_{mod}(i)|$$

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_{exp}(i) - y_{mod}(i))^2$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{exp}(i) - y_{mod}(i))^2$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{exp}(i) - y_{mod}(i))^2}$$

$$RAE = \frac{MAE}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{exp}(i) - \bar{y}_{exp}|} = \frac{\sum_{i=1}^n |y_{exp}(i) - y_{mod}(i)|}{\sum_{i=1}^n |y_{exp}(i) - \bar{y}_{exp}|}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_{exp} - y_{mod}(i))^2}{\sum_{i=1}^n (y_{exp}(i) - \bar{y}_{exp})^2}$$

$$RSE = \sqrt{\frac{RSS}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{exp}(i) - y_{mod}(i))^2}{n-2}}$$

Како би се тестирала могућност употребе мера поузданости предвиђања израчунате су вредности Пирсоновог коефицијента корелације између мера поузданости предвиђања и грешака предвиђања.

Развој и примена алгоритама истраживања података захтева коришћење моћних софтверских алата. Не постоји идеалан алат који одговара свим проблемима истраживања података. За реализацију проблема истраживања у овом раду коришћен је софтверски алат WEKA.

WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) је „open source“ радно окружење развијено у програмском језику Java. Она има подршку за свеукупан процес изучавања података почев од припреме података, преко учења и оцењивања, до графичког приказа резултата анализе. Као програмско решење отвореног кода, Њека омогућава коришћење великог броја уграђених алгоритама, али се такође може и прилагодити потребама конкретног проблема (Witten & Mark, 2011).

Њека садржи мноштво алгоритама као подршку методама за истраживање података, од којих су у овом раду коришћени:

Вишеструка линеарна регресија - LR

Регресиона стабла – M5

Метода к најближих суседа - KNN,

Метода вектора подршке – SVM

Неуронске мреже - MLP

РБФ неуронска мрежа - RBF

Модели су тестирани употребом 10-струке унакрсне валидације и методом тестног узорка. За методу тестног узорка комплетан скуп узорака је, коришћењем RESAMPLE филтера (који је имплементиран у софтверском пакету WEKA) подељен на два међусобно независна подскупа: тренинг скуп који се састоји од $\frac{2}{3}$ укупног броја узорака који се користи за учење и тест скуп који садржи $\frac{1}{3}$ укупног броја узорака који се користи за тачност предвиђања.

7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

7.1 Дескриптивна статистика морфолошких карактеристика

Основни дескриптивни статистички подаци за одређене морфолошке карактеристике испитаника оба пола, узраста од 10 – 16 година, подељено у четири субузорка и то: 8-9 (u10) година, 10-11 (u12) година, 12-13 (u14) година и 14-15 (u16) година, приказани су у табели 9. Приказан је број тестираних испитаника (N), приказана је средња вредност, као и стандардна девијација за све посматране варијабле. Укупан број тестираних испитаника износио је 281 (N=281) и то, 107 ученика, 174 ученица.

Варијабле за процену морфолошког статуса: Лонгитудиналне димензије: телесна висина (TV), дужина ноге (DN), седна висина (SV). Трансверзалне димензије: ширина рамена (ŠR), ширина карлице (ŠK), дијаметар колена (DK) дијаметар скочног зглоба (DSZ). Телесна маса и волуминозност: ОП (обим потколенице), ОН (обим натколенице) телесна тежина (ТТ). Параметри поткожног масног ткива укључују: кожни набор потколенице (KNP), кожни набор на трбуху (KNT), кожни набор натколенице (KNN).

Табела 1. Основна дескриптивна статистика морфолошких карактеристика оба пола

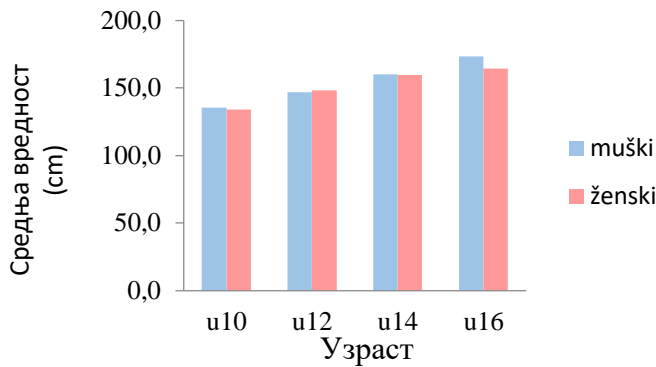
kategorija		N	Srednja vrednost	Std. Devijacija	
TV	u10	muški	34	135.71	8.86
		ženski	43	134.17	7.83
		ukupno	77	134.85	8.28
	u12	muški	30	146.89	7.06
		ženski	71	148.07	7.65
		ukupno	101	147.72	7.46
	u14	muški	29	160.10	7.32
		ženski	41	159.90	5.80
		ukupno	70	159.98	6.42
	u16	muški	14	173.31	9.83
		ženski	19	164.31	7.48
		ukupno	33	168.13	9.55
	Ukupno	muški	107	150.37	15.23
		ženski	174	149.20	12.69
		ukupno	281	149.65	13.70
TT	u10	muški	34	30.84	5.19
		ženski	43	30.29	5.56
		ukupno	77	30.53	5.37
	u12	muški	30	36.19	5.74
		ženski	71	38.34	6.32
		ukupno	101	37.70	6.20
	u14	muški	29	46.22	8.38
		ženski	41	47.32	6.92
		ukupno	70	46.86	7.52
	u16	muški	14	59.50	7.88
		ženski	19	55.67	7.34
		ukupno	33	57.30	7.70
	Ukupno	muški	107	40.26	11.63
		ženski	174	40.36	10.22
		ukupno	281	40.32	10.76
DN	u10	muški	34	68.19	5.98
		ženski	43	67.68	5.18
		ukupno	77	67.91	5.52
	u12	muški	30	75.00	4.71
		ženski	71	76.40	4.52
		ukupno	101	75.99	4.60
	u14	muški	29	83.39	5.26
		ženski	41	82.76	3.78
		ukupno	70	83.02	4.43
	u16	muški	14	88.90	5.91
		ženski	19	83.61	5.13
		ukupno	33	85.85	6.00
	Ukupno	muški	107	76.93	9.20
		ženski	174	76.53	7.42
		ukupno	281	76.68	8.13

kategorija		N	Srednja vrednost	Std. Devijacija	
ŠR	u10	muški	34	28.48	2.47
		ženski	43	28.10	3.11
		ukupno	77	28.27	2.84
	u12	muški	30	30.44	2.33
		ženski	71	30.74	2.18
		ukupno	101	30.65	2.22
	u14	muški	29	33.30	3.43
		ženski	41	33.02	2.26
		ukupno	70	33.13	2.78
	u16	muški	14	36.16	2.68
		ženski	19	35.65	2.24
		ukupno	33	35.87	2.41
	Ukupno	muški	107	31.34	3.79
		ženski	174	31.16	3.38
		ukupno	281	31.23	3.53
ŠK	u10	muški	34	19.97	2.41
		ženski	43	19.25	1.99
		ukupno	77	19.57	2.20
	u12	muški	30	20.92	2.03
		ženski	71	21.72	2.14
		ukupno	101	21.48	2.13
	u14	muški	29	22.73	2.35
		ženski	41	23.39	2.63
		ukupno	70	23.12	2.52
	u16	muški	14	23.88	2.01
		ženski	19	25.33	2.01
		ukupno	33	24.72	2.11
	Ukupno	muški	107	21.50	2.62
		ženski	174	21.90	2.90
		ukupno	281	21.75	2.80
OP	u10	muški	34	40.11	4.27
		ženski	43	41.81	4.53
		ukupno	77	41.06	4.47
	u12	muški	30	43.00	4.39
		ženski	71	45.38	3.92
		ukupno	101	44.67	4.19
	u14	muški	29	46.89	4.04
		ženski	41	49.27	3.59
		ukupno	70	48.28	3.93
	u16	muški	14	54.56	11.31
		ženski	19	53.54	5.10
		ukupno	33	53.97	8.18
	Ukupno	muški	107	44.65	7.26
		ženski	174	46.30	5.48
		ukupno	281	45.67	6.26

kategorija		N	Srednja vrednost	Std. Devijacija	
ON	u10	muški	34	28.23	2.59
		ženski	43	28.34	2.71
		ukupno	77	28.29	2.64
	u12	muški	30	30.07	2.47
		ženski	71	30.68	2.31
		ukupno	101	30.50	2.36
	u14	muški	29	32.64	3.03
		ženski	41	33.40	2.57
		ukupno	70	33.08	2.77
	u16	muški	14	35.69	2.91
		ženski	19	35.69	2.26
		ukupno	33	35.69	2.51
	Ukupno	muški	107	30.92	3.68
		ženski	174	31.29	3.39
		ukupno	281	31.15	3.50
DK	u10	muški	34	7.77	0.99
		ženski	43	7.44	0.60
		Total	77	7.59	0.81
	u12	muški	30	8.24	0.53
		ženski	71	8.03	0.51
		ukupno	101	8.09	0.52
	u14	muški	29	8.81	0.56
		ženski	41	8.30	0.43
		ukupno	70	8.51	0.55
	u16	muški	14	9.38	0.41
		ženski	19	8.56	0.58
		ukupno	33	8.91	0.65
	Ukupno	muški	107	8.39	0.89
		ženski	174	8.00	0.63
		ukupno	281	8.15	0.76
DSZ	u10	muški	34	6.45	0.57
		ženski	43	6.10	0.42
		ukupno	77	6.25	0.52
	u12	muški	30	6.66	0.38
		ženski	71	6.37	0.32
		ukupno	101	6.46	0.36
	u14	muški	29	6.99	0.44
		ženski	41	6.60	0.36
		ukupno	70	6.77	0.44
	u16	muški	14	7.36	0.40
		ženski	19	6.73	0.38
		ukupno	33	7.00	0.50
	Ukupno	muški	107	6.78	0.55
		ženski	174	6.40	0.42
		ukupno	281	6.54	0.51

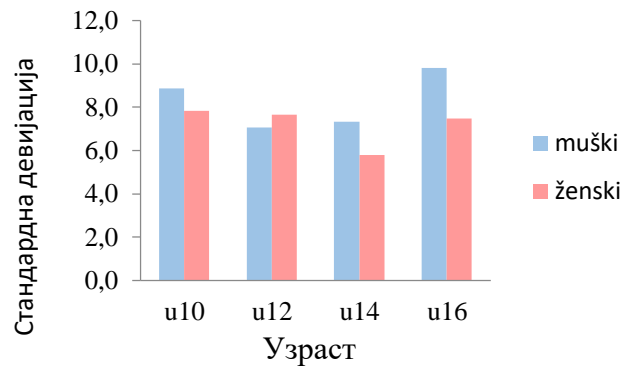
kategorija		N	Srednja vrednost	Std. Devijacija	
KNT	u10	muški	34	0.76	0.42
		ženski	43	1.28	1.09
		ukupno	77	1.05	0.89
	u12	muški	30	1.02	0.66
		ženski	71	1.16	0.58
		ukupno	101	1.12	0.60
	u14	muški	29	1.18	1.36
		ženski	41	1.36	0.69
		ukupno	70	1.29	1.02
	u16	muški	14	1.05	0.41
		ženski	19	1.85	0.73
		ukupno	33	1.51	0.73
	Ukupno	muški	107	0.99	0.84
		ženski	174	1.31	0.79
		ukupno	281	1.19	0.83
KNN	u10	muški	34	1.32	0.49
		ženski	43	2.27	2.31
		ukupno	77	1.85	1.81
	u12	muški	30	1.53	0.61
		ženski	71	1.86	0.54
		ukupno	101	1.76	0.58
	u14	muški	29	1.37	0.52
		ženski	41	1.82	0.66
		ukupno	70	1.63	0.64
	u16	muški	14	1.11	0.50
		ženski	19	2.19	0.80
		ukupno	33	1.73	0.87
	Ukupno	muški	107	1.37	0.54
		ženski	174	1.99	1.27
		ukupno	281	1.75	1.10
KNP	u10	muški	34	0.81	0.26
		ženski	43	1.09	0.46
		ukupno	77	0.97	0.41
	u12	muški	30	1.07	0.92
		ženski	71	1.32	1.40
		ukupno	101	1.25	1.27
	u14	muški	29	0.87	0.30
		ženski	41	1.05	0.39
		ukupno	70	0.97	0.36
	u16	muški	14	0.77	0.36
		ženski	19	1.83	2.05
		ukupno	33	1.38	1.64
	Ukupno	muški	107	0.89	0.55
		ženski	174	1.26	1.17
		ukupno	281	1.12	0.99

Телесна висина



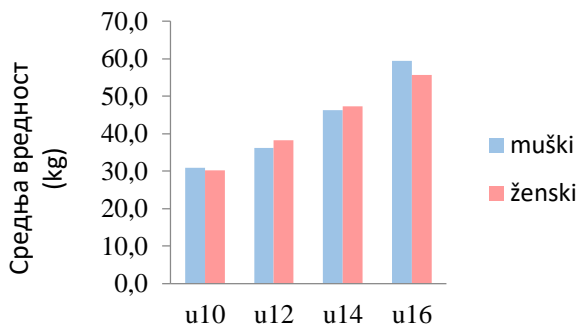
Графикон 1. Приказ средње вредности за варијаблу TV

Телесна висина



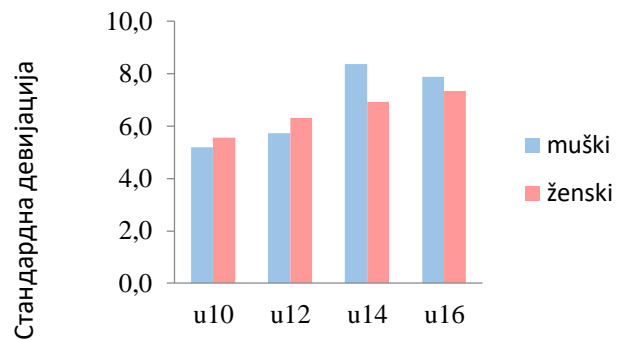
Графикон 2. Приказ стандардне девијације за варијаблу TV

Телесна тежина



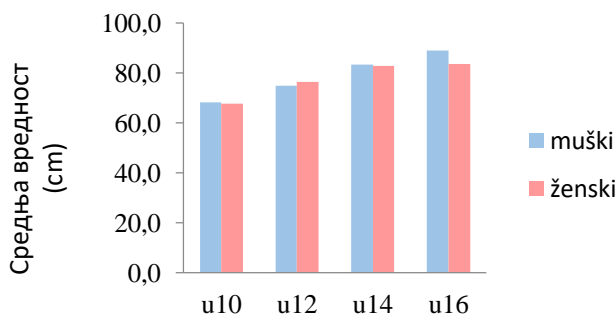
Графикон 3. Приказ средње вредности за варијаблу TT

Телесна тежина



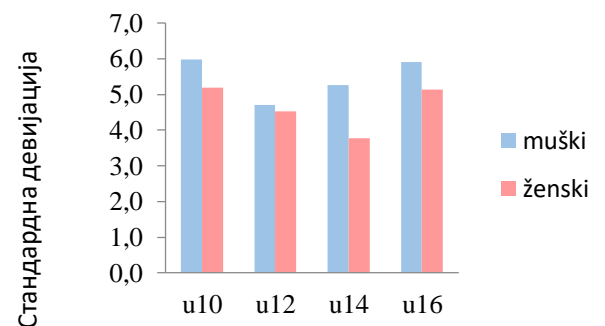
Графикон 4. Приказ стандардне девијације за варијаблу TT

Дужина ноге

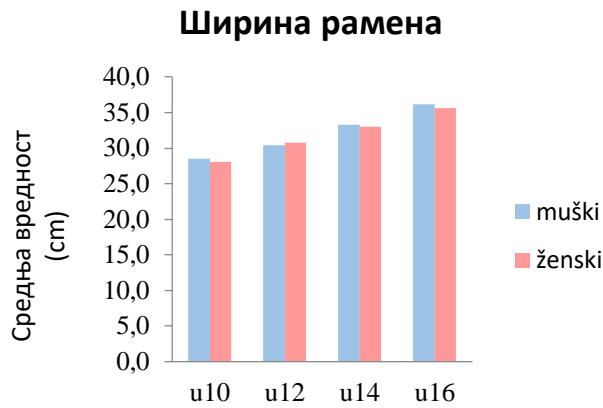


Графикон 5. Приказ средње вредности за варијаблу DN

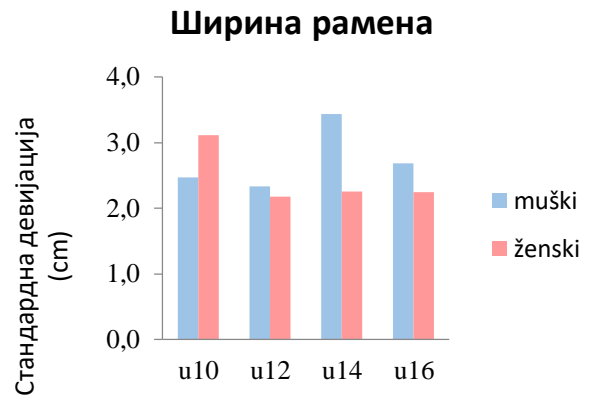
Дужина ноге



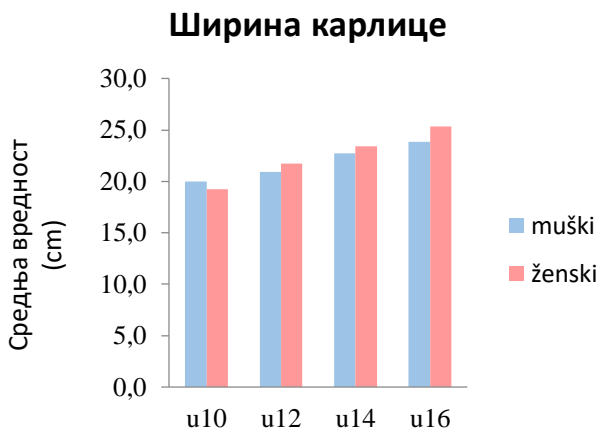
Графикон 6. Приказ стандардне девијације за варијаблу DN



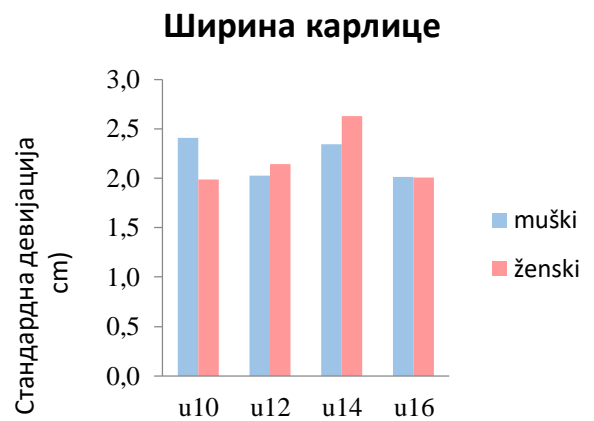
Графикон 7. Приказ средње вредности за варијаблу TV



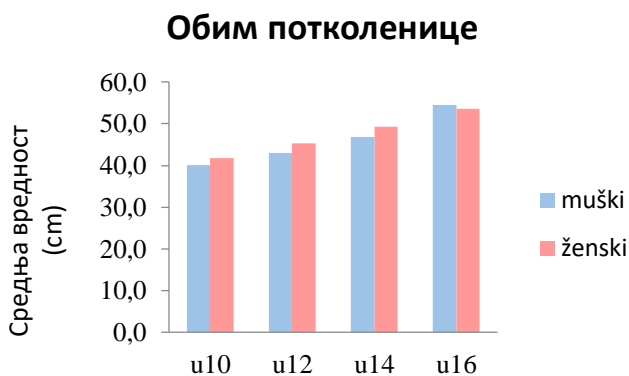
Графикон 8. Приказ стандардне девијације за варијаблу TV



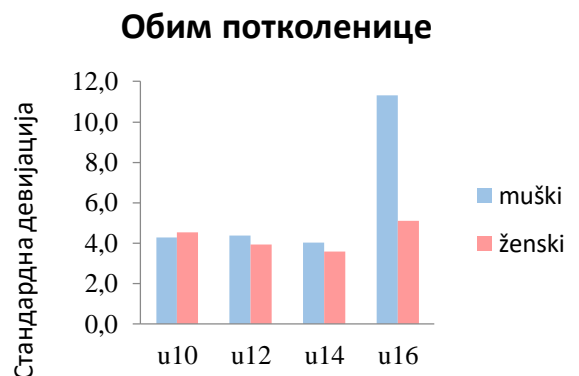
Графикон 9. Приказ средње вредности за варијаблу TV



Графикон 10. Приказ стандардне девијације за варијаблу TV

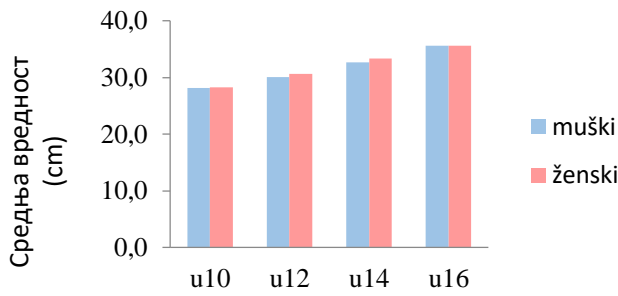


Графикон 11. Приказ средње вредности за варијаблу TV



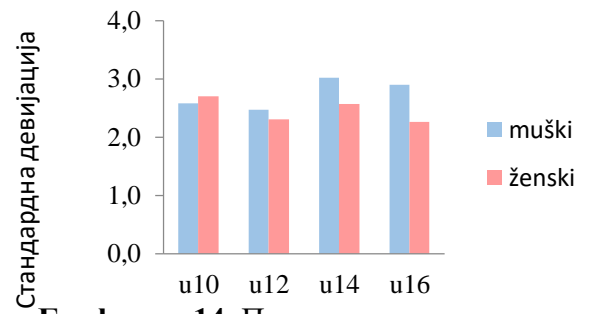
Графикон 12. Приказ стандардне девијације за варијаблу TV

Обим натколенице



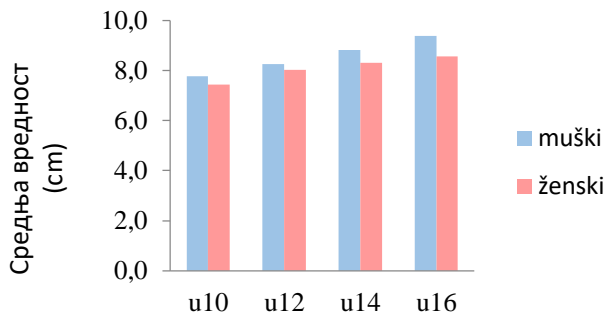
Графикон 13. Приказ средње вредности за варијаблу ON

Обим натколенице



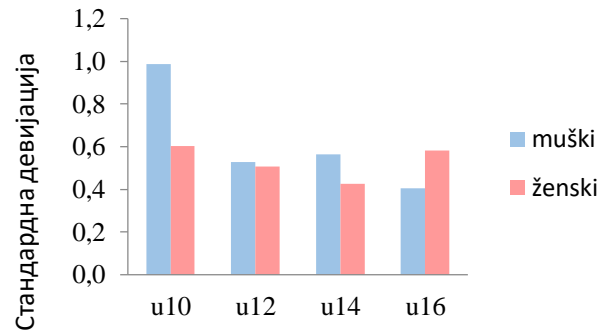
Графикон 14. Приказ стандардне девијације за варијаблу ON

Дијаметар колена



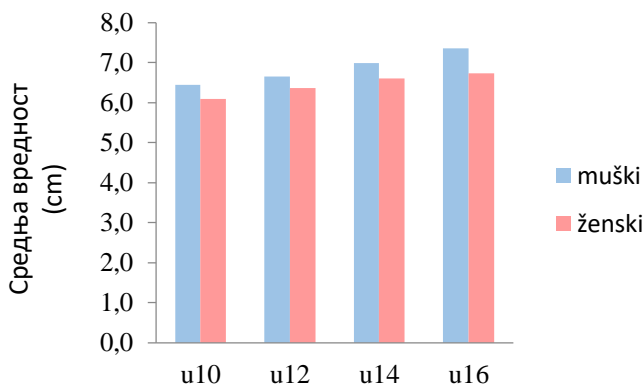
Графикон 15. Приказ средње вредности за варијаблу DK

Дијаметар колена



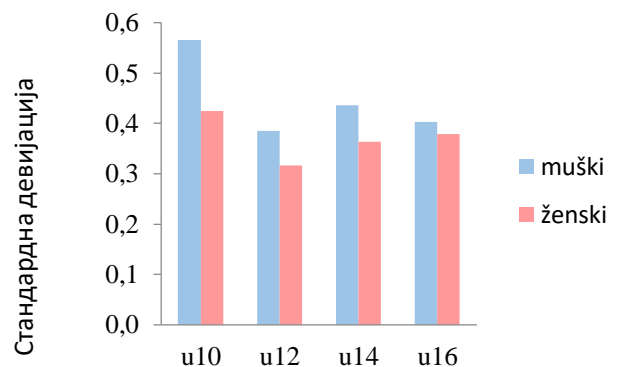
Графикон 16. Приказ стандардне девијације за варијаблу DK

Дијаметар скочног зглоба

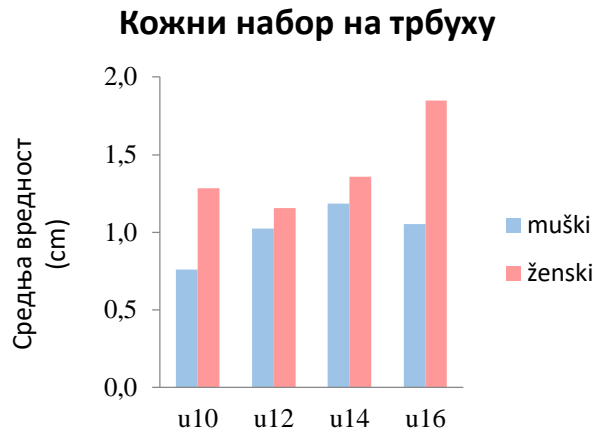


Графикон 17. Приказ средње вредности за варијаблу DSZ

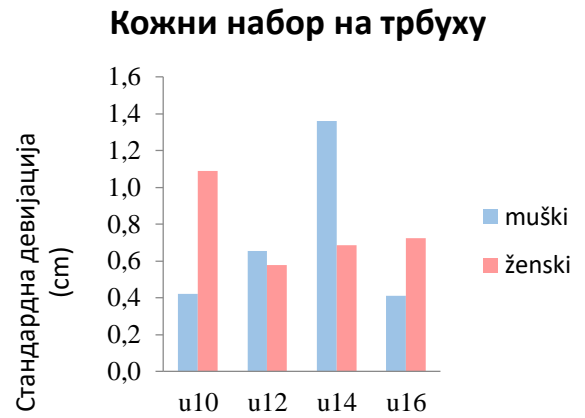
Дијаметар скочног зглоба



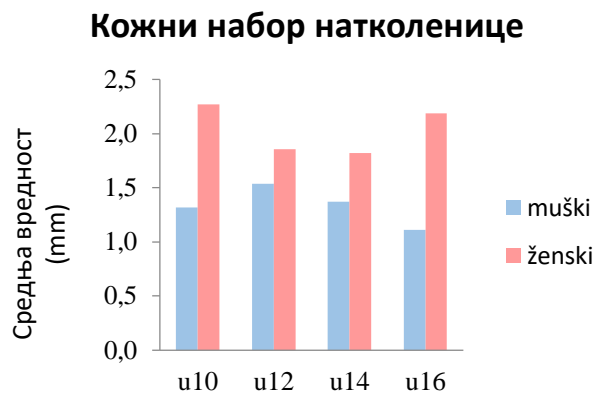
Графикон 18. Приказ стандардне девијације за варијаблу DSZ



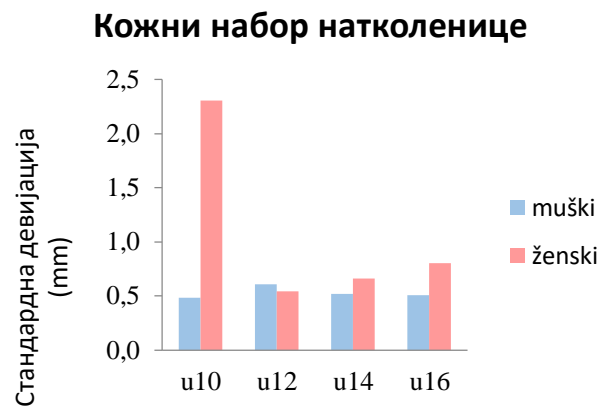
Графикон 19. Приказ средње вредности за варијаблу KNT



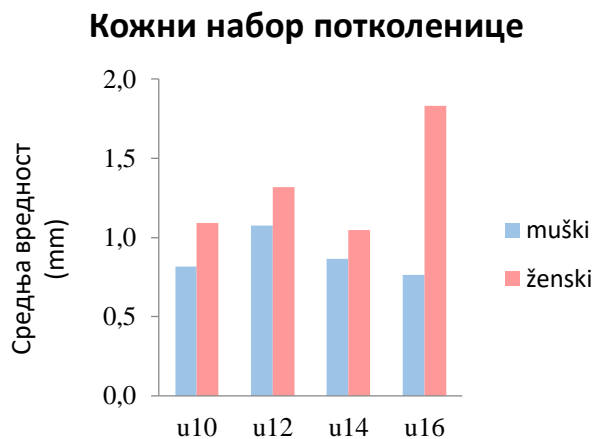
Графикон 20. Приказ стандардне девијације за варијаблу KNT



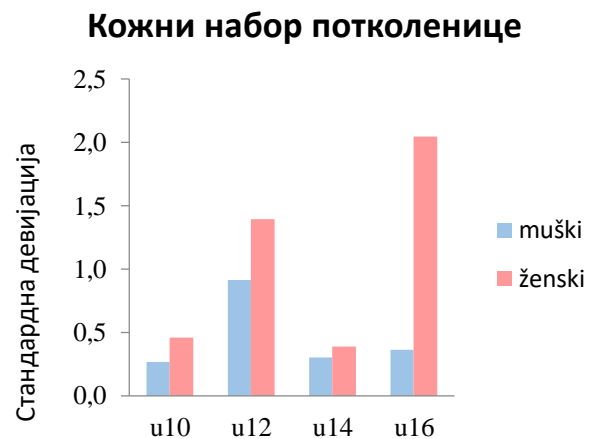
Графикон 21. Приказ средње вредности за варијаблу KNN



Графикон 22. Приказ стандардне девијације за варијаблу KNN



Графикон 23. Приказ средње вредности за варијаблу KNP



Графикон 24. Приказ стандардне девијације за варијаблу KNP

Анализом резултата морфолошких карактеристика из табеле 1. може се уочити да се код варијабли лонгитудиналне димензионалности види један тренд раста према хронолошкој старости. То је и логично јер је за морфолошке карактеристике познато да имају властити темпо раста у одређеним периодима живота. Тако уочавамо да TV (телесна висина) расте према хронолошкој старости, али различито код оба пола. У узрасту у10 су ученици нешто виши од ученица, док се у узрасту у12 види нешто већи темпо раста код ученица. Затим узраст у14 је раст врло мало у корист ученика, док се узраст у16 карактерише већим темпом раста ученика. Варијабла DN (дужина ноге) прати и раст телесне висине, што је и логично јер како расте телесна висина, дужина ногу је већа.

Даље, када се ради о параметрима волуминозности тела примећује се да је TT (телесна тежина) у прва три субузорка већа код ученица, док у узрасту У16 иде нешто више у корист ученика. Варијабле ОР (обим потколенице) и ON (обим натколенице) су у прва три субузорка већа у корист ученица док у узрасту у16 иду у корист ученика. Све варијабле које се односе на кожане наборе су веће код ученица, што и одговара томе да читав спектар хормонских утицаја индукује ту различитост у користи ученица.

Од варијабли трансферзалне димензионалности, ŠR (ширина рамена) у сва четири субузорка је у корист ученика, док је код ŠK (ширина карлице) само у првом субузорку у корист ученика, док је у осталим субузорцима већа код ученица. Што се тиче варијабли DK (дијаметар колена) и DSZ (дијаметар скочног зглоба), може се уочити да у сва четири субузорка, средња вредност добијених резултата иде у корист ученика.

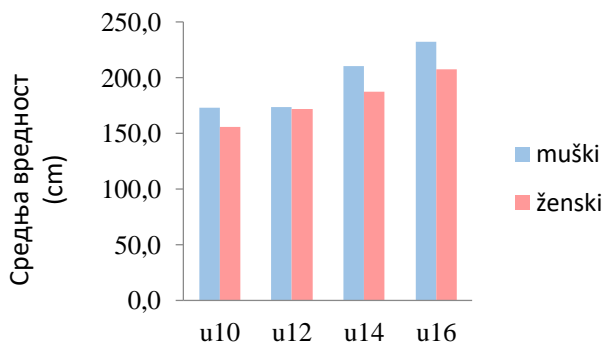
7.2 Дескриптивна статистика моторичких способности

Табела 2. Дескриптивна статистика базичних моторичких способности

kategorija		Srednja vrednost	Std. Devijacija	N	
SDM	u10	muški	173.3750	14.39184	8
		ženski	156.0000	16.78435	8
		ukupno	164.6875	17.56784	16
	u12	muški	173.8462	19.35995	13
		ženski	172.2778	19.09168	36
		ukupno	172.6939	18.97279	49
	u14	muški	210.5714	16.53767	14
		ženski	187.7308	16.91522	26
		ukupno	195.7250	19.90746	40
	u16	muški	232.3333	24.80054	6
		ženski	207.7500	14.49216	12
		ukupno	215.9444	21.42421	18
	Total	muški	194.8537	29.10890	41
		ženski	180.7805	22.68737	82
		ukupno	185.4715	25.76671	123
TAPR	u10	muški	33.3750	5.55331	8
		ženski	33.6250	3.81491	8
		ukupno	33.5000	4.60435	16
	u12	muški	36.0000	4.56435	13
		ženski	37.0556	4.57911	36
		ukupno	36.7755	4.55186	49
	u14	muški	41.7857	4.17278	14
		ženski	41.1923	4.72457	26
		ukupno	41.4000	4.49387	40
	u16	muški	46.3333	3.98330	6
		ženski	45.1667	2.91807	12
		ukupno	45.5556	3.23987	18
	Total	muški	38.9756	6.27092	41
		ženski	39.2195	5.47953	82
		ukupno	39.2195	5.47953	123
PTRU	u10	muški	38.8750	8.67570	8
		ženski	32.7500	10.48468	8
		ukupno	35.8125	9.81984	16
	u12	muški	40.7692	9.72243	13
		ženski	38.6389	9.83624	36
		ukupno	39.2041	9.75102	49
	u14	muški	46.5714	9.93606	14
		ženski	44.8077	8.34755	26
		ukupno	45.4250	8.84884	40
	u16	muški	52.1667	8.72735	6
		ženski	40.2500	10.42833	12
		ukupno	44.2222	11.23312	18
	Total	muški	44.0488	10.20282	41
		ženski	40.2561	10.04780	82
		ukupno	41.5203	10.21679	123

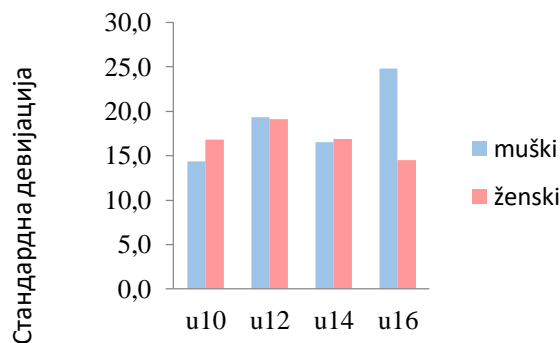
kategorija		Srednja vrednost	Std.devijacija	N	
IZGI	u10	muški	48.8750	34.48991	8
		ženski	44.5000	21.96751	8
		ukupno	46.6875	28.02551	16
	u12	muški	50.5385	28.72460	13
		ženski	41.7778	20.89855	36
		ukupno	44.1020	23.23812	49
	u14	muški	68.3571	28.66681	14
		ženski	45.5385	21.13997	26
		ukupno	53.5250	26.11315	40
	u16	muški	81.3333	18.91736	6
		ženski	50.4167	14.20281	12
		ukupno	60.7222	21.46353	18
Total	muški	60.8049	30.22269	41	
	ženski	44.5000	20.11403	82	
	ukupno	49.9350	25.05297	123	
PNK	u10	muški	42.7500	7.28501	8
		ženski	46.3750	3.88909	8
		ukupno	44.5625	5.94383	16
	u12	muški	45.3846	6.25218	13
		ženski	46.7500	5.35257	36
		ukupno	46.3878	5.57082	49
	u14	muški	45.1429	8.95164	14
		ženski	49.6154	7.24473	26
		ukupno	48.0500	8.06369	40
	u16	muški	49.1667	3.25064	6
		ženski	53.9167	4.67991	12
		ukupno	52.3333	4.75271	18
	Total	muški	45.3415	7.20628	41
		ženski	48.6707	6.27567	82
		ukupno	47.5610	6.75708	123

Скок у даљ из места

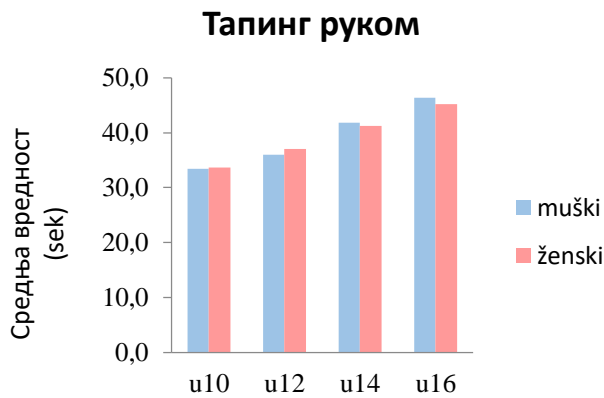


Графикон 25. Приказ средње вредности за варијаблу SDM

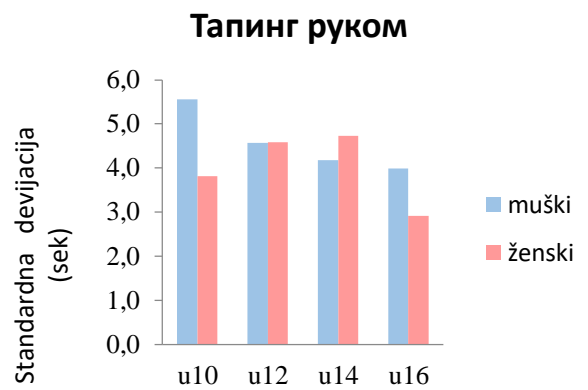
Скок у даљ из места



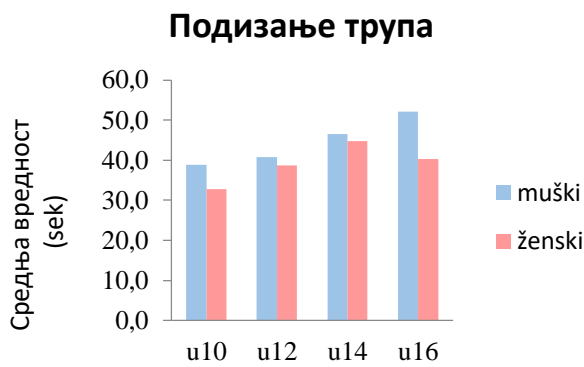
Графикон 26. Приказ стандардне девијације за варијаблу SDM



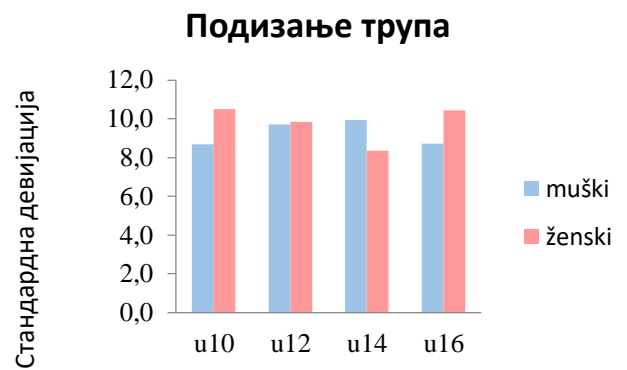
Графикон 27. Приказ средње вредности за варијаблу TPR



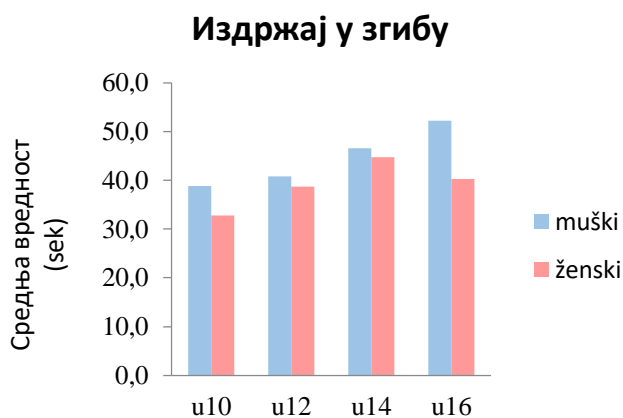
Графикон 28. Приказ стандардне девијације за варијаблу TPR



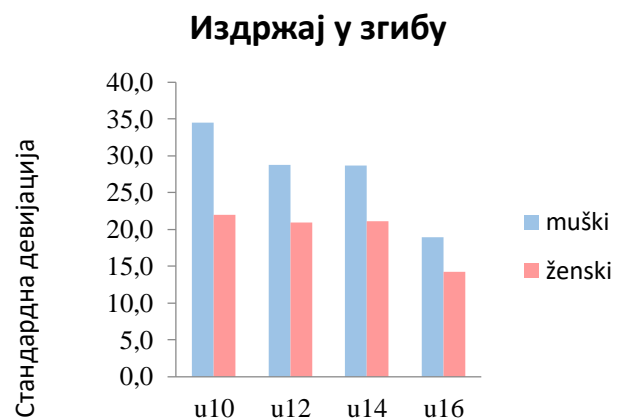
Графикон 29. Приказ средње вредности за варијаблу PTRU



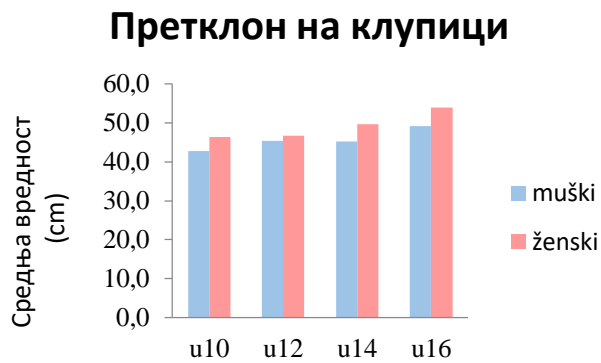
Графикон 30. Приказ стандардне девијације за варијаблу PTRU



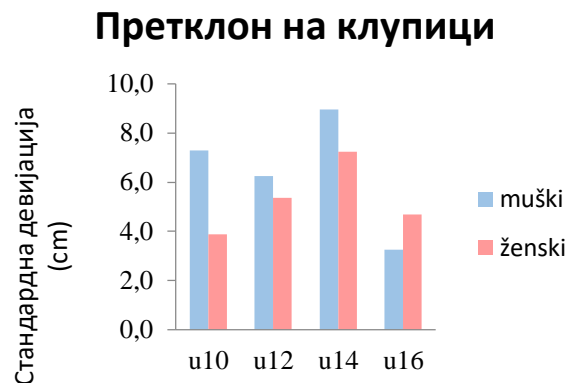
Графикон 31. Приказ средње вредности за варијаблу IZGI



Графикон 32. Приказ стандардне девијације за варијаблу IZGI



Графикон 33. Приказ средње вредности за варијаблу PNK



Графикон 34. Приказ стандардне девијације за варијаблу PNK

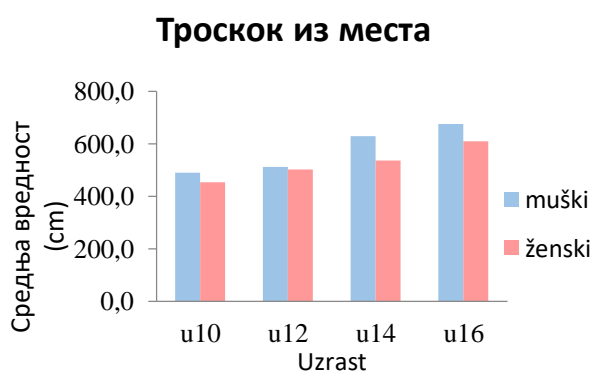
Посматрајући табелу 2. можемо пре свега запазити да су резултати бољи како је хронолошка старост већа, што је логично јер са једне стране су ученици и ученице старији, а с друге стране, квалитет технике извођења значајно доприноси да резултати буду бољи. Тако, у варијаблима SDM (скок у даљ из места), PTRU (подизање трупа), IZGI (издржај у згибу), можемо уочити да су ученици остварили боље резултате у свим узрастним групама у односу на ученице, док су у варијабли PNK (претклон на клупици) ученице оствариле боље резултате у свим узрастним категоријама у односу на ученике. Поред тога, у варијабли TAPR (тапинг руком) у u10 и u12 боље резултате су оствариле ученице, док у u14 и u16 су бољи резултат остварили ученици

Табела 3. Дескриптивна статистика специфичних моторичких способности

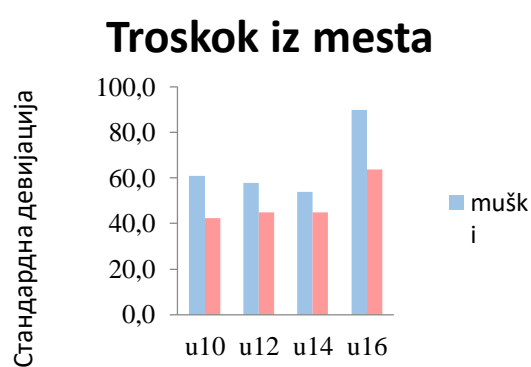
kategorija		Srednja vrednost	Std.devijacija	N	
TRO	u10	muški	489.2500	60.88103	8
		ženski	453.3750	42.40936	8
		ukupno	471.3125	53.96507	16
	u12	muški	512.8462	57.80549	13
		ženski	503.4444	44.79505	36
		ukupno	505.9388	48.12588	49
	u14	muški	628.1429	53.89143	14
		ženski	537.1923	44.98446	26
		ukupno	569.0250	64.77198	40
	u16	muški	676.1667	89.94758	6
		ženski	609.0833	63.66454	12
		ukupno	631.4444	77.85297	18
	Total	muški	571.5122	94.04045	41
		ženski	524.7195	63.29068	82
		ukupno	540.3171	77.77936	123
TAPND	u10	muški	23.6250	2.61520	8
		ženski	24.5000	2.20389	8
		ukupno	24.0625	2.37960	16
	u12	muški	24.6154	2.10311	13
		ženski	25.1389	2.05847	36
		ukupno	25.0000	2.06155	49
	u14	muški	26.5714	2.59331	14
		ženski	26.3077	1.89250	26
		ukupno	26.4000	2.13397	40
	u16	muški	28.3333	2.33809	6
		ženski	28.1667	2.24958	12
		ukupno	28.2222	2.21108	18
	Total	muški	25.6341	2.81741	41
		ženski	25.8902	2.30408	82
		ukupno	25.8049	2.47829	123
TAPNL	u10	muški	23.0000	2.44949	8
		ženski	22.6250	1.84681	8
		ukupno	22.8125	2.10456	16
	u12	muški	24.2308	2.31495	13
		ženski	24.0278	2.47832	36
		ukupno	24.0816	2.41382	49
	u14	muški	25.9286	3.04995	14
		ženski	25.8462	1.99384	26
		ukupno	25.8750	2.37711	40
	u16	muški	28.1667	1.72240	6
		ženski	28.1667	2.82307	12
		ukupno	28.1667	2.45549	18
	Total	muški	25.1463	2.97120	41
		ženski	25.0732	2.81872	82
		ukupno	25.0976	2.85845	123

kategorija		Srednja vrednost	Std.devijacija	N	
T_TEST	u10	muški	10.4088	1.06481	8
		ženski	11.0763	.82592	8
		ukupno	10.7425	.98299	16
	u12	muški	10.1392	.84211	13
		ženski	10.3578	.70767	36
		ukupno	10.2998	.74294	49
	u14	muški	9.3650	.57740	14
		ženski	9.7803	.53913	26
		ukupno	9.6350	.58112	40
	u16	muški	9.2250	.73162	6
		ženski	9.4008	.39286	12
		ukupno	9.3422	.51436	18
	Total	muški	9.7936	.90206	41
		ženski	10.1047	.78414	82
		ukupno	10.0010	.83469	123
VS5P	u10	muški	2.5538	.12961	8
		ženski	2.7788	.21404	8
		ukupno	2.6663	.20668	16
	u12	muški	2.5685	.20149	13
		ženski	2.6178	.19841	36
		ukupno	2.6047	.19834	49
	u14	muški	2.4050	.22208	14
		ženski	2.5431	.18633	26
		ukupno	2.4948	.20771	40
	u16	muški	2.2983	.22230	6
		ženski	2.4283	.21962	12
		ukupno	2.3850	.22298	18
	Total	muški	2.4702	.21858	41
		ženski	2.5821	.21590	82
		ukupno	2.5448	.22229	123
BLOS	u10	muški	426.2500	92.10669	8
		ženski	375.7500	48.69658	8
		ukupno	401.0000	75.80062	16
	u12	muški	450.9231	60.22245	13
		ženski	441.8611	60.87465	36
		ukupno	444.2653	60.20893	49
	u14	muški	666.5000	114.16031	14
		ženski	523.6538	71.18817	26
		ukupno	573.6500	111.14821	40
	u16	muški	747.5000	152.69283	6
		ženski	632.0833	92.20083	12
		ukupno	670.5556	124.46839	18
	Total	muški	563.1220	162.48218	41
		ženski	489.1829	100.98272	82
		ukupno	513.8293	129.03956	123

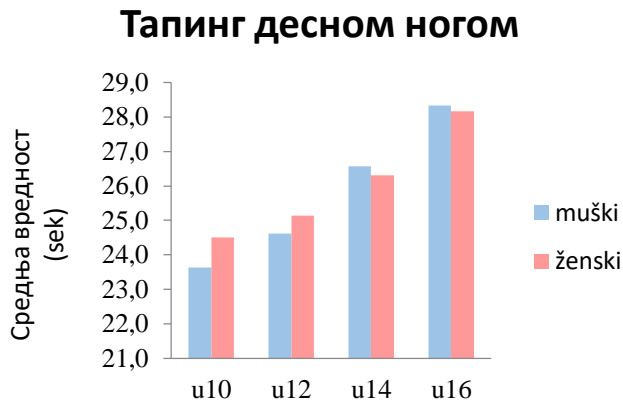
kategorija		Srednja vrednost	Std.devijacija	N	
BLSE	u10	muški	322.1250	62.05628	8
		ženski	261.7500	33.07891	8
		ukupno	291.9375	57.26950	16
	u12	muški	302.2308	64.98866	13
		ženski	307.9722	47.07470	36
		ukupno	306.4490	51.75224	49
	u14	muški	434.3571	105.19550	14
		ženski	361.9615	52.98866	26
		ukupno	387.3000	81.92373	40
	u16	muški	523.5000	100.52015	6
		ženski	450.0833	66.94701	12
		ukupno	474.5556	84.49937	18
Total	muški	383.6098	116.38575	41	
	ženski	341.3780	74.40573	82	
	ukupno	355.4553	92.28469	123	
VISS	u10	muški	.2197	.02118	8
		ženski	.2097	.06256	8
		ukupno	.2147	.04542	16
	u12	muški	.2148	.04663	13
		ženski	.2199	.04097	36
		ukupno	.2185	.04211	49
	u14	muški	.2755	.04307	14
		ženski	.2315	.03022	26
		ukupno	.2469	.04070	40
	u16	muški	.3329	.05181	6
		ženski	.2818	.04640	12
		ukupno	.2988	.05291	18
	Total	muški	.2538	.05917	41
		ženski	.2316	.04603	82
		ukupno	.2390	.05162	123



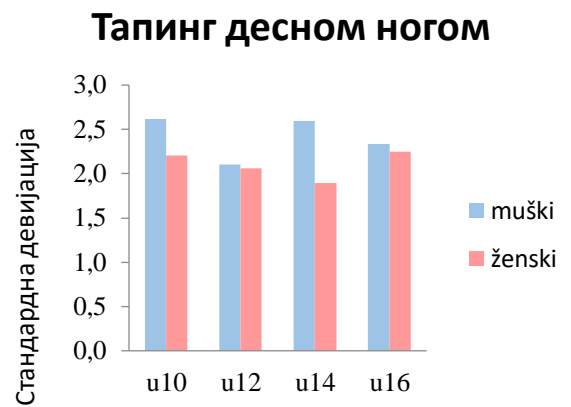
Графикон 35. Приказ средње вредности за варијаблу ТРО



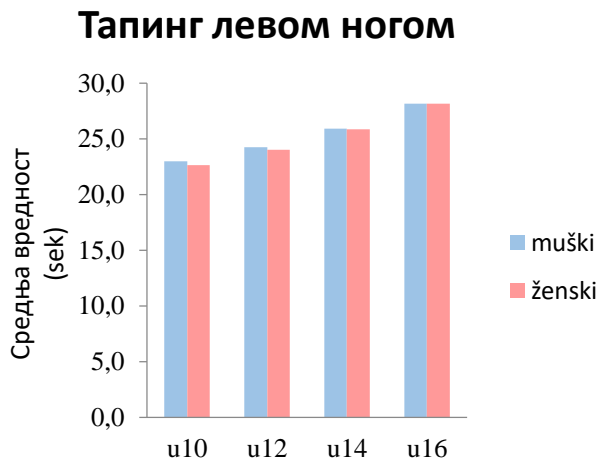
Графикон 36. Приказ стандардне девијације за варијаблу ТРО



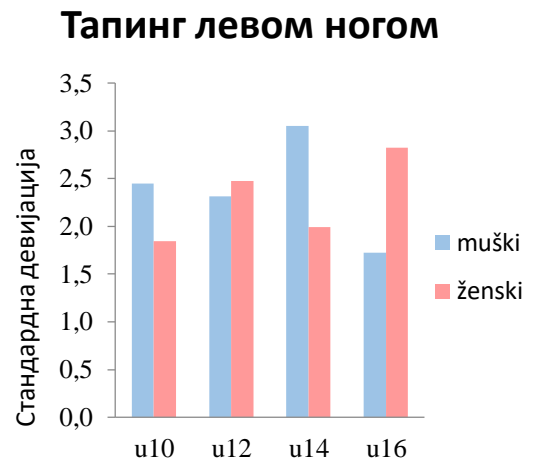
Графикон 37. Приказ средње вредности за варијаблу TAPND



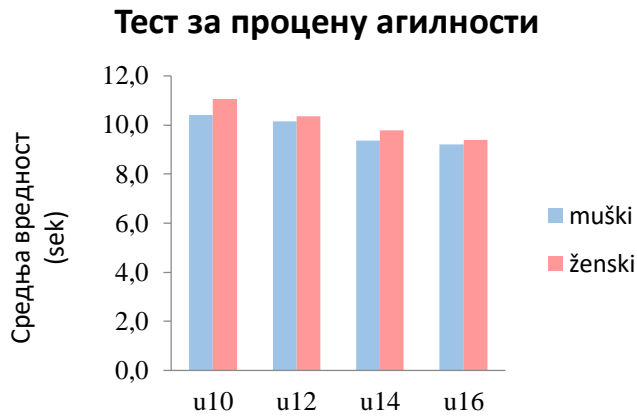
Графикон 38. Приказ стандардне девијације за варијаблу TAPND



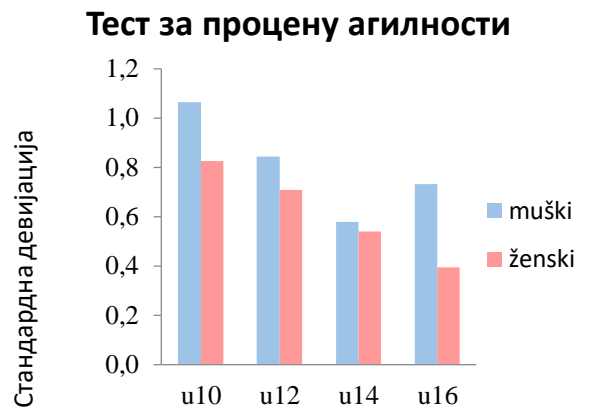
Графикон 39. Приказ средње вредности за варијаблу TAPNL



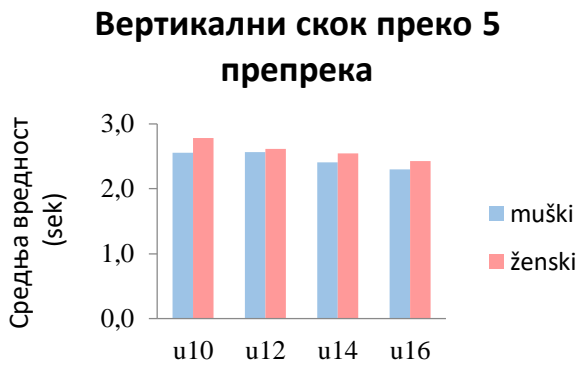
Графикон 40. Приказ стандардне девијације за варијаблу TAPNL



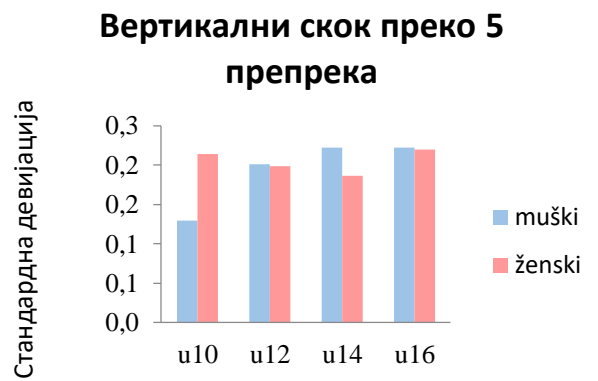
Графикон 41. Приказ средње вредности за варијаблу T-TEST



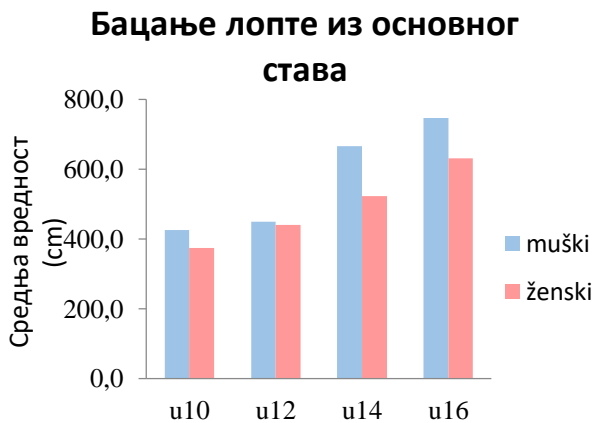
Графикон 42. Приказ стандардне девијације за варијаблу T-TEST



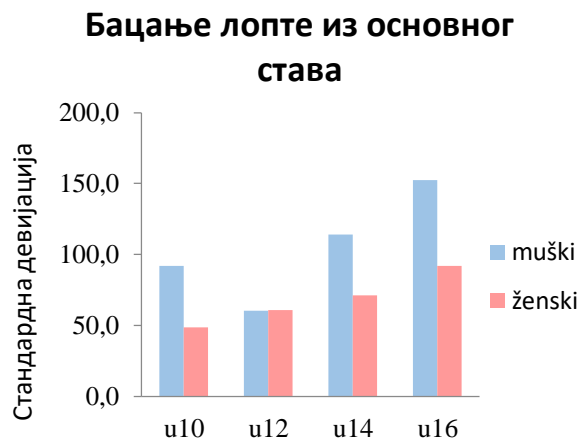
Графикон 43. Приказ средње вредности за варијаблу VS5P



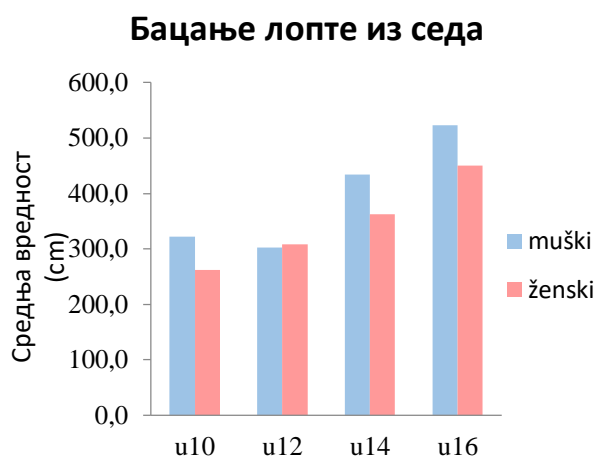
Графикон 44. Приказ стандардне девијације за варијаблу VS5P



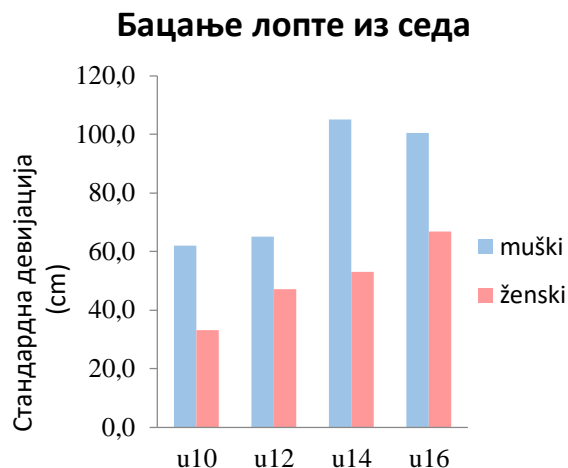
Графикон 45. Приказ средње вредности за варијаблу BLOS



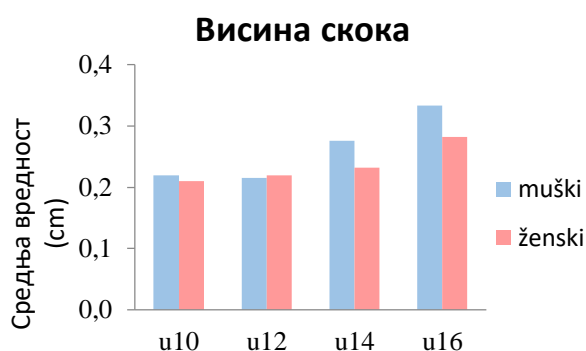
Графикон 46. Приказ стандардне девијације за варијаблу BLOS



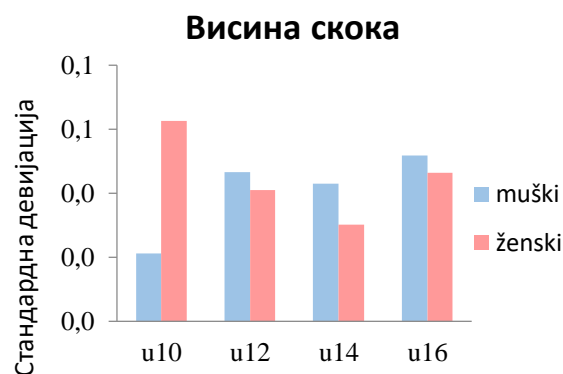
Графикон 47. Приказ средње вредности за варијаблу BLSE



Графикон 48. Приказ стандардне девијације за варијаблу BLSE



Графикон 49. Приказ средње вредности за варијаблу VISS



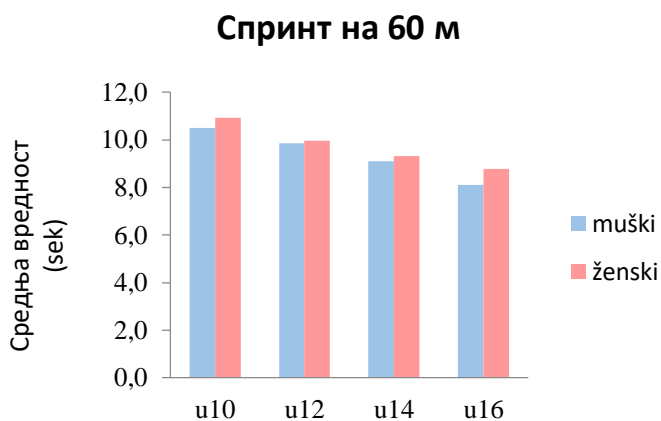
Графикон 50. Приказ стандардне девијације за варијаблу VISS

Као код базичне моторике, и код варијабли које се односе на специфичну моторику (табела 3), можемо запазити тренд раста средње вредности резултата код оба пола по хронолошком узрасту. Наравно да и сама техника извођења тестова доприноси боље постигнутом резултату. Уочава се да ученици имају боље постигнуте резултате на свим тестовима, као и у већини узрастних категорија у односу на ученице. Тако су у варијаблама ТРО (трскок из места), Т-TEST (тест за процену агилности), VS5P (вертикални скок преко 5 препрека), и BLOS (бацање лопте из основног става), бољи резултат у свим узрастним категоријама остварили ученици. Код варијабле TAPNL

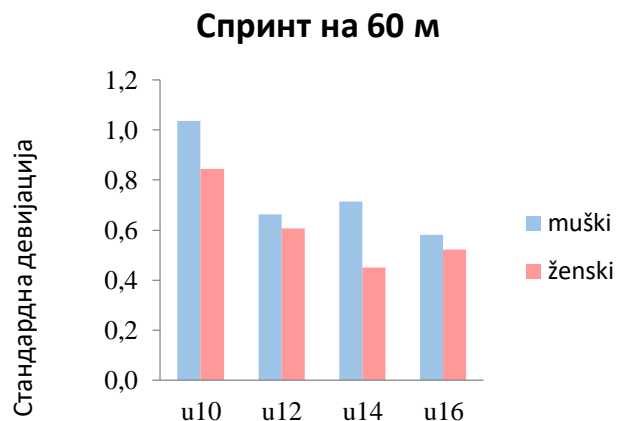
(тапинг левом ногом), осим у u16, у осталим узрасним категоријама бољи резултат су остварили ученици. Даље, код варијабле TAPND, у узрасту u10 и u12 су бољи резултат оствариле ученице, док су у u14 и u16 бољи били ученици. Када се посматра варијабла BLSE (бацање лопт из седа), уочава се да у u12 боље резултате имају ченице, док у осталим узрасним групама боље резултате имају ученици. Код варијабле VISS (висина скока) осим у u12, боље резултате су постигли ученици.

Табела 4. Статистика критеријске варијабле спринт на 60 метара

kategorija		Srednja vrednost	Std. Devijacija	N	
SPR60	u10	muški	10.5076	1.03610	34
		ženski	10.9391	.84405	43
		ukupno	10.7486	.95201	77
	u12	muški	9.8530	.66304	30
		ženski	9.9755	.60634	70
		ukupno	9.9387	.62306	100
	u14	muški	9.1090	.71515	29
		ženski	9.3122	.45157	41
		ukupno	9.2280	.57959	70
	u16	muški	8.1093	.58154	14
		ženski	8.7921	.52194	19
		ukupno	8.5024	.63880	33
Total	muški	9.6312	1.12778	107	
	ženski	9.9278	.94169	173	
	ukupno	9.8145	1.02507	280	



Графикон 51. Приказ средње вредности за варијаблу PNK



Графикон 52. Приказ стандардне девијације за варијаблу PNK

Анализирајући просечне вредности критеријске варијабле спринт 60 м. младих атлетичара оба пола и различитог узраста може се уочити да се са хронолошком

старошћу побољшавају резултати у критеријској варијабли, и то по правилу код оба пола. Иако је тренд побољшања резултата код оба пола директно повезан са повећањем хронолошке старости уочава се да су те разлике уочљивије код испитанка старости десет година (u10) а нарочито су изражене код атлетичара узраста четрнаест година (u14). Може се претпоставити да поред хронолошке старости и квалитет технике значајно придонosi ситуацијској ефикасности атлетичара старијег узраста. С обзиром на тренд пораста резултата (повећања брзине трчања) може се претпоставити да ће и на униваријатном нивоу хронолошка старост испитаника доприносити разликама између група и у односу на пол.

7.3 Корелациона анализа морфолошких и моторичких варијабли и Спр 60 метара у различитим узрастним субзорцима

Табела 5. Повезаност морфолошких варијабли са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста u10

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,902**												
DN	,957**	,846**											
ŠR	,750**	,773**	,774**										
ŠK	,559**	,675**	,532**	,857**									
OP	,772**	,849**	,714**	,514**	,406*								
ON	,765**	,863**	,732**	,653**	,486**	,808**							
DK	0,3	,505**	0,3	,340*	,374*	,437**	,483**						
DSZ	,672**	,713**	,607**	,731**	,717**	,565**	,647**	,365*					
KNT	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	,386*	0,3	0,1	0,0				
KNN	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	,428*	0,3	0,3	-0,1	,703**			
KNP	0,2	,428*	0,2	,371*	0,3	,475**	,466**	0,2	0,2	,349*	,620**		
SPR60	-,680**	-,610**	-,631**	-,473**	-0,3	-,399*	-,523**	-0,3	-,455**	0,0	0,1	-0,1	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$.

У табели 5. приказане су значајне корелације морфолошких варијабли као и корелације морфолошких варијабли са критеријском варијаблом SPR, код ученика у узорку u10. Од 78 коефицијента корелације, 40 је статистички значајно на нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.01$, док је њих 9 статистички значајно на нивоу од $p \leq 0.05$. Највећи коефицијент корелације је између TV (телесне висине) и DN (дужина ноге) ,957, што је и логично, јер већу телесну висину прати већа дужина ногу. Када се посматрају коефицијенти корелације морфолошких варијабли са SPR60, уочава се да

постоји јака корелација са варијаблама лонгитудиналних мера: TV (телесна висина) - ,680, и DN (дужина ноге) -,631. Поред тога, постоји и висока корелација варијабли волуменозности тела (TT, OP, ON) са SPR60. Са варијаблама трансферзалних мера, SPR60 има релативно високу корелацију са DSZ (дијаметар скочног зглоба).

Табела 6. Повезаност моторичких варијабли са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста u10

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VS5P	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,712**													
TROM	-,700**	,823**												
TAPR	-,551**	,413*	,452**											
TAPNL	-,557**	,372*	,402*	,678**										
TAPND	-,622**	,471**	,525**	,719**	,793**									
T_TEST	,862**	-,698**	-,689**	-,515**	,468**	-,530**								
VS5P	,529**	-,196	-,428*	-,370*	-,460**	-,404*	,490**							
PTRU	-,653**	,610**	,575**	,585**	,514**	,768**	-,627**	-,312						
IZGI	-,344*	,395*	,546**	,341*	,311	,475**	-,393*	-,320	,451**					
PNK	-,180	,356*	,396*	,004	,110	,206	-,196	,057	,240	,353*				
BLOS	-,739**	,660**	,789**	,533**	,367*	,499**	-,588**	-,346*	,515**	,405*	,031			
BLSE	-,789**	,572**	,660**	,522**	,503**	,448**	-,702**	-,575**	,395*	,267	-,094	,799**		
VISS	-,666**	,633**	,678**	,264	,250	,334	-,597**	-,200	,413*	,386*	,287	,634**	,555**	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Приказ Табеле 6. односи се на повезаност моторичких варијабли са варијаблом SPR60 (спринт на 60 метара) код ученика у узорку u12. Примећује се да од 91 моторичке варијабле, само њих 16 није статистички значајно. Највећи коефицијент корелације запажамо код варијабли SPR60 и T_test и износи ,862. Поред тога, високу корелацију запажамо између варијабли SPR60 и тестова експлозивне снаге руку (BLOS и BLSE), тестова експлозивне снаге ногу (SDM, TROM и VS5P) као и тестова експлозивне снаге типа скока (VISS – вертикални скок MSJ). Уочава се и висока корелација са тестом за процену репетитивне снаге мишића трупа (PTRU) као и са тестовима за процену брзине алтернативних (фреквенција) руку и брзине покрета ногу.

Из табеле интеркорелација, негативни предзнаци код тестова брзине и агилности су инверзног карактера у коме негативни предзнак не значи негативну корелацију већ значи мање време, а већу брзину постигнуту на примењеним мерним инструментима.

Табела 7. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста u10

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,825**												
DN	,909**	,671**											
ŠR	,495**	,455**	,403**										
ŠK	,493**	,550**	,444**	,495**									
OP	,611**	,806**	,519**	,337*	,577**								
ON	,753**	,910**	,575**	,424**	,578**	,801**							
DK	,633**	,695**	,520**	,428**	,670**	,600**	,657**						
DSZ	,652**	,672**	,599**	,434**	,573**	,493**	,628**	,605**					
KNT	,077	,344*	-,002	,079	,195	,433**	,358*	,270	,120				
KNN	-,056	,083	-,105	-,039	,004	,164	,092	,108	-,018	,889**			
KNP	,139	,481**	,017	,130	,385*	,565**	,547**	,364*	,207	,418**	,147		
SPR60	-,743**	-,489**	-,739**	-,431**	-,475**	-,525**	-,472**	-,569**	-,439**	-,002	,067	-,045	

*p≤0.05; **p≤0.01

Када се посматра табела 7. уочава се да од укупно 78 варијабли, 54 имају статистичку значајну повезаност. Јаку корелацију уочавамо код лонгитудиналних димензионалности TV (телесна висина) и DN (дужине ногу), што је и логично. Као и код варијабли волуменозности тела, TT (телесне тежине) и ON (обимом натколенице) ,910 и OP (обим потколенице) ,806. Критеријска варијабла има статистички значајне корелације са свим димензионалностима, осим са подкожним масним ткивом.

Табела 8. Повезаност моторичких варијабли са варијаблом SPR60 код ученица узраста u10.

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VS5P	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,657**													
TROM	-,771**	,801**												
TAPR	-,545**	,253	,534**											
TAPNL	-,413**	,231	,389*	,638**										
TAPND	-,402**	,199	,359*	,672**	,828**									
T_TEST	,696**	-,600**	-,662**	-,624**	-,403**	-,441**								
VS5P	,367*	-,311*	-,467**	-,557**	-,371*	-,297	,366*							
PTRU	-,385*	,239	,382*	,644**	,514**	,483**	-,588**	-,405**						
IZGI	-,299	,202	,274	,288	,333*	,510**	-,372*	-,189	,149					
PNK	-,126	,225	,113	-,197	-,189	-,125	-,090	-,024	,126	,053				
BLOS	-,694**	,599**	,719**	,570**	,428**	,401**	-,546**	-,349*	,316*	,021	-,030			
BLSE	-,720**	,511**	,696**	,676**	,484**	,520**	-,574**	-,404**	,369*	,068	-,086	,832**		
VISS	-,572**	,404**	,491**	,335*	,399**	,372*	-,372*	-,301	,164	,188	,265	,390*	,462**	

*p≤0.05; **p≤0.01

Увидом у корелацијску анализу предикторских моторичких способности са критеријском варијаблом SPR60, уочава се да је 51 варијабла од укупно 91 статистички значајне. Највећа статистичка значајност се уочава између тестова експлозивне снаге (SDM и TROM). Што се тиче критеријске варијабле, SPR60, има највећу корелацију са тестовима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета (SDM, TROM, BLOS, BLSE, тестом агилности, Поред тога, постоји и средња повезаност SPR60 са тестовима за процену брзине фреквенције покрета горњих и доњих екстремитета. На добијеном нивоу присутне статистичке значајности од $p \leq 0.05$, уочава се повезаност критеријске варијале SPR60 са VS5P и PTRU.

Табела 9. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста u12

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,648**												
DN	,629**	,590**											
ŠR	,583**	,634**	,360										
ŠK	,225	,295	,056	,719**									
OP	,500**	,901**	,487**	,558**	,334								
ON	,503**	,872**	,578**	,512**	,200	,848**							
DK	,396*	,322	,201	,540**	,470**	,312	,298						
DSZ	,399*	,391*	,093	,615**	,509**	,396*	,365*	,771**					
KNT	,070	,537**	,138	,360	,278	,622**	,426*	-,062	,008				
KNN	,149	,580**	,189	,290	,242	,678**	,508**	,028	,034	,748**			
KNP	-,054	-,028	-,028	-,138	-,135	,001	-,124	-,204	-,145	,392*	,341		
SPR60	-,422*	-,244	-,359	-,049	,068	-,137	-,269	-,235	-,182	,432*	,378*	,262	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

У табли 9. уочава се да од укупно 78 коефицијента корелације, 36 има статистичку значајност. Највећи коефицијенти корелације, уочавају се код варијабли димензионалности тела и то TT са OP и ON. Остали коефицијенти се крећу у распону од ,487 до ,748 на добијеном нивоу значајности од $p \leq 0.01$, и од ,365 до ,432 на нивоу значајности од $p \leq 0.05$. Када се посматра утицај предикторских варијабли на SPR60 уочавају се средње вредности корелације са телесном висином и варијаблама којима се мери подкожно масно ткиво.

10. Повезаност моторичких способности са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста u12

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VS5P	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,850**													
TROM	-,785**	,858**												
TAPR	-,426*	,160	,026											
TAPNL	-,358	,175	,051	,574**										
TAPND	-,421*	,279	,126	,524**	,820**									
T_TEST	,826**	-,639**	-,508**	-,464*	-,608**	-,658**								
VS5P	,323	-,284	-,308	-,092	-,452*	-,386*	,331							
PTRU	-,621**	,528**	,468**	,280	,395*	,218	-,525**	-,038						
IZGI	-,517**	,436*	,502**	,038	,226	,390*	-,506**	-,345	,225					
PNK	-,290	,305	,287	,202	,423*	,301	-,325	-,401*	,156	,175				
BLOS	-,719**	,718**	,720**	,076	,137	,284	-,502**	-,383*	,353	,404*	,317			
BLSE	-,574**	,493**	,464**	,258	,264	,269	-,473**	-,204	,330	,346	,403*	,737**		
VISS	-,706**	,766**	,630**	,168	,289	,301	-,712**	-,219	,415 ^N	,451*	,319	,456*	,472**	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$.

Од 91 коефицијената корелације, 48 имају статистичку значајну повезаност. Највећи коефицијент корелације уочавамо између тестова експлозивне снаге доњих екстремитета (SDM и TROM). Критеријска варијабла има јаку корелацију са варијаблама тестова експлозивне снаге (SDM и TROM), са тестом за процену агилности (T_TEST), као и са тестом експлозивне снаге горњих екстремитета (BLOS) и тестом експлозивне снаге типа скока (VISS). Остале предикторске варијабле се налазе у средњој корелацији са критеријском варијаблом, осим три варијабле које немају статистичку значајност: тест за процену флексибилности задње ложе бута (PNK), тест за процену брзине покрета доњих екстремитета (TAPNL) и тест за процену брзине покрета и експлозивне снаге (VS5P).

Табела 11. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста и12

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,809**												
DN	,877**	,677**											
ŠR	,650**	,541**	,578**										
ŠK	,558**	,439**	,473**	,853**									
OP	,475**	,750**	,476**	,425**	,357**								
ON	,534**	,730**	,486**	,615**	,562**	,772**							
DK	,355**	,262*	,382**	,462**	,472**	,284*	,353**						
DSZ	,523**	,514**	,493**	,562**	,510**	,361**	,483**	,469**					
KNT	,203	,542**	,329**	,189	,011	,666**	,468**	,096	,170				
KNN	,105	,464**	,173	,063	,016	,640**	,580**	,096	,127	,656**			
KNP	-,065	-,028	-,102	-,152	-,128	,005	-,062	-,024	,097	,027	,059		
SPR60	-,344**	-,381**	-,265*	-,246*	-,221	-,201	-,253*	-,148	-,304*	,064	,188	-,080	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Када се посматра табела 11. уочава се да од укупно 78 коефицијента корелације, њих 50 су статистички значајни. На нивоу добијене статистичке значајности од $p \leq 0.01$, уочава се јака корелација између варијабли лонгитудиналне димензионалности (TV и DN) као и између варијабли волуминозности тела (TT, OP, ON). Поред тога, јака корелација постоји и између варијабли ŠR (ширина рамена) и ŠK (ширина карлице). Средњи коефицијенти корелације уочавају се код осталих варијабли и крећу се у распону од ,329 до ,677. На нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.05$ уочавају се коефицијенти корелације у распону од -,246 до -,304. Предикторске варијабле имају средњи ка слабом утицају на критеријску варијаблу, од којих TV и TT имају највећи коефицијент корелације на нивоу значајности од $p \leq 0.01$, док са варијаблама DN, ŠR, ON и DSZ има слабу повезаност на нивоу значајности од $p \leq 0.05$.

Табела 12. Повезаност моторичких способности са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста u12

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VSSP	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,666**													
TROM	-,634**	,731**												
TAPR	-,436**	,289*	,210											
TAPNL	-,393**	,250*	,219	,568**										
TAPND	-,269*	,220	,253*	,565**	,832**									
T_TEST	,492**	-,475**	-,411**	-,425**	-,496**	-,510**								
VSSP	,160	-,292*	-,136	-,266*	-,272*	-,255*	,481**							
PTRU	-,597**	,449**	,446**	,256*	,328**	,328**	-,321**	,013						
IZGI	-,032	,267*	,295*	,027	,159	,181	-,175	-,248*	,154					
PNK	-,185	,294*	,196	,162	,332**	,204	-,247*	-,317**	,140	,210				
BLOS	-,651**	,574**	,523**	,261*	,120	,094	-,355**	-,135	,413**	-,045	,021			
BLSE	-,418**	,282*	,204	,277*	,160	,139	-,209	-,167	,153	-,262*	-,079	,667**		
VISS	-,574**	,591**	,571**	,305**	,202	,238*	-,354**	-,081	,415**	,201	,101	,462**	,192	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$.

У табели 12. уочава се да од 91 коефицијента корелације, 56 има статистичку значајност. Највећи коефицијент корелације постоји код тестова за процену брзине покрета доњих екстремитета (TAPNL и TAPND) али и у резултатима тестова за процену експлозивне снаге (SDM и TROM). Од предикторских варијабли највећи коефицијент корелације са критеријском варијаблом, имају тестови за процену експлозивне снаге доњих и горњих екстремитета (SDM, TROM, BLOS и BLSE), затим тест за процену експлозивне снаге типа скока (VISS) – вертикални скок, тест за процену агилности (T_TEST), тест за процену репетитивне снаге мишића трупа (PTRU) и тестови за процену брзине покрета доњих и горњих екстремитета (TAPR, TAPND, TAPNL).

Табела 13. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста u14

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,862**												
DN	,889**	,660**											
ŠR	,724**	,778**	,662**										
ŠK	,523**	,636**	,488**	,860**									
OP	,756**	,929**	,525**	,636**	,534**								
ON	,726**	,908**	,473**	,732**	,645**	,912**							
DK	,500**	,678**	,445*	,636**	,593**	,682**	,684**						
DSZ	,348	,574**	,088	,400*	,401*	,568**	,665**	,586**					
KNT	-,036	-,056	-,114	-,093	,045	,046	-,001	-,060	,063				
KNN	-,109	-,055	-,186	-,253	-,286	,146	-,059	-,078	-,037	,402*			
KNP	,059	,211	-,083	-,020	-,114	,416*	,244	,324	,196	,360	,559**		
SPR60	-,590**	-,604**	-,491**	-,650**	-,604**	-,477**	-,595**	-,274	-,159	,235	,351	,357	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

У табели 13. од 91 коефицијента корелације 44 имају статистичку значајност. Најјачу корелацију учојамо у односу лонгитудиналних димензионалности (TV и DN), затим у односу трансферзалних димензионалности (ŠR и ŠK), као и између варијабли волуминозности тела (TT, OP и ON). Средњу корелацију учојамо у односу осталих димензионалности које имају статистичку значајност. Критеријска варијабла корелира са скоро свим димензионалностима осим са оним којима се мери подкожно масно ткиво и варијабле трансверзалне димензионалности (DK и DSZ).

Табела 14. Повезаност моторичких способности са критеријумском варијаблом SPR60 код дечака узраста u14

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VS5P	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,854**													
TROM	-,846**	,926**												
TAPR	-,580**	,410*	,543**											
TAPNL	-,534**	,510**	,585**	,490**										
TAPND	-,546**	,521**	,598**	,588**	,781**									
T_TEST	,717**	-,731**	-,762**	-,448*	-,495**	-,461*								
VS5P	,743**	-,728**	-,708**	-,342	-,531**	-,651**	,730**							
PTRU	-,443*	,453*	,619**	,410*	,478**	,396*	-,523**	-,253						
IZGI	-,081	,294	,309	-,093	,229	,112	-,235	-,087	,202					
PNK	-,076	,233	,248	-,230	,383*	,202	-,360	-,234	,126	,348				
BLOS	-,736**	,653**	,702**	,440*	,545**	,452*	-,772**	-,764**	,488**	,032	,278			
BLSE	-,779**	,712**	,757**	,577**	,597**	,558**	-,689**	-,744**	,367	,086	,266	,895**		
VISS	-,595**	,694**	,680**	,297	,465*	,490**	-,462*	-,594**	,389*	,247	,266	,439*	,446*	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Од 91 коефицијената корелације, 63 имају статистичку значајност и то 48 на нивоу од $P \leq 0.01$, а остале на нивоу значајности од $p \leq 0.05$. Поново је највећи коефицијент корелације између тестова за процену експлозивне снаге доњих екстремитета (SDM и TROM). Поред тога, јака корелације се учојава и код тестова за процену експлозивне снаге горњих екстремитета (BLOS и BLSE). Критеријска варијабла корелира са свим предикторским варијаблама, осим са IZGI и PNK. Јаку позитивну корелацију учојамо са тестовим за процену експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета, а негативну са тестом за процену агилности (T_TEST) и тестом за процену брзине и експлозивне снаге доњих екстремитета (VS5P). Средњу корелацију учојамо са тестовима за процену брзине покрета горњих и доњих екстремитета (VISS – SMJ), и тестовима за процену брзине покрета (TAPR, TAPND, TAPNL), и то на нивоу значајности од $p \leq 0.01$, док са PTRU (подизање трупа) корелира на нивоу значајности од $p \leq 0.05$.

Табела 15. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста u14

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,719**												
DN	,799**	,340*											
ŠR	,675**	,621**	,453**										
ŠK	,604**	,528**	,422**	,732**									
OP	,556**	,896**	,202	,518**	,422**								
ON	,612**	,932**	,238	,536**	,486**	,848**							
DK	,545**	,594**	,345*	,660**	,656**	,415**	,541**						
DSZ	,549**	,560**	,381*	,458**	,349*	,392*	,576**	,704**					
KNT	,302	,643**	,049	,323*	,512**	,682**	,518**	,429**	,085				
KNN	,216	,586**	-,034	,231	,435**	,646**	,509**	,258	,034	,829**			
KNP	,266	,519**	,129	,209	,389*	,508**	,420**	,311*	,095	,756**	,831**		
SPR60	-,286	-,131	-,131	-,156	-,061	-,124	-,121	-,075	-,141	,192	,380*	,433**	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Од укупно 78 добијених коефицијената корелације, статистички значајних има 54. Највећи коефицијент корелације се уочава између варијабли којима одређује волуминозност тела (TT, OP, ON), затим између варијабли варијабли којима се мери подкожно масно ткиво, а такође и између варијабли лонгитудиналне димензионалности (TV, DN). Код осталих корелација, уочавају се коефицијенти средње вредности на нивоу значајности од $p \leq 0.01$ и $p \leq 0.05$. Када се посматрају коефицијенти корелације између предикторских варијабли и критеријске варијабле, уочава се да постоји само статистички значајна корелација са тестовима којима се мери подкожно масно ткиво и то: са KNP на нивоу значајности од $p \leq 0.01$ и са KNN на нивоу значајности од $p \leq 0.05$

Табела 16. Повезаност моторичких способности са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста и14

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VSSP	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,460**													
TROM	-,522**	,677**												
TAPR	-,181	,044	,017											
TAPNL	-,265	,120	,222	,454**										
TAPND	-,498**	,134	,235	,473**	,733**									
T_TEST	,505**	-,215	-,257	-,411**	-,233	-,396**								
VSSP	,162	-,350*	-,300	-,357*	-,299	-,216	,192							
PTRU	-,345*	,168	,423**	,261	,334*	,268	-,137	-,174						
IZGI	-,132	,398**	,321*	,190	,191	,212	-,124	-,187	,232					
PNK	-,151	,288	,440**	-,094	,089	,071	-,034	-,045	,136	,187				
BLOS	-,327*	,368*	,371*	,268	,044	,127	-,154	-,169	,181	-,086	,258			
BLSE	-,337*	,225	,167	,380*	,104	,158	-,186	-,081	,020	-,048	,242	,685**		
VISS	-,365*	,565**	,431**	-,236	-,012	,150	-,122	-,109	,172	,411**	,203	-,060	-,124	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

У табели 16. од 91 коефицијента корелације 28 имају статистичку значајност. У овом случају, имамо ниже коефицијенте корелације у односу на претходне резултате. Уочена је средња корелација између варијабли којима се процењује експлозивна снага доњих екстремитета (SDM и TROM), као и између варијабли којима се процењује експлозивна снага горњих екстремитета (BLOS и BLSE). Што се тиче односа предикторских варијабли са критеријском варијаблом, постоји средња корелација са тестовима за процену експлозивне снаге доњих екстремитета (SDM и TROM), као и са тестовима за процену брзине покрета доњих екстремитета (TAPND и TAPNL). Може се уочити и слабија повезаност са тестовима за процену експлозивне снаге доњих екстремитета (BLOS и BLSE), затим са тестом за процену репетитивне снаге мишћа трупа (PTRU) и са тестом за процену експлозивне снаге доњих екстремитета (VISS- CMJ), а све то на нивоу значајности од $p \leq 0.05$.

Табела 17. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста од 16

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,795**												
DN	,914**	,626*											
ŠR	,375	,764**	,243										
ŠK	-,052	,292	-,197	,449									
OP	,613*	,598*	,556*	,442	-,023								
ON	,507	,812**	,360	,673**	,349	,575*							
DK	,423	,751**	,230	,648*	,340	,595*	,904**						
DSZ	,451	,667**	,291	,520	-,047	,336	,649*	,760**					
KNT	-,103	,112	-,374	,032	,085	-,107	,301	,474	,581*				
KNN	-,471	-,514	-,414	-,415	-,179	-,195	-,016	-,001	-,214	,293			
KNP	-,504	-,495	-,450	-,411	-,173	-,161	,037	,047	-,161	,283	,933**		
SPR60	-,755**	-,705**	-,679**	-,429	-,031	-,327	-,432	-,192	-,284	,229	,627*	,551*	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Из табеле 17. се може видети да постоје 78 коефицијента корелације од којих су статистички значајни свега 24. Највећу корелацију уочавамо између варијабли којима се одређује волуминозност тела (ON) са варијаблом трансверзалне димензионалности (DK). Поред тога, уочава се и јака корелација између телесне висине и дужине ногу као лонгитудиналне дименионалности тела. Што се тиче критеријске варијабле, постоји значајна корелација са варијаблама лонгитудиналне димензионалности (TV и DN), варијаблама којима се мери волуминозност тела (TT) на нивоу значајности од $p \leq 0.01$ и варијаблама којима се мери подкожно масно ткиво (KNP и KNN) на нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.05$.

Табела 18. Повезаност моторичких способности са критеријском варијаблом SPR60 код ученика узраста 16

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VS5P	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-,813**													
TROM	-,767**	,891**												
TAPR	-,410	,458	,379											
TAPNL	-,083	,384	,387	,398										
TAPND	-,335	,283	,321	,363	,351									
T_TEST	,555*	-,630*	-,703**	-,542*	-,125	-,202								
VS5P	,106	-,237	-,233	-,603*	-,259	-,001	,489							
PTRU	,099	-,042	,120	,423	,333	,449	-,102	-,250						
IZGI	,026	,139	,274	,238	,162	-,082	,009	-,170	,327					
PNK	-,388	,688**	,431	,534*	,459	,255	-,288	-,109	,068	,078				
BLOS	-,812**	,793**	,731**	,398	,434	,480	-,555*	-,112	,104	-,106	,515			
BLSE	-,714**	,696**	,505	,565*	,336	,217	-,371	-,253	,010	,020	,574*	,810**		
VISS	-,474	,766**	,792**	,510	,576*	,216	-,630*	-,218	,102	,300	,722**	,529	,401	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$,

Од 91 коефицијента корелације, у табели 18. уочавају се 24 статистички значајна. Највећи коефицијент корелације постоји, као и до сада, између тестова за процену експлозивне снаге доњих и горњих екстремитета. (SDM и TROM, BLOS и BLSE). Тест за процену агилности, има значајну корелацију са Тестовима за процену експлозивне снаге горњих екстремитета (SDM и TROM), као и са тестом за процену брзине покрета горњих екстремитета (TAPR). Критеријска варијабла има јаку корелацију са тестовима за процену експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета (BLOS, BLSE, SDM и TROM) на нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.01$, и са тестом за процену агилности (T_TEST) на нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.05$.

(С обзиром да је критеријумска варијабла спринт 60м обрнуто скалирана, а све предикторске варијабле нормално скалиране, позитиван предзнак корелационих коефицијената представља негативан утицај појединог предиктора на критеријску варијаблу и обрнуто).

Табела 19. Повезаност морфолошких карактеристика са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста u16

	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DSZ	KNT	KNN	KNP	SPR60
TV													
TT	,596**												
DN	,886**	,370											
ŠR	,586**	,588**	,460*										
ŠK	,456*	,861**	,250	,651**									
OP	,170	,761**	-,033	,460*	,647**								
ON	,186	,813**	,034	,373	,660**	,837**							
DK	,622**	,522*	,433	,264	,485*	,210	,324						
DSZ	,602**	,683**	,351	,316	,632**	,419	,476*	,787**					
KNT	-,060	,640**	-,187	,196	,479*	,750**	,721**	-,062	,067				
KNN	-,178	,427	-,293	-,027	,212	,671**	,625**	-,138	,089	,795**			
KNP	-,028	,331	-,286	,286	,258	,379	,312	,068	,120	,524*	,544*		
SPR60	-,446	-,254	-,518*	-,536*	-,392	-,017	-,150	-,393	-,220	,129	,500*	,237	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Табела 19. приказује 78 коефицијента корелације, од којих је 32 статистички значајно. Наиме, може се уочити да високо корелирају варијабле лонгитудиналне дименионалности, као и варијабле којима се утврђује волуминозност тела. Постоји и јака корелација између варијабли којима се мери подкожно масно ткиво са варијаблама којима се утврђује волуминозност тела. Такође, може се уочити и јака корелација између самих варијабли трансферзалне димензионалности (DK и DSZ). Средња корелација се уочава између осталих варијабли који којих постоје статистички значајни коефицијенти корелације. Што се тиче саме критеријске варијабле, може се рећи да постоји повезаност са DN.

Табела 20. Повезаност моторичких способности са критеријском варијаблом SPR60 код ученица узраста 16.

	SPR60	SDM	TROM	TAPR	TAPNL	TAPND	T_TEST	VS5P	PTRU	IZGI	PNK	BLOS	BLSE	VISS
SPR60														
SDM	-.861**													
TROM	-.822**	.825**												
TAPR	-.624**	.613**	.407											
TAPNL	-.295	.200	.011	.532*										
TAPND	-.526*	.446	.242	.607**	.855**									
T_TEST	.689**	-.684**	-.749**	-.162	-.007	-.198								
VS5P	.473*	-.419	-.551*	-.328	-.411	-.367	.441							
PTRU	-.181	.092	.154	.139	-.016	.107	.110	-.166						
IZGI	-.375	.356	.186	.380	.226	.236	-.189	-.099	.478*					
PNK	.163	-.085	-.171	-.119	.247	.339	.152	.213	-.303	-.259				
BLOS	-.706**	.652**	.639**	.395	-.244	.026	-.597**	-.031	.087	.220	-.248			
BLSE	-.781**	.783**	.658**	.476*	-.028	.220	-.672**	-.295	.005	.231	-.123	.894**		
VISS	-.838**	.867**	.695**	.647**	.386	.614**	-.529*	-.408	.083	.242	-.018	.571*	.715**	

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

Табела 20. приказује јаку корелацију између варијабли којима се процењује експлозивна снага доњих екстремитета (SDM, TROM и VISS-CMJ), затим између варијабли којима се процењује експлозивна снага горњих екстремитета (BLOS и BLSE). Средње вредности коефицијента корелације, уочавамо између варијабли којима се процењује експлозивна снага доњих екстремитета (SDM, TROM и VISS-CMJ), и варијабли којима се процењује експлозивна снага горњих екстремитета (BLOS и BLSE). Тест за процену агилности корелира са тестовима за процену експлозивне снаге доњих екстремитета (SDM и TROM). Поред тога, критеријска варијабла корелира са скоро свим варијаблама и то: јака корелација уочава се са тестовима за процену експлозивне снаге доњих екстремитета (SDM, TROM и VISS-CMJ), затим са тестовима за процену експлозивне снаге горњих екстремитета (BLOS и BLSE), тестом за процену агилности (T_TEST) и тестом за процену брзине покрета горњих екстремитета и то све на нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.01$. Уочава се и значајна корелација са TAPND и VS5P, на нивоу статистичке значајности од $p \leq 0.05$.

Табела 21. Корелациони коефицијенти (r) зависне варијабле (SPR60) и независних варијабли морфолошких карактеристика код свих узрасних група и у оба пола

	Pearson Korelacija SPR60							
	M10	Ž10	M12	Ž12	M14	Ž14	M16	Ž16
TV	-,680**	-,743**	-,422*	-,344**	-,590**	-,286	-,755**	-,446
TT	-,610**	-,489**	-,244	-,381**	-,604**	-,131	-,705**	-,254
DN	-,631**	-,739**	-,359	-,265*	-,491**	-,131	-,679**	-,518*
ŠR	-,473**	-,431**	-,049	-,246*	-,650**	-,156	-,429	-,536*
SK	-0,3	-,475**	,068	-,221	-,604**	-,061	-,031	-,392
ON	-,399*	-,525**	-,137	-,201	-,477**	-,124	-,327	-,017
OP	-,523**	-,472**	-,269	-,253*	-,595**	-,121	-,432	-,150
DK	-0,3	-,569**	-,235	-,148	-,274	-,075	-,192	-,393
DSZ	-,455**	-,439**	-,182	-,304*	-,159	-,141	-,284	-,220
KNT	0,0	-,002	,432*	,064	,235	,192	,229	,129
KNN	0,1	,067	,378*	,188	,351	,380*	,627*	,500*
KNP	-0,1	-,045	,262	-,080	,357	,433**	,551*	,237

На табели 21. где је сумарно приказан корелациони коефицијент (r) види се да је велики број морфолошких карактеристика у статистички значајној позитивној корелацији са перформансом спринта и то у u10 подједнако код ученика и ученица, а у u12 нешто већи број позитивних корелација код ученица, а у u14 и u16 код ученика, што је у складу са током биолошке матурације и развојем.

Tabela 22. Корелациони коефицијенти (r) зависне варијабле (SPR60) и независних варијабли моторичких способности код свих узрасних група и у оба пола

	Pearson Korelacija SPR6							
SDM	,712**	,657**	,850**	,666**	,854**	,460**	,813**	,861**
TRO	,700**	,771**	,785**	,634**	,846**	,522**	,767**	,822**
TAPR	,551**	,545**	,426*	,436**	,580**	,181	,410	,624**
TAPNL	,557**	,413**	,358	,393**	,534**	,265	,083	,295
TAPND	,622**	,402**	,421*	,269*	,546**	,498**	,335	,526*
T-Test	-,862**	-,696**	-,826**	-,492**	-,717**	-,505**	-,555*	-,689**
VS5P	-,529**	-,367*	-,323	-,160	-,743**	-,162	-,106	-,473*
PTRU	,653**	,385*	,621**	,597**	,443*	,345*	-,099	,181
IZGI	,344*	,299	,517**	,032	,081	,132	-,026	,375
PNK	,180	,126	,290	,185	,076	,151	,388	-,163
BLOS	,739**	,694**	,719**	,651**	,736**	,327*	,812**	,706**
BLSE	,789**	,720**	,574**	,418**	,779**	,337*	,714**	,781**
VISS	,666**	,572**	,706**	,574**	,595**	,365*	,474	,838**

Анализирајући моторичке способности (табела 22.), највећи број позитивних статистички значајних корелација је забележен у тестовима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета, затим тесту агилности као и тестовима хоризонталних и вертикалних скокова.

7.4 Утицај морфолошких и моторичких варијабли на критеријумску варијаблу (СПР60) – регресиона анализа

Скуп предикторских варијабли подељен је на предикторски систем морфолошких карактеристика и предикторски систем моторичких способности. Систем морфолошких карактеристика има дванаест варијабли, а то су: TV (телесна висина), TT (телесна тежина), DN (дужина ногу), ŠR (ширина рамена), ŠK (ширина карлице), OP (обим потколенице), ON (обим надколенице), DK (дијаметар колена), DSZ (дијаметар скочног зглоба), KNT (кожни набор на трбуху) KNN (кожни набор натколенице), KNP (кожни набор подколенице). Систем моторичких способности има тринаест варијабли, а то су: SDM (скок у даљ из места), TRO (троскок из места), TAPR (тапинг руком), TAPNL (тапинг ногом левом), TAPND (тапинг ногом десном), T_TEST (тест за мерење агилности), VS5P (вертикални скок преко пет препрека), PTRU (подизање трупа), IZGI (издржај у згибу), PNK (претклон на клупици), BLOS (бацање лопте из основног става), BLSE (бацање лопте из седа), VISS (висина скока).

Регресионом анализом критеријске варијабле SPR60 (спринт на 60 метара) и предикторског система морфолошких карактеристика и моторичких способности, добијен је коефицијент мултипле корелације R . Такође су добијени резултати мултипле регресије, односно квадриране корелације R^2 . Регресионом анализом израчунати су и индивидуални утицаји сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу (β). У оним случајевима када је утврђено да предикторски систем у целости утиче на критеријумску варијаблу, приступило се анализи појединих предикторских варијабли.

Табела 23. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста u10

Variables	β	t	p
TV	-0,986	-1,323	0,200
TT	-0,637	-0,907	0,375
DN	0,226	0,379	0,709
ŠR	0,076	0,148	0,884
ŠK	0,325	0,754	0,459
OP	0,776	2,023	0,056
ON	-0,074	-0,216	0,831
DK	-0,036	-0,158	0,876
DSZ	-0,173	-0,572	0,573
KNT	-0,015	-0,052	0,959
KNN	-0,135	-0,366	0,718
KNP	0,070	0,260	0,797

$R=0,759$; $R^2=0,576$; $F=2,376$; $P=,040$

Напомена: R - коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F - тест укупног слагања, P - статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом Спринт 60 метара као критерија и предикторског система морфолошких карактеристика добијен је статистички значајан коефицијент мултипле корелације .76 то указује да је објашњена укупна ваљана варијанса од 57% чија је значајност $\text{Sig}=,04$. Добијена је само једна приближно статистички значајна директна парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то са варијаблом OP (обим потколенице). У табели 23. приказана је вредност мултипле корелације 0,759, и утврђено је да примењен сет морфолошких варијабли има значајан утицај на

критеријску варијаблу спринт на 60 метара (SPR60) $p=0,040$. Када се узме у обзир квадрирана вредност мултипле корелације, односно мултипле регресије – 0,576, може се закључити да је 57,6% укупне варијансе критеријумске варијабле може се објаснити применом система морфолошких варијабли. Ако се обрати пажња на статистичку значајност (p) може се приметити да је само варијабла ОП близу статистичке значајности ($p=0,056$). На бази израчунатих индивидуалних вредности статистичких параметара са регресионом анализом, може се приметити да телесна висина (TV- $\beta= -0,986$), телесна тежина (ТТ – $\beta=-0,637$), ширина карлице (ŠK – $\beta=0,325$) и обим подколенице (OP – $\beta=0,776$) имају највећи утицај, али статистички значајан је само обим подколенице, на критеријску варијаблу SPR60. Тако се сматра да је обим потколенице доминантни репрезент успешности трчања на 60 метара, код деце узраста 8-9 година, и10.

Табела 24. Утицај моторичких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста и10

Variables	β	t	p
SDM	-0,068	-0,333	0,743
TRO	0,040	0,137	0,893
TAPR	0,241	1,642	0,119
TAPNL	-0,057	-0,287	0,778
TAPND	-0,253	-1,147	0,267
T_TEST	0,503	2,958	0,009*
VS5P	0,099	0,590	0,563
PTRU	-0,053	-0,309	0,761
IZGI	0,164	1,274	0,220
PNK	0,064	0,428	0,674
BLOS	-0,149	-0,642	0,529
BLSE	-0,172	-0,648	0,526
VISS	-0,096	-0,635	0,534

$R=0,918$; $R^2=0,842$; $F=6,988$; $P= ,000$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом Спринт 60 метара као критерија и предикторског система моторичких способности добијен је статистички значајан коефицијент мултипле

корелације .91 чија је значајност $Sig=.00$. Добијена је само једна статистички значајна директна парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то са варијаблом Т-Тест. Табела 24. открива да систем предикторских варијабли моторичких способности на критеријску варијаблу SPR60 има значајан утицај $p=0,000$. Такође, вредност мултипле регресије, односно квадрране корелације, је 0,842 и индицира да 84,2% укупне варијансе критеријумске варијабле SPR60 може бити објашњено системом варијабли моторичких способности. Што се тиче статистичке значајности (p), једино Т-Тест за мерење агилности био је статистички значајно повезан (.50) са варијаблом SPR60. Индивидуалном анализом утицаја моторичких варијабли на критеријумску варијаблу, може се закључити да тапинг руком левом (TAPNL - $\beta=0,241$), тапинг десном ногом (TAPND - $\beta=-0,253$) и тест за мерење агилности (T-TEST - $\beta=0,503$) имају најзначајнији утицај на критеријску варијаблу SPR60, али само је тест Т-Тест најважнији репрезент њиховог утицаја

Табела 25. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученица, узраста и10

Variables	β	t	p
TV	-0.927	-2.490	0.019*
TT	0.908	2.926	0.006*
DN	-0.121	-0.465	0.645
ŠR	-0.093	-0.816	0.421
ŠK	-0.005	-0.033	0.974
OP	-0.519	-2.846	0.008*
ON	0.073	0.286	0.777
DK	-0.280	-1.882	0.070
DSZ	0.049	0.351	0.728
KNT	0.022	0.071	0.944
KNN	0.013	0.049	0.961
KNP	-0.003	-0.025	0.981

$R=0,867$; $R^2=0,752$; $F=7.599$; $P=,000$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом Спринт 60 метара као критерија и предикторског система морфолошких карактеристика добијење статистички значајан коефицијент мултипле

корелације .86 што указује да је објашњена укупна ваљана варијанса од 75% чија је значајност .00. Добијене су три статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијаблом, и то су TV (телесна висина), TT (телесна тежина) и OP (обим потколенице).

У табели 25. приказана је вредност мултипле корелације 0,867 и уочено је да примењен сет морфолошких варијабли показује статистичку значајност на критеријску варијаблу спринт на 60 метара (SPR60) $p=0.000$. Када се узме у обзир квадратна вредност мултипле корелације, односно мултипле регресије $R^2=0,752$, може се закључити да 75,2% укупне варијансе критеријске варијабле може се објаснити применом система морфолошких варијабли. Ако се обрати пажња на статистичку значајност (p), може се приметити да су варијабле TV (телесна висина) $p=0,019$, TT (телесна тежина) $p=0,006$ и OP (обим потколенице) $p=0,008$, близу статистичке значајности. Такође, на бази израчунатих индивидуалних вредности статистичких параметара са регресионом анализом, TV (телесна висина), TT (телесна тежина) и OP (обим потколенице) поред тога сто имају највећу статистичку значајност, имају и највећи утицај на критеријумску варијаблу SPR60 (спринт на 60 метара).

Табела 26. Утицај моторичких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученица узраста u10

Variables	β	t	p
SDM	0.005	0.027	0.979
TRO	-0.222	-0.924	0.364
TAPR	0.016	0.072	0.943
TAPNL	-0.010	-0.053	0.958
TAPND	0.219	0.957	0.347
T_TEST	0.150	0.907	0.373
VS5P	-0.103	-0.795	0.434
PTRU	-0.212	-1.272	0.215
IZGI	-0.141	-0.931	0.360
PNK	-0.024	-0.188	0.852
BLOS	-0.171	-0.850	0.403
BLSE	-0.281	-1.305	0.203
VISS	-0.287	-2.165	0.040*

$R=0,863$; $R^2=0,754$; $F=5,83$; $P=,000$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом Спринт 60 метара као критерија и предикторског система моторичких способности, добијен је статистички значајан коефицијент мултипле корелације .86 чија је значајност Sig=.00. Овде је добијена само једна статистички значајна директна парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то са варијаблом VISS (висина скока).

Табела 26. показује да систем предикторних варијабли моторичких способности на критеријску варијаблу SPR60 има значајан утицај $p=0,000$. Такође, вредност мултипле регресије, односно квадриране корелације је 0,754, што значи да 75,4% укупне варијансе критеријске варијабле SPR60 може бити објашњено управо овим системом моторичких способности. Када се посматра статистичка значајност (p) једино је VISS (висина скока) статистички значајно повезана са критеријском варијаблом SPR60 (спринт на 60 метара). Што се тиче индивидуалне анализе моторичких способности на критеријску варијаблу, може се видети да BLSE (бацање лопте из седа), PTRU (подизање трупа) и TAPND (тапинг десном ногом) имају утицај на критеријску варијаблу, али је само VISS (висина скока) статистички значајна.

Табела 27. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста u12

Variables	β	t	p
TV	-0.128	-0.534	0.600
TT	-0.552	-1.269	0.221
DN	0.065	0.315	0.757
ŠR	0.313	1.044	0.311
ŠK	-0.237	-1.054	0.307
OP	-0.496	-1.227	0.237
ON	-0.178	-0.557	0.585
DK	-0.141	-0.633	0.535
DSZ	0.313	1.174	0.257
KNT	0.615	2.287	0.035*
KNN	0.712	2.907	0.010*
KNP	-0.236	-1.307	0.209

R=; R^2 =; F=3,280; P=,013

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

У Табели 27. је приказано да примењен систем морфолошких варијабли има значајан утицај на критеријску варијаблу спринт на 60 метара (SPR60) $p=0,013$. Регресионом анализом спринт 60 метара и морфолошких карактеристика, добијене су две статистички значајне предикторске варијабле и то су KNT (кожни набор на трбуху) и KNN (кожни набор натлактице). Што се тиче осталих варијабли, на основу израчунатих индивидуалних вредности статистичких параметара са регресионом анализом, може се приметити да TT (телесна тежина), ŠR (ширина рамена), OP (обим потколенице) и DN (дужина ноге) имају највећи утицај, док су KNT (кожни набор на трбуху) и KNN (кожни набор натколенице) статистички значајни на критеријумску варијаблу.

Табела 28. Утицај моторичких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста u12

Variables	β	t	p
SDM	-0.150	-0.802	0.435
TRO	-0.227	-1.520	0.149
TAPR	-0.251	-2.898	0.011*
TAPNL	0.141	0.759	0.460
TAPND	0.068	0.419	0.681
T_TEST	0.455	3.326	0.005*
VS5P	0.073	0.756	0.461
PTRU	-0.140	-1.348	0.198
IZGI	-0.036	-0.387	0.705
PNK	0.053	0.667	0.515
BLOS	-0.160	-1.013	0.327
BLSE	-0.013	-0.105	0.918
VISS	0.012	0.087	0.931

$R=0,980$; $R^2=0,942$; $F=18.690$; $P=,000$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

На основу регресионе анализе SPR60 као критерија и предикторског система моторичких способности, добијен је статистички значајан коефицијент мултипле корелације .98 чија је значајност Sig= .00. Две су статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијабом, и то TAPR (тапинг руком) и T_TEST (тест за мерење агилности).

На основу прегледа табеле 28. можемо утврдити да управо систем предикторских варијабли моторичких способности на критеријску варијаблу SPR60 (спринт на 60 метара) има значајан утицај $p=0,000$. Квадратна корелација, односно вредност мултипле регресије је $R^2=0,942$ и указује да 94,2% укупне варијансе критеријумске варијабле SPR60 може бити објашњено системом варијабли моторичких способности. Статистичку значајност (p) имају TAPR (тапинг руком) $p=0.001$ и T_TEST (тест за мерење агилности) $p=0,005$. Као варијабла која има утицај на критеријску варијаблу, може се споменути и TROM (троскок из места), али статистичку значајност на критеријску варијаблу имају TAPR (тапинг руком) и T_TEST (тест за мерење агилности).

Табела 29. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученица узраста u12

Variables	β	t	p
TV	1.055	2.737	0.008*
TT	-1.232	-3.903	0.000*
DN	-0.496	-1.961	0.055
ŠR	-0.069	-0.302	0.764
ŠK	0.194	0.956	0.343
OP	-0.085	-0.428	0.670
ON	-0.261	-1.262	0.212
DK	-0.065	-0.552	0.583
DSZ	0.005	0.039	0.969
KNT	0.442	2.453	0.017*
KNN	0.667	4.090	0.000*
KNP	-0.152	-1.481	0.144

$R=0,685$; $R^2=0,469$; $F=4,202$; $P=,000$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом добијен је статистички значајан коефицијент мултипле корелације .68 и то регресионом анализом спринт 60 метара као критерија и предикторског система морфолошких карактеристика. То указује да је објашњена укупна ваљана варијанса од 46% чија је значајност $Sig=.00$. Добијено је четири статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то са варијаблама TV (телесна висина), TT (телесна тежина), KNT (кожни набор на трбуху), KNN (кожни набор натколенице).

У табели 29. приказана је вредност мултипле корелације 0.685 и може се видети да примењен систем морфолошких варијабли има значајан утицај на критеријску варијаблу спринт на 60 метара (SPR60) $p=0.000$. Такође, можемо закључити на основу квадрираних вредности мултипле корелације, односно мултипле регресије $R^2=0,469$, да се 46,9% укупне варијансе критеријске варијабле може објаснити применом система морфолошких варијабли. Што се тиче статистичке значајности, може се видети да су то следеће варијабле: TV(телесна висина) $p=0,008$, TT (телесна тежина) $p=0,000$, KNT (кожни набор на трбуху) $p=0,017$, KNN (кожни набор натколенице) $p=0,000$. Поред тога, на бази индивидуалних вредности статистичких параметара са регресионом анализом, може се издвојити и DN (дужина ногу) $\beta=0,496$, али су претходно поменуте варијабле статистички значајне у односу на спринт на 60 метара (SPR60).

Табела 30. Утицај моторичких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученица узраста u12

Variables	β	T	p
SDM	-0.120	-1.020	0.312
TRO	-0.218	-2.016	0.049*
TAPR	-0.166	-1.879	0.066
TAPNL	-0.369	-2.861	0.006*
TAPND	0.394	3.021	0.004*
T_TEST	0.156	1.593	0.117
VS5P	-0.011	-0.126	0.900
PTRU	-0.269	-3.140	0.003*
IZGI	0.116	1.446	0.154
PNK	0.039	0.495	0.623
BLOS	-0.155	-1.313	0.195
BLSE	-0.060	-0.596	0.554
VISS	-0.115	-1.269	0.210

$R=0,868$; $R^2=0,754$; $F=12.969$; $P=,000$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом Спринт 60 метара као критерија и предикторског система моторичких способности добијен је статистички значајан коефицијент мултипле корелације 0.868 и чија је значајност Sig=.00. Добијено је четири статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то су TROM (троскок из места), TAPNL (тапинг ногом левом) TAPND (тапинг ногом десном) и PTRU (подизање трупа).

Табела 30. показује да систем предикторних варијабли моторичких способности на критеријску варијаблу SPR60 има значајан утицај $p=0.000$. Вредности мултипле регресије, односно квадриране корелације је; $R^2=0,754$. То нам показује да 75.4% укупне варијансе критеријске варијабле SPR60 може бити објашњено системом варијабли моторичких способности. Такође се види да су статистички значајне варијабле TROM (троскок из места) $p=0.049$, TAPNL (тапинг ногом левом) $p=0.006$, TAPND (тапинг ногом десном) $p=0.004$, и PTRU (подизање трупа) $p=0.003$, и имају најзначајнији утицај на критеријску варијаблу SPR60 (спринт на 60 метара).

Табела 31. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста u14

Variables	β	T	p
TV	-0.437	-0.746	0.467
TT	-0.139	-0.235	0.817
DN	0.413	0.939	0.361
ŠR	-0.118	-0.310	0.760
ŠK	-0.158	-0.489	0.632
OP	-0.060	-0.102	0.920
ON	-0.505	-1.129	0.276
DK	0.028	0.112	0.912
DSZ	0.407	1.942	0.070
KNT	0.064	0.385	0.705
KNN	0.013	0.074	0.942
KNP	0.455	2.108	0.051

$R=0,865$; $R^2=0,749$; $F=3.979$; $P=,006$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Регресионом анализом критеријске варијабле Спринт на 60 метара (SPR60) и предикторског система морфолошких карактеристика код дечака узраста од 14-16 година, утврђено је да није присутан статистички значајан утицај овог система на критеријску варијаблу.

На основу приказаних резултата из табеле 31. можемо приметити да TV (телесна висина) $\beta=-437$, DN (дужина ногу) $\beta=413$, ON (обим натколенице) $\beta=-505$, DSZ (дијаметар скочног зглоба) $\beta=0,407$ и KNP (кожни набор потколенице) имају индивидуални утицај као предикторне варијабле на критеријску варијаблу спринт на 60 метара (SPR60), али ни једна варијабла није статистички значајна. Треба поменути да су варијабле KNP и DSZ близу статистичке значајности. Коефицијент мултипле корелације је .86 чија је значајност $\text{Sig}=.06$. Вредност квадратне корелације је $R^2=0,749$ што значи ја 74,9% укупне варијансе критеријске варијабле, може бити објашњено системом варијабли морфолошких карактеристика.

Табела 32. Утицај моторичких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста u14

Variables	β	T	p
SDM	-0.753	-1.934	0.077
TRO	0.244	0.549	0.593
TAPR	-0.167	-0.645	0.531
TAPNL	0.100	0.408	0.691
TAPND	-0.059	-0.203	0.843
T_TEST	-0.198	-0.624	0.544
VS5P	0.284	0.714	0.489
PTRU	-0.149	-0.671	0.515
IZGI	0.056	0.392	0.702
PNK	-0.026	-0.113	0.912
BLOS	-0.102	-0.246	0.810
BLSE	-0.210	-0.499	0.627
VISS	0.069	0.331	0.746

$R=0,915^a$; $R^2=0,837$; $F=4.745$; $P=,005$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Анализом резултата из Табеле 32. можемо утврдити да целокупан систем предикторских варијабли моторичких способности, има статистички значајан утицај на критеријску варијаблу спринт на 60 метара Sig=.05. Регресионом анализом, добијен је коефицијент мултипле корелације .91. Такође, вредност мултипле регресије, односно квадриране корелације је 0,837, што указује да 83,2% укупне варијансе критеријске варијабле (SPR60) може бити објашњено системом варијабли моторичких способности. Као предикторске варијабле које имају индивидуални утицај на критеријумску варијаблу, могу се издвојити SDM (скок у даљ из места) $\beta=-0,753$, и TROM (Троскок из места) $\beta=0.244$ и BLSE (бацање лопте из седа) $\beta=0.210$, али ни једна није статистички значајна за критеријску варијаблу, осим што треба поменути да је варијабла SDM (скок у даљ из места) близу статистичке значајности.

Табела 33. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученица узраста u14

Variables	B	t	p
TV	-0.607	-1.504	0.144
TT	-0.404	-0.548	0.588
DN	0.396	1.419	0.167
ŠR	0.377	1.442	0.160
ŠK	-0.329	-1.164	0.254
OP	-0.368	-0.967	0.342
ON	0.230	0.480	0.635
DK	-0.115	-0.415	0.681
DSZ	0.199	0.809	0.425
KNT	0.024	0.073	0.942
KNN	0.858	2.511	0.018*
KNP	0.166	0.548	0.588

R=0,727; $R^2=0,528$; F=2.610; P=,018

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја

значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

На основу регресионе анализе критеријске варијабле (SPR60) и предикторског система морфолошких карактеристика, дефинисан је статистички значајан утицај свеукупног предикторског система морфолошких карактеристика на критеријумску варијаблу (SPR60). Добијен је коефицијент мултипле корелације .72 чија је значајност $Sig=.01$. Што се тиче квадриране вредности мултипле корелације, односно мултипле регресије, она износи $R^2=0,528$ па се може закључити да се 52,8% укупне варијансе критеријске варијабле може објаснити применом система морфолошких варијабли. Када се варијабле посматрају појединачно, уочава се да варијабла KNN (кожни набор надколенице) $p=0,018$, има статистички значајан утицај на критеријску варијаблу (SPR60). Од осталих варијабли се могу издвојити TV (телесан висина) $\beta=-0.607$, TT (телесна тежина) $\beta=-0,404$, DN (дужина ногу) $\beta=0,396$, ŠR (ширина рамена) $\beta=0.377$ ŠK (ширина карлице) $\beta =-0.329$ OP (обим потколенице) $\beta=-368$ и које на основу израчунатих индивидуалних вредности статистичких параметара са регресионом анализом, имају највећи утицај, али је статистички значајан само KNN (кожни набор натколенице).

Табела 34. Утицај моторичких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученица узраста u14

Variables	β	t	p
SDM	-0.194	-0.928	0.362
TRO	-0.209	-1.062	0.298
TAPR	0.200	1.072	0.293
TAPNL	0.183	0.951	0.350
TAPND	-0.467	-2.368	0.025*
T_TEST	0.278	1.934	0.064
VS5P	-0.027	-0.200	0.843
PTRU	-0.217	-1.490	0.148
IZGI	0.127	0.863	0.396
PNK	0.118	0.860	0.397
BLOS	0.095	0.514	0.611
BLSE	-0.301	-1.672	0.106
VISS	-0.087	-0.489	0.629

$R=0,799$; $R^2=0,639$; $F=3.676$; $P=,002$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја

значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Анализом резултата регресионе анализе (Табела 34.) за критеријску варијаблу спринт на 60 метара (SPR60), добијен је статистички значајан свеукупни утицај предикторског система на критеријску варијаблу. Добијен је статистички значајан коефицијент мултипле корелације .79, чија је значајност $Sig=.00$. Такође, добијене су две статистички значајне појединачне варијабле и то су TAPND (тапинг ногом десном) $p=0.025$ и T_TEST (тест за мерење агилности) $p=0.064$.

Вредност квадриране корелације, односно вредност мултипле регресије је $R^2=0,639$, што упућује да 63,9% укупног варијабилитета критеријске варијабле (SPR60), може бити објашњено системом варијабли моторичких способности. Индивидуалном анализом утицаја моторичких варијабли на критеријску варијаблу, може се закључити да TAPND (тапинг ногом десном) $\beta=-0.467$ и T_TEST (тест за мерење агилности) $\beta=0.278$, и BLSE (бацање лопте из седа) $\beta=-0.301$, имају највећи индивидуални утицај на критеријску варијаблу SPR60, али само TAPND (тапинг ногом десном).

Табела 35. Утицај морфолошких варијабли на критеријску варијаблу SPR60 код ученика узраста u16

Variables	β	t	p
TV	-0.972	-0.749	0.591
TT	0.594	0.308	0.810
DN	0.128	0.099	0.937
ŠR	-0.365	-0.536	0.687
ŠK	0.447	0.662	0.628
OP	0.435	0.653	0.632
ON	-1.263	-1.080	0.475
DK	0.355	0.240	0.850
DSZ	0.663	0.524	0.693
KNT	-0.255	-0.294	0.818
KNN	1.243	1.140	0.458
KNP	-0.541	-0.568	0.671

$R=0,970$; $R^2=0,942$; $F=1.347$; $P=,594$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

Анализом резултата који су приказани у табели 35. може се утврдити да систем предикторских варијабли морфолошких карактеристика није показао статистички значајан утицај на критеријумску варијаблу (SPR60). Добијени су резултати мултипле корелације .97, што указује да је објашњена укупна ваљана варијанса од 94,2% чија је значајност $Sig=.59$. На нивоу појединачних варијабли, нема статистички значајних резултата.

Статистичком обрадом података, када је у питању утицај моторичких способности на критеријумску варијаблу SPR60 (спринт на 60 метара), код дечака узраста u16, нису добијени : R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β - индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријумску варијаблу, t - тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријумску варијаблу, p - ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријумску варијаблу. С обзиром на то, можемо доћи до закључка да испитивани систем предикторских варијабли моторичких способности није испољио у овом узрасту неки примећени утицај на критеријумску варијаблу.

Табела 36. Утицај морфолошких варијабли на критеријумску варијаблу SPR60 код ученица узраста u16

Variables	B	t	p
TV	0.079	0.095	0.928
TT	1.331	1.200	0.276
DN	-0.513	-0.882	0.412
ŠR	-0.388	-0.855	0.425
ŠK	-0.302	-0.587	0.579
OP	0.132	0.273	0.794
ON	-0.761	-1.453	0.196
DK	-0.154	-0.420	0.689
DSZ	-0.283	-0.578	0.584
KNT	-0.893	-1.405	0.210
KNN	0.932	2.052	0.086
KNP	0.035	0.097	0.926

$R=0,901$; $R^2=0,812$; $F=2.162$; $P=,177$

Напомена: R- коефицијент мултипле корелације, R^2 - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β – индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријумску варијаблу, t – тестирање индивидуалног утицаја

значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p – ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу.

У табели 36. приказани су резултати регресионе анализе за критеријску варијаблу SPR60 (спринт на 60 метара), и показују да не постоји статистички значајан утицај целовитог предикторског система морфолошких карактеристика на критеријску варијаблу. Добијен је коефицијент мултипле корелације је 0.901, док је вредност мултипле регресије, односно квадриране корелације $R^2=0,812$ и указује да 81,2% укупне варијансе критеријумске варијабле (SPR60) може бити објашњено системом варијабли морфолошких карактеристика.

Статистичком обрадом података, када је у питању утицај моторичких способности на критеријску варијаблу СПР60 (спринт на 60 метара), код девојчица узраста у16, нису добијени : R- коефицијент мултипле корелације, - проценат варијансе, F- тест укупног слагања, P- статистичка значајност, β - индивидуални утицај сваке стандардизоване предикторне варијабле на критеријску варијаблу, t - тестирање индивидуалног утицаја значајности сваке предикторне варијабле на критеријску варијаблу, p - ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне варијабле на критеријумску варијаблу. С обзиром на то, можемо доћи до закључка да систем предикторских варијабли моторичких способности, није имао утицај на критеријску варијаблу у овом узрасту.

Табела 37. Ниво статистичке значајности сваке предикторне (морфолошке) варијабле на критеријумску варијаблу- СПР60

	Regresija- ZBIRNA							
	M10	Ž10	M12	Ž12	M14	Ž14	M16	Ž16
TV	0,200	0.019*	0.600	0.008*	0.467	0.144	0.591	0.928
TT	0,375	0.006*	0.221	0.000*	0.817	0.588	0.810	0.276
DN	0,709	0.645	0.757	0.055	0.361	0.167	0.937	0.412
ŠR	0,884	0.421	0.311	0.764	0.760	0.160	0.687	0.425
SK	0,459	0.974	0.307	0.343	0.632	0.254	0.628	0.579
ON	0,056	0.008*	0.237	0.670	0.920	0.342	0.632	0.794
OP	0,831	0.777	0.585	0.212	0.276	0.635	0.475	0.196
DK	0,876	0.070	0.535	0.583	0.912	0.681	0.850	0.689
DSZ	0,573	0.728	0.257	0.969	0.070	0.425	0.693	0.584
KNT	0,959	0.944	0.035*	0.017*	0.705	0.942	0.818	0.210
KNN	0,718	0.961	0.010*	0.000*	0.942	0.018*	0.458	0.086
KNP	0,797	0.981	0.209	0.144	0.051	0.588	0.671	0.926

Табела 37 приказује резултате регресионе анализе појединачних предикторских варијабли морфолошких карактеристика на критеријумску варијаблу СПР60. Може се уочити да су значајне вредности добијене код варијабли ТВ и ТТ девојчица узраста 10 ($p = 0.019$, $p = 0.006$) и 12 година ($p = 0.008$, $p = 0.000$), варијабле ОН код девојчица узраста 10 година ($p = 0.008$), КНТ код дечака ($p = 0.035$) и девојчица ($p = 0.017$) узраста 12 година, и варијабле КНН код дечака узраста 12 година ($p = 0.010$) и девојчица узраста 12 ($p = 0.000$) и 14 година ($p = 0.018$). Ови резултати су донекле очекивани. Лонгитудалне димензије тела попут телесне висине измају значајну улогу у цикличним кретањима као што је трчање, па је значајан утицај очекиван и јасан. Такође, телесна маса и обим натколенице могу указати на удео мишићне масе која има значајану улогу у испољавању мишићне снаге а сами тим и у брзини трчања. На крају, с обзиром да је проценат масног ткива у уској вези са нивоом опште физичке припремљености јасна је повезаност параметара кожног набора са брзином трчања. Када се сагледа са аспекта мерених морфолошких параметара, највећу повезаност са брзином трчања имају варијабле кожних набора, док се са аспекта узраста и пола може закључити да је највећи утицај морфолошких параметара добијен код девојчица узраста 12 година. Код деце узраста 16 година није добијен значајан утицај предикторских варијабли на критеријумску, па се може претпоставити да код деце старијег узраста, утицај на брзину трчања имају неке друге способности односно карактеристике.

Табела 38. Ниво статистичке значајности утицаја сваке предикторне (моторичке) варијабле на критеријску варијаблу- СПР60

	Regresija- ZBIRNA TABELA					
	M10	Ž10	M12	Ž12	M14	Ž14
SDM	0,743	0.979	0.435	0.312	0.077	0.362
TRO	0,893	0.364	0.149	0.049*	0.593	0.298
TAPR	0,119	0.943	0.011*	0.066	0.531	0.293
TAPNL	0,778	0.958	0.460	0.006*	0.691	0.350
TAPND	0,267	0.347	0.681	0.004*	0.843	0.025*
T_TEST	0,009*	0.373	0.005*	0.117	0.544	0.064
VS5P	0,563	0.434	0.461	0.900	0.489	0.843
PTRU	0,761	0.215	0.198	0.003*	0.515	0.148
IZGI	0,220	0.360	0.705	0.154	0.702	0.396
PNK	0,674	0.852	0.515	0.623	0.912	0.397
BLOS	0,529	0.403	0.327	0.195	0.810	0.611
BLSE	0,526	0.203	0.918	0.554	0.627	0.106
VISS	0,534	0.040*	0.931	0.210	0.746	0.629

У табели 38 су приказани резултати регресионе анализе појединачних предикторских варијабли моторичких способности на критеријску варијаблу СПР60. Може се уочити да су значајне вредности добијене код варијабле ТРО код девојчица узраста 12 година ($p = 0.049$), ТАПР код дечака узраста 12 година ($p = 0.011$), ТАПНЛ ($p = 0.006$) и ТАПНД код девојчица узраста 12 година ($p = 0.004$), Т тест код дечака узраста 10 ($p = 0.009$) и 12 година ($p = 0.005$), ПТРУ код девојчица узраста 12 година ($p = 0.003$) и баријабле ($p = 0.035$) ВИСС код девојчица узраста 10 година ($p = 0.040$). Тестови трскок из места и скок у вис процењују експлозивне карактеристике мишића опружача ногу, па је повезаност са брзином односно временом трчања на 60 м, која такође зависи од експлозивности испољене при старту, јасна и очекивана. Такође, тест тапинг руком и ногом испитују брзину фреквенције покрета која има велики значај у цикличним кретањима. Значајна повезаност између теста подизање трупа за 60 с и критеријске варијабле је донекле очекивана с обзиром да поменути тест испитује одређену карактеристику испољавања снаге (издржљивост у снази), која игра важну улогу у испољавању брзине локомоције. Повезаност између агилности и брзине трчања се може објаснити чињеницом да и агилност и брзина трчања на кратким дистанцама донекле зависе од способности мишића да реагује брзо и великом силом, односно експлозивности мишића. На крају, слично као у случају морфолошких

карактеристика, највећи утицај моторичких способности на брзину трчања је пронађен код девојчица узраста 12 година, док код старијих узраста (16 година) дечака и девојчица, није добијен значајан утицај предикторских на критеријску варијаблу.

7.5 Униваријантна анализа варијансе (АНОВА)

Табела 39. АНОВА морфолошких карактеристика код ученика

		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
TV	Between Groups	18185,368	3	6061,789	101,931	,000
	Within Groups	6125,380	103	59,470		
	Total	24310,748	106			
TT	Between Groups	9756,872	3	3252,291	74,881	,000
	Within Groups	4473,558	103	43,433		
	Total	14230,430	106			
DN	Between Groups	6020,521	3	2006,840	73,530	,000
	Within Groups	2811,142	103	27,293		
	Total	8831,664	106			
ŠR	Between Groups	712,374	3	237,458	31,758	,000
	Within Groups	770,131	103	7,477		
	Total	1482,505	106			
ŠK	Between Groups	223,717	3	74,572	14,197	,000
	Within Groups	541,012	103	5,253		
	Total	764,729	106			
OP	Between Groups	2344,864	3	781,621	24,759	,000
	Within Groups	3251,640	103	31,569		
	Total	5596,505	106			
ON	Between Groups	670,058	3	223,353	30,865	,000
	Within Groups	745,344	103	7,236		
	Total	1415,402	106			
DK	Between Groups	34,009	3	11,336	27,757	,000
	Within Groups	42,066	103	,408		
	Total	76,075	106			
DSZ	Between Groups	14,680	3	4,893	17,709	,000
	Within Groups	28,461	103	,276		
	Total	43,140	106			
KNT	Between Groups	5,524	3	1,841	2,249	,087
	Within Groups	84,327	103	,819		
	Total	89,850	106			
KNP	Between Groups	1,163	3	,388	1,130	,340
	Within Groups	35,341	103	,343		

		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Total		36,505	106			
KNN	Between Groups	,638	3	,213	,606	,613
	Within Groups	36,129	103	,351		
	Total	36,766	106			

У табели 39. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) морфолошких карактеристика код ученика. Може се уочити да између субузорака, на нивоу морфолошких карактеристика, од 13 варијабли је статистички значајно 10. Утврђено је да се узорци статистички значајно разликују у следећим варијаблам: TV (телесна висина), TT (телесна тежина), DN (дужина ногу), ŠR (ширина рамена), ŠK (ширина карлице), OP (обим потколенице), ON (обим натколенице), DK (дијаметар колена) и DSZ (дијаметар скочног зглоба). Не постоји статистички значајна разлика код варијабли које се односе на кожно наборе тела.

Табела 40. ANOVA морфолошких карактеристика код ученица

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TV	Between Groups	19013,790	3	6337,930	121,439	,000
	Within Groups	8924,530	171	52,190		
	Total	27938,320	174			
TT	Between Groups	11223,264	3	3741,088	90,819	,000
	Within Groups	7043,970	171	41,193		
	Total	18267,234	174			
DN	Between Groups	6013,871	3	2004,624	93,923	,000
	Within Groups	3649,706	171	21,343		
	Total	9663,577	174			
ŠR	Between Groups	932,447	3	310,816	52,431	,000
	Within Groups	1013,701	171	5,928		
	Total	1946,149	174			
ŠK	Between Groups	655,240	3	218,413	44,184	,000
	Within Groups	845,297	171	4,943		
	Total	1500,537	174			
OP	Between Groups	2369,879	3	789,960	45,648	,000
	Within Groups	2959,241	171	17,306		
	Total	5329,120	174			
ON	Between Groups	975,248	3	325,083	52,932	,000
	Within Groups	1044,062	170	6,142		
	Total	2019,310	173			

DK	Between Groups	19,330	3	6,443	19,834	,000
	Within Groups	55,550	171	,325		
	Total	74,880	174			
DSZ	Between Groups	8,202	3	2,734	11,873	,000
	Within Groups	39,375	171	,230		
	Total	47,577	174			
KNT	Between Groups	8,562	3	2,854	4,402	,005
	Within Groups	110,867	171	,648		
	Total	119,429	174			
KNP	Between Groups	5,749	3	1,916	1,137	,336
	Within Groups	288,251	171	1,686		
	Total	294,000	174			
KNN	Between Groups	6,799	3	2,266	1,723	,164
	Within Groups	224,916	171	1,315		
	Total	231,714	174			

У Табели 40. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) морфолошких карактеристика ученица. Може се уочити да између субузорака, на нивоу морфолошких карактеристика, од 13 варијабли је статистички значајно 10. Утврђено је да се узорци статистички значајно разликују у следећим варијаблам: TV (телесна висина), TT (телесна тежина), DN (дужина ногу), ŠR (ширина рамена), ŠK (ширина карлице), OP (обим потколенице), ON (обим натколенице), DK (дијаметар колена), DSZ (дијаметар скочног зглоба) и SED (седна висина). Не постоји статистички значајна разлика код варијабли које се односе на кожне наборе тела, осим што се може поменути да је варијабла KNT (кожни набор на трбуху) јако близу статистичке значајности.

Табела 41. ANOVA критеријске варијабле, SPR60 (спринт на 60 метара) код ученика

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SPR60	Between Groups	62,635	3	20,878	36,663	,000
	Within Groups	58,655	103	,569		
	Total	121,290	106			

У табели 41. уочава се да постоји статистички значајна разлика између група када је у питању критеријска варијабла SPR60.

Табела 42. ANOVA критеријске варијабле SPR60 (спринт на 60 метара) код ученица

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SPR60	Between Groups	95,460	3	31,820	60,732	,000
	Within Groups	89,069	170	,524		
	Total	184,529	173			

Табела 42. показује да је присутна статистички значајна разлика између третираних група, у односу на критеријску варијаблу SPR60, када су у питању девојчице.

Табела 43. ANOVA моторичких способности код ученика

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SDM	Between Groups	68357,998	3	22785,999	66,202	,000
	Within Groups	35451,722	103	344,191		
	Total	103809,720	106			
TRO	Between Groups	631670,730	3	210556,910	60,772	,000
	Within Groups	356862,055	103	3464,680		
	Total	988532,785	106			
TAPR	Between Groups	2482,573	3	827,524	43,131	,000
	Within Groups	1976,174	103	19,186		
	Total	4458,748	106			
TAPNL	Between Groups	476,904	3	158,968	25,140	,000
	Within Groups	651,302	103	6,323		
	Total	1128,206	106			
TAPND	Between Groups	333,691	3	111,230	20,823	,000
	Within Groups	550,197	103	5,342		
	Total	883,888	106			
T-TEST	Between Groups	77,443	3	25,814	29,495	,000
	Within Groups	90,146	103	,875		
	Total	167,589	106			
VS5P	Between Groups	35,611	3	11,870	1,674	,177
	Within Groups	730,258	103	7,090		
	Total	765,869	106			
PTRU	Between Groups	2825,218	3	941,739	16,207	,000
	Within Groups	5984,969	103	58,106		
	Total	8810,187	106			
IZGI	Between Groups	4114,208	3	1371,403	1,675	,177

	Within Groups	82715,126	101	818,962		
	Total	86829,333	104			
PNK	Between Groups	321,333	3	107,111	2,721	,048
	Within Groups	4093,963	104	39,365		
	Total	4415,296	107			
BLOS	Between Groups	2347024,903	3	782341,634	84,221	,000
	Within Groups	966074,505	104	9289,178		
	Total	3313099,407	107			
BLSE	Between Groups	1017718,485	3	339239,495	56,660	,000
	Within Groups	622678,922	104	5987,297		
	Total	1640397,407	107			

Од 12 моторичких варијабли, у табели 43, уочава се да код 9 варијабли постоје статистички значајне разлике између група. То су: SDM (скок у даљ из места), TROM (троскок из места), TAPR (тапинг руком), TAPNL (тапинг левом ногом), TAPND (тапинг десном ногом), T_TEST (тест агилности), PTRU (подизње трупа), BLOS (бацање лопте из основног става), BLSE (бацање лопте из седа). Треба поменути да код варијабли VS5P (вертикални скок преко 5 препрека), IZGI (издржај у згибу), PNK (претклон на клупи) не постоји статистички значајна разлика између група.

Табела 44. ANOVA моторичких способности девојчица

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SDM	Between Groups	41375,599	3	13791,866	54,303	,000
	Within Groups	43430,549	171	253,980		
	Total	84806,149	174			
TRO	Between Groups	402812,395	3	134270,798	58,140	,000
	Within Groups	392606,416	170	2309,450		
	Total	795418,810	173			
TAPR	Between Groups	3703,301	3	1234,434	67,236	,000
	Within Groups	3121,164	170	18,360		
	Total	6824,466	173			
TAPNL	Between Groups	638,846	3	212,949	41,802	,000
	Within Groups	866,028	170	5,094		
	Total	1504,874	173			
TAPND	Between Groups	409,629	3	136,543	29,836	,000
	Within Groups	778,003	170	4,576		

	Total	1187,632	173			
T-TEST	Between Groups	76,962	3	25,654	41,256	,000
	Within Groups	105,711	170	,622		
	Total	182,672	173			
VS5P	Between Groups	4,048	3	1,349	5,502	,001
	Within Groups	41,444	169	,245		
	Total	45,491	172			
PTRU	Between Groups	3082,197	3	1027,399	13,686	,000
	Within Groups	12837,197	171	75,071		
	Total	15919,394	174			
IZGI	Between Groups	1816,840	3	605,613	1,490	,219
	Within Groups	69524,875	171	406,578		
	Total	71341,714	174			
PNK	Between Groups	519,917	3	173,306	5,754	,001
	Within Groups	5150,620	171	30,121		
	Total	5670,537	174			
BLOS	Between Groups	1543105,294	3	514368,431	92,136	,000
	Within Groups	943476,035	169	5582,698		
	Total	2486581,329	172			
BLSE	Between Groups	880877,581	3	293625,860	88,656	,000
	Within Groups	563034,585	170	3311,968		
	Total	1443912,167	173			

Табела 44. показује да код 11 од укупно 12 варијабли, постоји статистички значајна разлика између група. Уочава се да само варијабла IZGI (издржај у згибу) нема статистички значајну разлику.

7.6 Резултати добијени коришћењем математичких алгоритама истраживања података (Вишестрика линеарна регресија – LR, Регресиона стабла – M5, Метода к најближих суседа - KNN, метода вектора подршке – SVM, Неуронске мреже - MLP, RBF неуронска мрежа – RBF)

Често се међу експерименталним подацима налазе и разне на први поглед неуочене зависности или узрочно-последични односи који експертима могу бити веома интересантни и корисни. На основу велике количине података и присутних веза које

су често скривене, формулишу се одређене релације, концепти или елементи поступања, које надаље упућују на нове информације из расположивих параметара.

Табела 45. Карактеристике испитаника

Ispitanik	Starost	TV	TT	DN	ŠR	ŠK	OP	ON	DK	DMN	KNT	KNN	KNP	SPR60
Minimum	10	125.70	24.20	65.60	24.30	17.00	30.40	23.50	6.00	5.30	0.28	0.62	0.34	7.54
maksimum	16	191.00	70.70	99.90	40.20	29.00	91.90	39.50	10.00	8.10	6.60	4.30	9.92	11.61
Standardna devijacija	1.7869	10.83	9.91	6.25	3.08	2.54	5.97	3.17	0.63	0.46	0.79	0.66	0.98	0.81

Свака инстанца (испитаник) је описана са 28 атрибута. Успешан регресиони алгоритам би на основу тих атрибута у највећем броју случајева требало да што тачније процени атрибут SPR60.

Регресиони алгоритми су оцењивани коришћењем методе тестног узорка и методе унакрсне валидације (10-струка унакрсна валидација).

За методу тестног узорка комплетан скуп узорака је, коришћењем RESAMPLE филтера (који је имплементиран у софтверском пакету WEKA) подељен на два међусобно независна подскупа: тренинг скуп који се састоји од 2/3 укупног броја узорака који се користи за учење и тест скуп који садржи 1/3 укупног броја узорака који се користи за тачност предвиђања.

Провера квалитета регресије рађена је са свим потенцијално релевантним расположивим атрибутима о испитаницима, вредности свих параметара (од p_1 до p_{26}) су нормализоване коришћењем Нормализе – ненадгледаног филтера за атрибуте (који је имплементиран у софтверском пакету WEKA)

Оцена квалитета добијених модела је остварена израчунавањем корелационог коефицијента (CC), средње апсолутне грешке (MAE), корена средње квадратне грешке (RMSE) и релативне апсолутне грешке (RAE)

Коефицијент корелације говори колико су предвиђања повезана са стварним резултатима. Што је његова вредност ближа 1 то је резултат бољи.

7.6.1 Регресиона анализа морфолошких и моторичких варијабли са критеријском варијаблом SPR60 метара

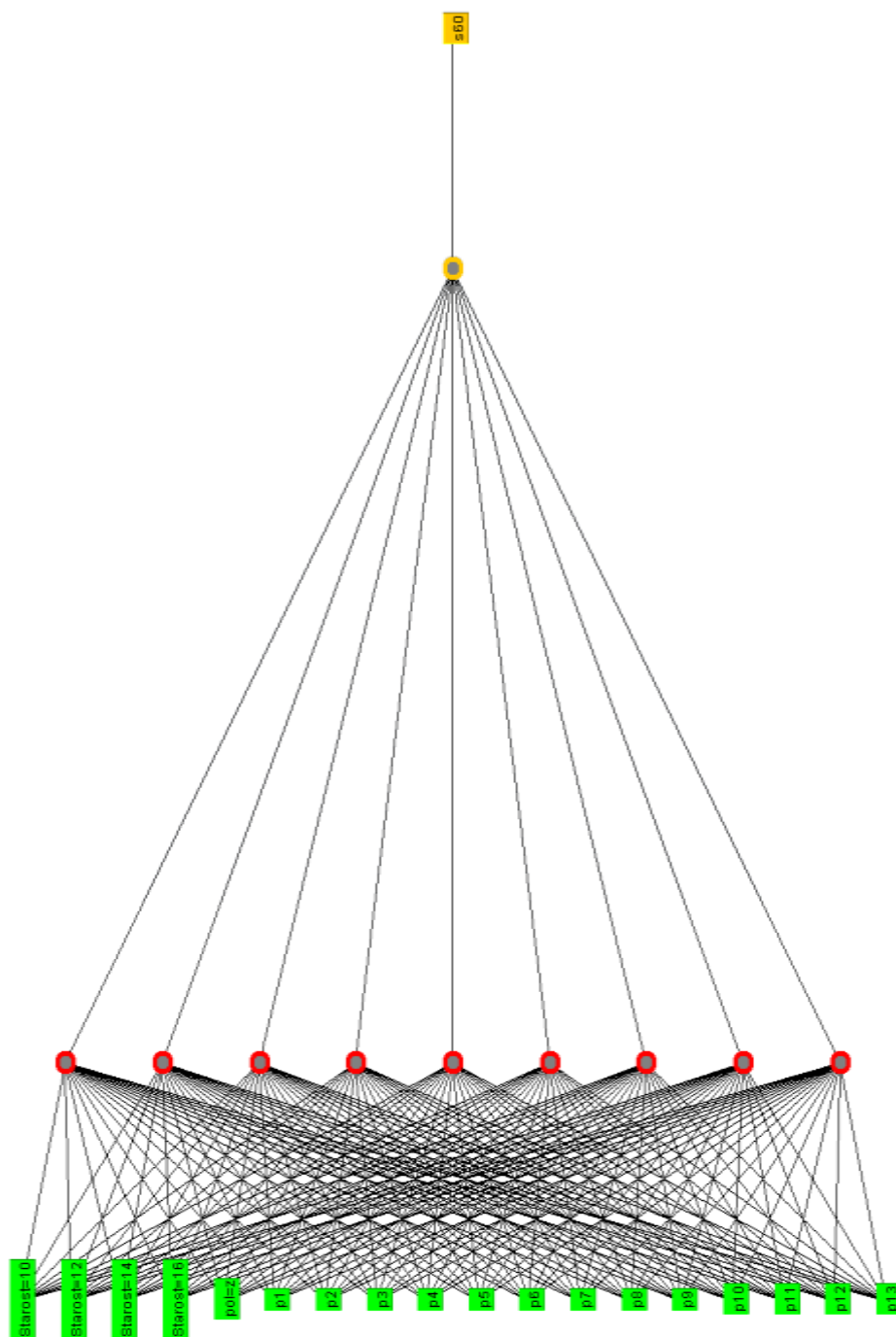
Коришћењем методе вишеструке линеарне регресије излаз се израчунава помоћу линеарне функције која се оптимизује употребом примера за обучавање. М5 метода као комбинација стабла одлуке и линеарне регресионе анализе дели почетни скуп података на подскупове које засебно анализира, па се на такав начин добијају линеарни регресни модели који побјашњавају поједине узорке.

Код методе к најближих суседа излаз (SPR60) се израчунава усредњавањем вредности излаза к најближих примера-суседа. Коришћен је KNN алгоритам са тежинским коефицијентима.

Приликом реализације алгоритма вектора подршке коришћена је полиномијална кернел функција (полуномиал кернел) како би се примери пресликали у вишедимензионални простор. За учење је коришћен популарни алгоритам RegSMOImproved.

Вишеслојни перцептрон функционише са једним скривеним слојем, са сигмоидалним активационим функцијама у неуронима скривеног слоја и линеарном активационом функцијом у излазном слоју. Неуронска мрежа је обучена алгоритмом са пропагацијом грешке уназад.

У алгоритму RBF неуронске мреже имплементира се мрежа са радијалним основним функцијама која се обучава на потпуно надгледани начин. Почетни центри за Gaussove радијалне базне функције су пронађени помоћу кластеризације методом к-средњих вредности.



Слика 10. Вишеслојни перцептрон са једним скривеним слојем (Filipović et al.,2019)

7.6.2 Морфолошке карактеристике

Процена атрибута SPR60 вршена је на основу 15 атрибута којима се опсеђују морфолошке карактеристике сваке инстанце (испитаника): старост, пол, телесна висина, телесна тежина, дужина ногу, ширина рамена, ширина карлице, обим потколенице, обим надколенице, дијаметар колена, дијаметар натколенице, кожни набор на трбуху, кожни набор натколенице, кожни набор подколенице.

Табела 46. Резултати алгоритама регресије - 10-струка унакрсна валидација (Filipović et al., 2019)

Алгоритам	CC	MAE	RMSE	RAE
LR	0.786	0.399	0.504	61.95%
M5	0.789	0.392	0.501	60.80%
KNN	0.741	0.428	0.547	66.44%
SVM	0.783	0.400	0.508	62.09%
MLP	0.739	0.440	0.561	68.27%
RBF	0.789	0.400	0.499	62.20%

Легенда: MAE – средња апсолутна грешка, CC – коефицијент корелације, RMSE – корен средње квадратне грешке, RAE- гелативне апсолутне грешке, LR- Вишеструка линеарна регресија, M5-Регресиона стабла, KNN – Метода к најближих суседа, SVM – Метода вектора подршке, MLP- Неуронске мреже, RBF- Неуронска мрежа

Алгоритам к најближих суседа оптимални резултат даје за 7 најближих примера-суседа ($k=7$).

Добар резултат представљају атрибути који имају високу корелацију са излазном променљивом, а нису корелисани међу собом. Високе вредности корелација атрибута са излазним параметром (у свим алгоритмима $>0,7$) говоре да се они могу употребити за нумеричко процењивање вредности параметра SPR60.

RMSE вредности за тестиране алгоритме су приказане у табели. Резултати тестирања показују да су сви модели употребљиви ($RMSE < 0,55$) и дају приближно исте резултате.

На наредним сликама дати су резултати измерених и нумерички процењених вредности параметра SPR60 за алгоритам M5.

Такође је могуће визуелно уочити добро поклапање процењених и измерених података за вредности параметра SPR60 (Слика 13.).



Слика 11. Графички приказ измерених (плава крива) и процењених вредности (црвена крива) параметра SPR60 (X оса: редни број испитаника, а Y оса: вредности параметара SPR60) – Алгоритам M5



Слика 12. Процент релативне грешке параметара SPR60 (X оса: редни број испитаника, а Y оса: % релативне грешке) – Алгоритам М5

За више од 50% испитаника при израчунавању SPR60 добијена грешка је мања од 3,5%, а за више од 90% испитаника добија се грешка мања од 8%.

Релативно мале разлике и мале релативне грешке које се могу уочити за велики број узорака указују на то да нумерички израчунате вредности дају задовољавајућа поклапања са измереним вредностима. На то указују и мале просечне вредности како апсолутне вредности разлике(0.365), тако и релативне грешке (3.85%).

Слични резултати се добијају и када се користи метода тестног узорка.

Табела 47. Резултати алгоритама регресије – Метода тестног узорка

Algoritam	CC		MAE		RMSE		RAE (%)	
	Trening skup	Test skup	Trening skup	Test skup	Trening skup	Test skup	Trening skup	Test skup
LR	0.818	0.811	0.366	0.409	0.456	0.505	58.83	59.92
M5	0.818	0.811	0.366	0.409	0.456	0.504	58.83	59.92
KNN	0.820	0.733	0.358	0.448	0.454	0.581	57.51	65.62
SVM	0.825	0.790	0.336	0.426	0.449	0.542	53.99	62.45
MLP	0.897	0.691	0.279	0.481	0.350	0.626	44.92	70.42
RBF	0.855	0.770	0.325	0.431	0.411	0.547	52.35	63.21

7.6.3 Моторичке способности

Процена атрибута спринт на 60 метара вршена је на основу 15 атрибута којима се описују моторичке карактеристике сваке инстанце (испитаника): старост, пол, скок у даљ из меса, троскок из места, тапинг руком, тапинг ногом десном, тапинг ногом левом, тест за процену агилности, вертикални скок преко 5 препрека, подизање трупа, издржај у згибу, предклон на клупи, бацање лопте из основног става, бацање лопте из седа и висина скока.

Табела 48. Резултати алгоритама регресије - 10-струка унакрсна валидација (Filipović et al., 2019)

Алгоритам	CC	MAE	RMSE	RAE
LR	0.894	0.290	0.365	45.09 %
M5	0.894	0.288	0.365	44.65 %
KNN	0.841	0.339	0.439	52.59 %
SVM	0.894	0.285	0.364	44.32 %
MLP	0.853	0.339	0.430	52.67 %
RBF	0.893	0.289	0.365	44.88 %

Легенда: MAE – средња апсолутна грешка, CC – коефицијент корелације, RMSE – корен средње квадратне грешке, RAE- гелативне апсолутне грешке, LR- Вишеструка линеарна регресија, M5-Регресиона стабла, KNN – Метода к најближих суседа, SVM – Метода вектора подршке, MLP- Неуронске мреже, RBF- Неуронска мрежа

Алгоритам к најближих суседа оптимални резултат даје за 4 најближа примера-суседа ($k=4$).

Гледајући на апсолутну грешку (MAE), најбољи резултат даје алгоритам вектора подршке. Код вектора подршке средња апсолутна грешка је 0.285, па ова вредност може да се сматра као варирање од стварне вредности SPR60. Међутим, и други алгоритми дају резултат у виду сличне вредности грешке. Алгоритми вишеструке линеарне регресије, регресиона стабла и RBF неуронске мреже дају грешку мању од 0.3, док алгоритми к најближих суседа и вештачке неуронске мреже имају грешку мању од 0.34.

Добар резултат представљају атрибути који имају високу корелацију са излазном променљивом, а нису корелисани међу собом. Високе вредности корелација атрибута са излазним параметром (у свим алгоритмима $>0,84$) говоре да се они могу употребити за нумеричко процењивање вредности параметра SPR60. Најбоље резултате дају алгоритми вишеструке линеарне регресије, регресиона стабла, алгоритам вектора подршке и RBF неуронске мреже

Резултати тестирања показују да су сви модели употребљиви јер су RMSE вредности релативно мале ($RMSE \leq 0,365$).

Слични резултати се добијају и када се користи метода тестног узорка

Табела 49. Резултати алгоритама регресије - Метода тестног узорка

Алгоритам	СС		MAE		RMSE		RAE (%)	
	Тренинг скуп	Тест Скуп	Тренинг скуп	Тест скуп	Тренинг скуп	Тест Скуп	Тренинг скуп	Тест скуп
LR	0.900	0.916	0.272	0.263	0.345	0.347	43.71 %	38.49 %
M5	0.900	0.916	0.272	0.263	0.345	0.347	43.70 %	38.49 %
KNN	0.890	0.845	0.291	0.347	0.363	0.463	46.73 %	50.80 %
SVM	0.901	0.917	0.256	0.271	0.346	0.352	41.20 %	39.70 %
MLP	0.934	0.91	0.224	0.283	0.284	0.357	36.02 %	41.49 %
RBF	0.927	0.918	0.236	0.273	0.299	0.348	37.87 %	39.98 %

Легенда: MAE – средња апсолутна грешка, СС – коефицијент корелације, RMSE - корен средње квадратне грешке, RAE- гелативне апсолутне грешке, LR- Вишеструка линеарна регресија, М5-Регресиона стабла, KNN – Метода к најближих суседа, SVM – Метода вектора подршке, MLP- Неуронске мреже, RBF- Неуронска мрежа

Код методе тестног узорка алгоритам к најближих суседа оптимални резултат даје за 5 најближих примера-суседа

7.6.4 Моторичке способности и морфолошке карактеристике (тотал)

Процена атрибута Спринт на 60 метара вршена је на основу свих 28 атрибута којима се описују моторичке способности сваког испитаника: старост, пол, телесна висина, телесна маса, дужина ногу, ширина рамена, ширина карлице, обим потколенице, обим надколенице, дијаметар колена, дијаметар натколенице, кожни набор трбуха, кожни набор натколенице, кожни набор подколенице, скок у даљ из меса, троскок из места, тапинг руком, затим тапинг десном ногом, тапинг левом ногом, т тест, вертикални скок преко 5 препрека, подизање трупа, издржај у згибу, предклон на клупи, бацање лопте из основног става, бацање лопте из седа и висина скока.

Табела 50. Резултати алгоритама регресије - 10-струка унакрсна валидација (Filipović et al., 2019)

Алгоритам	СС	MAE	RMSE	RAE
LR	0.888	0.293	0.377	45.46 %
M5	0.886	0.293	0.378	45.49 %
KNN	0.836	0.357	0.446	55.38 %
SVM	0.899	0.292	0.371	45.41 %
MLP	0.869	0.319	0.411	49.65 %
RBF	0.891	0.287	0.369	44.59 %

Легенда: MAE – средња апсолутна грешка, СС – коефицијент корелације, RMSE - корен средње квадратне грешке, RAE- гелативне апсолутне грешке, LR- Вишеструка линеарна регресија, М5-Регресиона стабла, KNN – Метода к најближих суседа, SVM – Метода вектора подршке, MLP- Неуронске мреже, RBF- Неуронска мрежа

Алгоритам к најближих суседа оптимални резултат даје за 6 најближих примера-суседа ($k=6$).

За предвиђање атрибута Спринт на 60 метара, установљени су резултати приказани на табели. Посматрајући средњу апсолутну грешку, добијен је најбољи резултат у алгоритму РБФ неуронске мреже. МАЕ за алгоритам РБФ неуронске мреже износи 0.287, али се веома слични резултати добијају и за остале посматране алгоритме. При томе добијени корен средње квадратне грешке - RMSE се не може олако тумачити као апсолутна грешка, међутим показује своју значајност. Алгоритам РБФ неуронске мреже даје мало бољи резултат од осталих посматраних алгоритама. Корен средње квадратне грешке код алгоритма РБФ неуронске мреже износи 0.369 а за алгоритам вишеструке линеарне регресије 0.377.

Слични резултати се добијају и када се користи метода тестног узорка.

Алгоритам к најближих суседа оптимални резултат даје за 5 најближих примера-суседа

Табела 51. Резултати алгоритама регресије - Метода тестног узорка

Алгоритам	CC		MAE		RMSE		RAE (%)	
	Тренинг скуп	Тест Скуп	Тренинг скуп	Тест скуп	Тренинг скуп	Тест Скуп	Тренинг скуп	Тест скуп
LR	0.900	0.916	0.272	0.263	0.345	0.347	43.71 %	38.49 %
M5	0.900	0.916	0.272	0.263	0.345	0.347	43.71 %	38.49 %
KNN	0.890	0.845	0.290	0.347	0.364	0.463	46.73 %	50.80 %
SVM	0.901	0.917	0.256	0.271	0.346	0.352	41.19 %	39.70 %
MLP	0.933	0.91	0.224	0.283	0.284	0.357	36.02 %	41.49 %
RBF	0.926	0.918	0.235	0.273	0.299	0.347	37.88 %	39.98 %

Легенда: MAE – средња апсолутна грешка, CC – коефицијент корелације, RMSE - корен средње квадратне грешке, RAE- гелативне апсолутне грешке, LR- Вишеструка линеарна регресија, M5-Регресиона стабла, KNN – Метода к најближих суседа, SVM – Метода вектора подршке, MLP- Неуронске мреже, RBF- Неуронска мрежа

8. ДИСКУСИЈА

Предмет истраживања рада су биле релације и утицаји морфолошких карактеристика, базичних моторичких способности и специјалне моторике код ученика и ученица различитих узрастних категорија који тренирају атлетику. Према постављеним циљевима истраживања, који су укључивали утврђивање њихових међусобних релација и модалитета, као и њихове релације у односу на специфичну моторику, на узорку од укупно 281 испитаника оба пола подељених у узрастне субузорке, тестиран је сет изабраних варијабли. Систем предикторских варијабли обухватао је морфолошке карактеристике, одабране базичне и специфичне моторичке способности и њихове релације према изабраној критеријској варијабли, спринту на 60 m.

Анализом полних разлика у дескриптивној статистици морфолошких карактеристика уочава се акцелерација вредности морфолошких варијабли која је у складу са годинама, где дечаци од узраста од 14.година већ показују веће вредности у складу са уласком у доба пубертета, осим морфолошких варијабли ширине карлице, обима потколенице и свих мерених кожних набора који су просечно већи код ученица. Иако генерално систематско вежбање има позитиван ефекат на смањење процента масти код деце и адолесцената, читав спектар хормонских утицаја индукује ту различитост у кожним наборима у корист ученица, што се слаже са литературним подацима (Malina & Bouchard, 1991; Schneider et al., 2005).

Анализом полних разлика у дескриптивној статистици моторичких способности присутна је хетерогеност у одређеним моторичким способностима. Тако су ученици били бољи у свим субузorcима у скоку у даљ из места, троскоку из места, Т-тесту, вертикалном скоку преко пет препрека, тапинуг десном ногом, подизању трупа за 60 сек, издржај у згибу, бацање лопте из основног става, бацање лопте из седа, висини скока и незнатно бољи у вертикалној брзини. Ученице су биле боље у варијаблама претклона на клупици и старосном узорку од 12 година у тапинугу руком.

Корелацијска анализа ближе одређује јачину и смер везе, али и облик повезаности сета независних варијабли у односу на зависну варијаблу SPR60 код оба пола.

У морфолошком простору код ученика у субузорку u10, сигнификантно висока позитивна корелација уочена је у великом броју унакрсних варијабли, укључујући

телесну висину, телесну тежину, обиме и дијаметар натколенице, а у односу на зависну варијаблу, уочена је висока позитивна статистички значајна корелација независних варијабли телесна висина, тежина, дужина ногу, ширина рамена, обим натколенице и дијаметар натколенице и статистички значајна варијабла обим потколенице. Код ученица је корелационом анализом добијен знатно већи број високо статистички позитивних повезаности (41) у поређењу са субузорком ученика (34) у унакрсним поређењима морфолошких карактеристика. Оно што је уочљиво у овом узрастном узорку јесте одсуство значајности у свим кожним наборима у односу на зависну варијаблу.

Анализирајући корелације међусобних варијабли у моторичком простору код ученика и ученица узраста $u10$, присутан је велики број високо позитивних статистички значајних повезаности. Уочене полне разлике могу се приписати различитом односу снаге према тежини код ученика и ученица, у зависности од индивидуалног степена зрелости. Узрастне разлике у моторици и перформанси у овом периоду су повезане са растом, повећањем висине тела, тежине, димензија тела, као и сазревањем које се односи на соматску, скелетну и полну зрелост. Природа овог периода се наглашава у изразу „сензитивни периоди“ који замењују израз „критични периоди“, и у педагошком смислу они се дефинишу као финални временски периоди током којег је дете најосетљивије за учење одређених вештина (Viru et al., 1999).

Да тренинг и систематско вежбање могу да утичу на одређено побољшање у мишићној снази, брзини и издржљивости код деце у предпубертету указали су Parizkova et al. (1984), а према Zakas et al. (1994) ниво тестостерона се код дванаестогодишњих дечака који су се бавили спортом, али не и код оних неактивних, повећао у периоду од једне године, па се после 3 месеца тренинга, базални ниво тестостерона и хормона раста повећао код дечака старости 13 и 16 година, али не и код дечака од 10 година. Дакле, период од 10-12 година је предпубертетски период, али период у коме индивидуалност у сазревању и полној матурацији показује широку дистрибуцију физичке перформансе, која може да варира и у току једне године, што даље утиче на значајне разлике у резултатима истраживања. Сматра се да код деце у расту и развоју утицају утренираности доприноси систем соматотропин-соматомедин, а посебно IGF-1 (инсулину сличан фактор раста 1). Тако је виша концентрација IGF-1 била присутна код пливачица старости 8-10 година у односу на њихове вршњакиње које нису биле физички активне (Dennison & Ben-Ezra, 1989). Литературни подаци указују на бољу агилност

дечака у овом узрасту у односу на девојчице, што се повезује са релацијом телесне тежине и немасне компоненте (Roriz De Oliveira et al., 2014), али и на бољу флексибилност девојчица, која се објашњава иако већим процентом масног ткива и мањим процентом мишићне масе услед естрогенског утицаја, односно нижег нивоа андрогена у поређењу са дечама, услед чега је густина ткива нижа код девојчица, што условљава већу флексибилност (Beunen & Malina, 1988; Golle et al., 2015). Полне разлике су уочене и у брзини трчања и у агилности у корист дечака у узрасту од 8-12 година (Gallahue & Ozmun, 2006), али постоје и опречни подаци, где су у том узрасту девојчице постигле боље резултате у брзини агилности, што се приписује генетичким факторима или периоду у којем су дечаци још у развоју и нису још постигли значајан ниво зрелости (Marta et al., 2012; Coetzee, 2016), као и одређени подаци у којима недостају статистички значајне разлике које се односе на пол, на пример у манифестацији спринта код деце узраста 9 год +/- 6 месеци (Jakovljević et al., 2013).

Посматрањем унакрских корелација морфолошких карактеристика као и њихових корелација са зависном критеријском варијаблом SPR60 код ученика у u14 уочава се знатно већи број позитивних високо статистички значајних међусобних корелација него у претходној узрастној групи, што је у складу са растом и развојем у овом периоду. Наиме, значајни корелати прате нагли раст и развој јер у овом периоду мала разлика у биолошкој матурацији може имплицирати очигледну разлику у телесној висини и тежини која субсеквентно утиче на разлику у перформанси спринта (Gil et al., 2007).

Идентификоване релације у субузorcима u12, u14 и u16, код ученика и ученица прате раст и развој, с обзиром да период од 12. године представља онтогенетски период убрзаног раста, матурације и развоја. Пораст висине и тежине тела су у овом периоду удружени са физичком перформансом код деце и омладине и сматрају се детерминантама спринтерске перформансе која је представљена брзином, акцелерацијом и агилношћу.

Осим телесне висине и тежине као и осталих морфолошких карактеристика, ту су још и физиолошки механизми диктирани биоенергетским механизмима, узрастом, полом, моторичким способностима, координацијом и својеврсним принципима биомеханике. Иако се брзина и трчање сматрају примарним филогенетским људским покретима, чији су корени генетски урођени, они ипак имају свој модалитет и своју структуру. Па када се говори о утицајима и повезаности одређених чинилаца на брзину, мисли се управо на

деловање на те њене компоненте снаге и координације. Зато се често и наводи да се брзина развија кроз матурацију централне регулације покрета, координацију моторних јединица и мишића, кроз интрамускуларне механизме, који укључују ћелијске и ензимске формације, кроз дистрибуцију типова мишићних влакана, функционалне капацитете транспортних система кисеоника, поправљањем васкуларизације скелетних мишића, капацитетима метаболичке утилизације, а све под ендокрином контролом која природно управља процесима раста и развоја (Viru et al., 1999). Делотворност трчања са брзинске тачке гледања је релативно аутономна категорија која зависи од многих херeditарних функција укључених у развој, попут телесне висине, телесне тежине, развоја биомоторних способности и саме формације моторног стереотипа покрета (Сoh et al., 2010). У нашим резултатима је управо презентован тај утицај телесне тежине и висине као високо позитиван статистички значајан фактор, заједно са још неким морфолошким карактеристикама попут дужине ноге, ширине рамена, обима натколенице и потколенице у односу на SPR60. Телесна висина је повезана са дужином ногу, што заједно условљава и већу дужину корака која заједно са фреквенцијом представља најважнији фактор у детерминацији спринта (Papaіakovou et al., 2009). Додајући томе и телесну тежину као фактор убрзања и снаге, јасно је да ови фактори представљају важне детерминанте брзине у спринту, а исти закључак налазимо и у радовима других аутора (Wong et al., 2009; Mujіka et al., 2009; Malina et al., 2005). Сличне резултате о утицају морфолошких карактеристика на тркачку моторику налазимо у радовима Јakovljević et al. (2012) и код кошаркаша узраста 12-14 година, Mathisen & Pettersen, (2015), које указују на веће корелације између телесне висине и спринта на 20 метара, код дечака узраста од 13-15 година, а у раду Wong et al. (2009), уочено је да виши играчи имају бољу перформансу на 10 m и 30 m, код дечака узраста 14 година. Malina et al., (2007) су утврдили код младих фудбалера да телесна маса и матурација могу да чине и до 50% варијансе у кратким спринтовима у узрасту 13-15 година и да у том узрасту чак и мала разлика у матурацији може да испољи значајну разлику повезану са телесном висином и тежином, а у релацији са перформансама спринта.

Кожни набори се у нашем раду нису показали као значајан фактор перформансе спринта, осим у узрастој групи u14 код ученица и у групи u16 и код ученика и код ученица и то као негативни предиктор који представља баластну масу и смањује релативну снагу (Babić, 2005). Устаљено је мишљење да су ниже вредности кожных набора доњих

екстремитета у позитивној корелацији са резултатима трчања и да се овај параметер сматра корисним предиктором у анализи постизања добрих резултата у трчању.

Резултати многих студија указују на чињеницу да су кожни набори доњих екстремитета у високој корелацији са процентом масне компоненте, много вишој у односу на кожане наборе горњих екстремитета (Eston et al., 2005; Slaughter et al., 1988; Eston & Powell, 2003), али да је присутна одређена лимитирана конфирмација када се говори о женама, где је много поузданија употреба четворodelног модела композиције тела описаног од стране Withers et al. (1998), који укључује мерење густине целог тела, минералне густине костију и укупне количине воде у телу. Eliakim et al. (1997) су истражујући утицај кожних набора трбуха и натколенице на утренираност и адипозност, закључили да је тренинг повећао масу мишића натколенице значајно само у средњем делу мишића и спречио повећање процента масти у дисталним деловима натколенице, и да је дистрибуција телесних масти код адолесценткиња условљена многим факторима, укључујући укупну телесну тежину и ниво физичке активности. Управо је ниво тренинга понекад разлог за губитак телесне масти и то у мишићним групама које се користе за време тренинга (Eston et al., 2005). До сличних резултата су дошли и López-Plaza et al. (2019) и Alacid et al. (2012) у групи младих кајакаша, као и Sharma et al., (2017), код младих хокејаша и бициклисткиња. Осим тога, подршку резултатима можемо тражити и у биомеханици трчања где се компензује већи валгусни угао натколенице и просечно мања дужина ногу код девојчица са на пример способношћу бржег убрзања, затим соматотипу пропорционалном атлетици, али и у физиолошкој позадини, која указује на већи проценат телесних масти код девојчица од пубертета па надаље, али и већу утилизацију масних киселина као горива и већу оксидацију масних киселина као и утицај естрогена на многе физиолошке процесе у скелетним мишићима, попут олакшане испоруке кисеоника скелетним мишићима (Alexander, 1997). Из корелационе анализе морфолошких фактора на нашу истраживану критеријумску варијаблу свакако се издвајају неке морфолошке карактеристике попут дужине ногу, мањег обима зглобова, нижих вредности кожних набора које могу бити означени као добри предиктори успешности у спринт, с тим да је вероватно њихов утицај много евидентнији на дужим дистанцама.

Анализирајући моторичке способности, највећи број позитивних статистички значајних корелација је забележен у процени експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета, затим тесту агилности као и тестовима хоризонталних и вертикалних скокова. Тестови

експлозивне снаге типа бацања су у свим узрастима показали да су значајни фактор у тренингу спринта и да мускулатура горњег дела тела доприноси бољој равнотежи и координацији у перформанси спринта. Као статистички значајни позитивни тест предиктори, у нашем истраживању у u14 и у u16, у моторичком простору а у односу на критеријску варијаблу SPR60 и код ученика и код ученица, показали су се T-TEST као тест агилности и VS5P (вертикални скок преко пет препрека).

Агилност је комплексна манифестација моторичке способности и њена сама дефиниција да је то способност брзог кретања тела са променом брзине или смера у одговору на стимулус (Sheppard & Young, 2005) управо указује на прожимање њених суб-компонената, промену правца, убрзање, успоравање, координацију. Осим биомеханичке позадине која се односи на савладавање инерције у току промене смера, ову моторичку варијаблу уже одређују и морфолошке карактеристике, које су директно пропорционалне особинама тела приликом ротацијског кретања (Dželalija i Rausavljević, 2005), али се и често акцентује утицај техничке природе на њен крајњи резултат, чиме одређена моторика може утицати на крајњи резултат. Сматра се да већ од 14. године физиолошки механизми попут развоја нервног система, мишићног система, развоја координације, а кроз утицај полних хормона, капацитети агилности постају дефинисани. Међутим, често тренингом снаге, брзине, координације и флексибилношћу, агилност може да буде још развијенија. У литератури су присутни различити контрадикторни резултати, па тако Sporiš i sar. у својим истраживањима (2010, 2011) код младих фудбалера, указују на чињеницу да базичне способности без лопте имају много јачу корелацију између брзине и агилности у односу на вештине са лоптом, а с друге стране да комплексни тренинг агилности може значајно да унапреди експлозивне способности спортиста. Afyon i sar. (2017) су установили да тренинг снаге може значајно да побољша агилност и брзину, Vidaurrazaga-Letona i sar. (2015) су у популацији младих фудбалера узраста 10-14 година у периоду мониторинга од десет месеци анализирали однос матурације, годишта, величине тела, вертикалног скока и спринта и закључили да је тест агилности поуздан и објективан инструмент у процени адолесцентних спортиста. У истраживању Negra i sar (2017), добијена је висока статистички значајна повезаност између агилности и спринта на 10 m и 20 m у популацији младих фудбалера узраста 12.год, док је добијена умерена до велика негативна статистички значајна корелација између тестова скокова и агилности, закључујући да ако је већа експлозивна перформанса снаге, мање времена је проведено у тестовима агилности. Asadi (2016) је

утврдио умерену до јаку корелацију између Т-теста и способности скока, као и спринта на 20м код младих кошаркаша (старости 19.5 ± 0.8 година) и то објашњава као последицу потребе за максималним напором на старту спринта, када тело убрзава напред и то силом коју мишић ствара у односу на подлогу, помноженом са временом којим примењене силе постају једнаке снази, а како спортисти убрзавају до 20м, време контакта стопала са тлом постаје релативно кратко и ту је снага ногу најважнија. На основу својих резултата и јаке међусобне повезаности, овај аутор препоручује вежбе скокова и кратких спринтова у тренажном процесу кошаркаша наглашавајући максималну мобилизацију силе. Међутим, присутна су и ограничења у резултатима, јер истраживања често нису униформна, као ни тестови, што често истраживаче доводи у заблуду и указују на комплексност и специфичност агилности. На пример, резултати да честа промена смера утиче на смањење брзине (Gambetta, 1990) или да брзина има ограничени бенефит у поправљању агилности код рагби играча (Corvo, 1997), као и да је тренинг агилности супериоран за побољшање брзине, али да тренинг брзине не поправља значајно спринт на 50 m (Hilsendager, 1969; Young et al., 1996; Buttifant & Graham, 1999) такође нису нашли значајне корелације између спринта и теста агилности код аустралијских фудбалера. Little & Williams (2005) истражујући ову проблематику у популацији професионалних фудбалера, закључују да су акцелерација, максимална брзина и агилност релативно независни атрибути. То потврђује и студија Young et al. (2001) која је испитивала специфичност одговора на тренинг спринта и агилности у трајању од 6 недеља, при чему је тренинг спринта на 20-40 m значајно поправио перформансу спринта на 30 m, али се побољшање у перформанси смањивало како су се захтеви агилности повећавали. Тренинг агилности је резултирао у значајном повећању тестова промене правца, али није било значајног побољшања у перформанси спринта. Ови аутори поентирају специфичност тренинга и указују да тренинг брзине и агилности продукује различите специфичне добитке у перформанси, који се разликују и физиолошки и биомеханички. Наши резултати би могли да се читају у оба смера, и код оба пола, у смислу да је Т-TEST агилности и код ученика и код ученица позитивно статистички утицао на побољшање зависне варијабле SPR60, али и обрнуто да је тренинг трчања утицао на боље извођење овог теста агилности. Очигледно је да је Т-тест као процена агилности значајан параметер у атлетском тренингу, што може да буде имплементирано као објективно корисно средство процене спринтерских достигнућа.

Сличне карактеристике одликују и тест VS5P (вертикални скок преко пет препрека) који спада у комплексне координисане спортске атлетске дисциплине са цикличним, брзим и енергичким кретањем за чије извођење је потребан висок ниво координације, брзине, такта, баланса и снаге (Babić, 2010). Брзина покрета и експлозивна снага су детерминанте у овој врсти скока. Ову варијаблу тркачке моторике карактерише одлична координација покрета, мишићна покретљивост, флексибилност и брзина уз што мањи губитак приликом прескакања препона. Сматра се да припаднице женског пола имају мање развијени горњи део тела у односу на мушкарце, да су флексибилније и да имају већу динамичку равнотежу у односу на мушкарце, али да мушкарци после уласка у пубертет ове слабости надоместају мишићном снагом (Gribble, 2009). Чињеница је да је овај параметар у високој позитивној статистички значајној корелацији у односу на зависну варијаблу код ученика у u14 али и код ученица у u16, очигледно је да је управо тај њихов моменат биолошког сазревања допринео да могу да се носе са знатно комплекснијим задацима који захтевају већи интензитет, координацију и неуромишићне захтеве него до тада. Такође и вежбање заједно са сазревањем може да утиче на развој како брзинске снаге, тако и развој реактивне и еластичне снаге. Познато је да реактивне методе укључују експлозивно реактивни балистички облик напрезања мишића које присутно код ексцентрично-концентричног циклуса код кога концентричном делу неког покрета углавном претходи брза фаза истезања мишића, и оне служе углавном за развијање еластичне и експлозивне снаге. Зато се у тренажном процесу посебна пажња посвећује скоковима и бацању медицинке. Док плиометријом, на пример, долази до повећања експлозивне снаге али и реактивне способности мишића односно еластичне снаге. Овај вид развоја снаге је укључен у различитим скоковима у месту, као и вертикалним и хоризонталним скоковима. Комплексна интеракција физиолошких процеса сазревања и примене ефективних метода за развој биодинамичких способности је у овом периоду од кључног значаја, што даље упућује на интегрални део практичних смерница у тренажном процесу.

Идентичне резултате добили смо и у тестовима скокова, који се такође сматрају урођеним покретом, али са простором за напредак и учење кроз различите технике приступа и залета. Прогрес у вежбама скокова објашњава се растом и повећањем телесне висине за време пубертета, јер је центар гравитације тада виши и обезбеђује боље механичке услове за скокове, наводе Tønnessen et al., (2015), који су истраживајући развој перформансе спринта и скокова у популацији дечака и девојчица од 11-18 година

добили сличне резултате. Они су утврдили да дечаки просечно поправљају перформансу хоризонталног скока за око 48% од 11-18 година, а девојчице око 26% у овом периоду, док у вертикалном скоку дечаки се поправљају просечно око 41%, а девојчице око 24% у истом периоду. Исти аутори указују на практично идентичну еволуцију у дисциплинама трчања и скакања у поменутом узрастном периоду у вредности од < 5% до 10–18%.

Регресионом анализом предикторског система морфолошких параметара и моторичких вештина у односу на изабрану критеријску варијаблу SPR60, утврђен је индивидуални утицај сваке варијабле за сваки узрастни субузорак. Анализа је спроведена са циљем да се утврде предиктори који објашњавају варијабилитет критеријумске варијабле. Код ученика првог узрастног субузорка није присутан већи статистички значајан морфолошки утицај у односу на критеријумску варијаблу. У регресионој анализи моторичке способности, тапинг левом руком (TAPNL) и тапинг десном ногом (TAPND) имају значајан утицај, али статистичку значајност је показао само тест агилности T-TEST у односу на критеријску варијаблу. Код ученица у истом првом субузорку, у морфолошком простору добијене су три статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијаблом, и то су TV (телесна висина), TT (телесна тежина) и OP (обим потколенице), а у домену моторичких способности, најзначајнији утицај на критеријску варијаблу има BLSE (бацање лопте из седа), PTRU (подизање трупа) и TAPND (тапинг десном ногом), али је само VISS (висина скока) статистички значајна. Иако се сматра да у овом предпубертетском периоду још увек не постоји потпуно успостављена координација између ногу и руку, што директно утиче на брзину трчања код деце, сматра се да она може да се прогресивно развије тренирањем које доводи до развоја боље мишићне координације. У нашим резултатима у морфолошком простору присутна је значајна корелација одређених варијабли, нарочито код девојчица, а обим потколенице као заједничка морфолошка варијабла и код ученика и код ученица показала се статистички значајном и важном одредницом у SPR60. Сличне резултате наводе и Schneider & Meuer (2005) у групи пливача у предпубертетском периоду. У раду Šnajdera (1982), на узорку од 345 ученика, узраста од 13 година, мерене су 23 антропометријске мере, заједно са 4 критеријумске варијабле у циљу процене брзине спринта на 60 метара. Резултати каноничке корелационе анализе су потврдили високу повезаност морфолошких карактеристика и система варијабли спринта, где се посебно издвојио негативан утицај баластне масе поткожног масног ткива на успешност трчања

на 60м. Са друге стране утицај моторичких способности у односу на критеријску варијаблу је показао дисперзију у резултатима, па је код ученика статистички значајан T-TEST, а код ученица висина скока. Ови резултати иду у прилог чињеници да и у овом периоду пре пубертета тренирањем може да се поправи координација, а самим тим и утиче на бољу агилност која субсеквентно утиче и на трчање. Генерално је, међутим познато да дечаци и девојчице тог узраста пролазе кроз период динамичких промена у величини, облику и композицији тела, које су диморфне (Malina & Bouchard, 1991), пролазе кроз исту динамику матурације био-моторног система који утиче на манифестацију спринта, тако да моторни развој мишићне координације, функционалног развоја и развоја CNS-а, не показује велике разлике у односу на пол. Тако су Marta i sar. (2014), у својој студији код деце од 10-11 година која су редовно тренирала, утврдили да тренажни програми снаге и издржљивости имају позитиван утицај на експлозивну снагу и кардиореспираторни фитнес, али да те индуковане промене нису полно зависне.

Регресионом анализом спринт 60 метара и морфолошких карактеристика код ученика у у12-14, добијени резултати показују да ТТ (телесна тежина), ŠR (ширина рамена), ОР (обим потколенице) и DN (дужина ноге) имају највећи утицај, а статистичка значајност добијена је за предикторске варијабле KNT (кожни набор на трбуху) и KNN (кожни набор надколенице), док је у резултатима за моторичке способности статистичка значајност добијена код TAPR (тапинг руком) и T-TEST-а. Регресионом анализом морфолошких карактеристика и SPR60 код ученица у у12-14 добијене су четири статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то са варијаблама TV (телесна висина), ТТ (телесна тежина), KNT (кожни набор на трбуху) и KNN (кожни набор надколенице). У корелационој анализи моторичких способности добијене су четири статистички значајне директне парцијалне корелације са критеријском варијаблом и то су TROM (тресок из места), TAPNL (тапинг ногом левом) TAPND (тапинг ногом десном) и PTRU (подизање трупа). Дакле, у овој анализи присутна је запажена статистичка значајност морфолошких карактеристика и код ученика и код ученица које иду у прилог уласку у пубертет, периоду интензивног раста и развоја диктираном операбилним хипоталамо-хипофизарним-гонадном системом. То потврђују статистички значајне варијабле телесне тежине, висине и латентна компонента кожних набора, која се односи на релације мишићног и поткожног масног ткива, а у одговору на гонадне хормоне. Са друге стране морфолошке карактеристике условљавају извођење моторичких тестова, па и у овом простору имамо статистички

значајне варијабле, код дечака везане за агилност и брзину, а код девојчица варијабле везане за брзину, експлозивну снагу и флексибилност, што се подудара са сензитивним периодима испољавања одређене моторике у односу на пол. Већ смо више пута нагласили да сам физички раст утиче на развој брзине, да повећањем масе тела повећава се и контактано време које смањује фреквенцу корака, да већа дужина корака утиче на максималну брзину и дужа нога омогућава већу пређену дистанцу. Када знамо да спринт представља репетицију корака, а да дужина корака углавном зависи од висине тела или дужине ногу, као и од снаге екстензора кука, колена и глежња, с једне стране, и функционисања ЦНС-а на кортикалном и субкортикалном нивоу, уз генетски утицај (Чох и сар., 2001) јасно је да морфолошки чиниоци, заједно са физиолошким и биомеханичким утичу на резултат спринта. У литератури се често наводи да је понекад тешко разумети механизме који стоје иза природног развоја брзине за време различитих периода раста и сазревања, с обзиром да се ради о интеграцији више различитих фактора. Ови фактори укључују квантитативне промене у величини тела, дужини и попречном пресеку мишића, биолошке и метаболичке промене, морфолошке промене мишића и тетива, неурално-моторни развој, фактори биомеханичке координације, посебно веза између преадолесцентног развоја брзине спринта и развоја ЦНС-а и боље координације (Borgms, 1986). Ова теорија се базира на чињеницама које обухватају развој ЦНС-а за првих 7 година живота, затим нагли развој ЦНС-а и врх сазревања можданих региона који контролишу кретање (око 7,5-10 година и код дечака и код девојчица) и гледиште да се сазревање динамике корака достиже негде око 7-11-14 година живота (Whithall, 2003). Промене у висини, дужини ногу и величини мишића за време адолесценције подржавају утицај сазревања на развој брзине. Метаболички фактори такође утичу на максималну брзину, па деца која нису довољно сазрела могу имати ниже капацитете фосфокреатина (PCr), иако се зна да и деца и одрасли разграђују АТП и PCr сличном брзином (Berg et al., 1986). Такође и матурација гликолитичког система може да се узме у обзир, иако она има више ефекта на продужено трчање високог интензитета, више него на максималну брзину. Затим матурација мишићно-тетивне архитектуре такође може имати утицаја на развој брзине спринта, пре свега због стања Голджијевог апарата у ћелијама, затим промене у мишићној чврстини, услед неуралних фактора, затим брзина трзања, преактивације, коактивације, такође повећавају максималну брзину спринта код деце у развоју.

Одступања у испољеним моторичким способностима код дечака и девојчица овог узраста у односу на пол, утврдили су и Gadžić & Marković (2014), који су установили да су код дечака израженије способности везане за снагу, прецизност и координацију, док су девојчице супериорније у флексибилности, али и на тесту тапинг руком, а да су дечаци били бољи на тесту тапинг ногом, док су на тестовима равнотеже постигли једнаке резултате. Већи број критеријумских статистички значајних варијабли у односу на предикторску SPR60 управо говори о матурацији, бољој нервној адаптацији и повећаној координацији мишића који учествују у акцијама руке-ноге, развијању снаге и брзине. Тако су Kokstejn & Musalek (2019) у својој студији са младим фудбалерима узраста 12-14 година установили да развој бољих базичних моторних способности у овом узрасту отварају могућност за боље специфичне моторне способности, чиме потврђују хипотезу Clark & MetCalfe (2002) да координација у локомоторној области служи као есенцијални градивни блок за теже и комплексније специфичне способности. Међутим, када је у питању утицај тренинга на брзину код деце, треба навести тзв. „тригер хипотезу или „ хипотезу окидача“ која указује на то да деца не одговарају на тренинг све до појаве пубертета. Популарни тренерски модели подсећају да постоји „прозор отворених могућности, енгл. windows of opportunity“ и да побољшање брзине може бити максимизирано у одређеним годинама и код дечака и код девојчица, и да зависи од типа тренинга који најефикасније може да допринесе повећању брзине (Armstrong & Van Mechelen, 2017).

Генерално је познато да млади спортисти у поређењу са одраслим имају мање оптималну координацију између зглобова, што је често разлог мање ефикасном убрзавању у старту трчања, затим присутне су и промене у дорзофлексији и крутости зглобова (Aeles et al., 2018), али се сматра да иако младим спортистима недостаје физичка снага коју имају одрасли спринтери, техничким могућностима могу да превазиђу те недостатке, што оставља тренерима доста простора да поправе перформансу у овом раном периоду тренажног процеса. То се пре свега односи на побољшање моторичке координације преко боље интрамускуларне координације, боље коактивације мишића, које често бивају нарушене у периоду наглог раста и развоја тела и ногу, што може утицати на развој брзине у периоду наглог раста. Meulan и сар. (2014) сматрају да побољшање у јачини и снази може позитивно утицати на трансфер хоризонталне и вертикалне продукције силе у смислу бољих неуромишићних способности, па указују на важност

рада на овим физичким елементима јер они могу побољшати тркачку механику и тиме побољшати брзину спринта у адолесцентним годинама.

Регресионом анализом предикторског система морфолошких карактеристика код ученика узраста од 12-13 година у односу на критеријумску варијаблу СПР60, утврђено је да ТВ (телесна висина) $\beta=-437$, ДН (дужина ногу) $\beta=413$, ОН (обим натколенице) $\beta=-505$, ДСЗ (дијаметар скочног зглоба) $\beta=0,407$ и КНП (кожни набор потколенице) имају индивидуални утицај као предикторске варијабле на критеријумску варијаблу, али ни једна варијабла није статистички значајна, с тим да су варијабле КНП и ДСЗ близу статистичке значајности. У моторичком простору могу се издвојити СДМ (скок у даљ из места) $\beta=-0,753$, и ТРО (троскок из места) $\beta=0.244$ и БЛСЕ (бацање лопте из седа) $\beta=0.210$, али ни једна није статистички значајна за критеријумску варијаблу, осим што треба поменути да је варијабла СДМ близу статистичке значајности.

Регресиона анализа морфолошких карактеристика у односу на критеријумску варијаблу код ученица узраста 12-13 показала је негативну статистичку значајност код једног параметра, а то је КНН (кожни набор надколенице) $p=0,018$, док је регресиона анализа моторичких способности истог субузорка показала две статистички значајне појединачне предикторске варијабле и то су ТАПНД (тапинг ногом десном) $p=0.025$ и Т_ТЕСТ (тест за мерење агилности) $p=0.064$.

Анализом резултата регресионе анализе морфолошких карактеристика код ученика и ученица у $u16$, треба се констатовати да сет предикторских варијабли мерених морфолошких карактеристика и процењених моторичких способности није испољио статистички значајан утицај на испитивану критеријумску варијаблу (SPR60). Сличне резултате налазимо у раду Тønneessen *і* sar. (2015) који су утврдили да се спринт на 60 m код ученика поправљао највише до 14 године, а касније умереним ефектом до 18. године, а код ученица највише између 11 и 12 године, са платоом између 14 и 15 године, затим успорено са следећим платоом између 17 и 18 године. Већ смо истакли да се капацитет перформансе спринта развија кроз раст, сазревање, тренинг и да је у светској класи спринтера забележено да је врхунац перформансе око 25-26 године живота. Међутим спортисти који почињу раније са специјализованом обуком и тренингом показују тенденцију да своје врхунске резултате достижу раније него они спортисти који се специјализују нешто касније. Тако се наводе подаци да светски спринтери у својим раним двадесетим годинама показују годишња побољшања у рангу од 0,1 до 0,2%, да

најбољи светски спринтери оба пола показују просечно побољшање од око 8% од 18-те године живота док је, за упоређење на пример, побољшање код норвешких спринтера такмичара на националном нивоу било 1,3-1,4% (Haugen et al., 2019). Све ово указује на полазне тачке успешности спринта, а то су правовремена специјализација и правилне технике тренинга које повећавају успешност и превенирају стагнацију спринтерске перформансе.

Наше истраживање је конкретизовало сет варијабли које могу послужити као предиктори успешности у спринту, али је понекад неопходна и њихова провера и валидација математичким моделима.

За утврђивање постојања узрасних разлика у примећеним морфолошким и моторичким варијаблама, као и у односу предикторских на критеријску варијаблу, примењена је униваријантна анализа варијансе (ANOVA). Резултати су показали да генерално постоје статистички значане разлике између група, али и у односу на перформансу спринта, што опет указује на већ помињану конекцију развоја спортске перформансе и промена у телу узрокованим утицајем хормона у периоду пубертета.

Основна предност коришћења неуронских мрежа као и других алгоритама за истраживање података је могућност решавања комплексних проблема тамо где постоји веза између експланаторних варијабли (inputa) и објашњивих варијабли (исхода), који се понекад услед комплексности односа или присуства хомогености, или линеарних и нелинеарних односа варијабли, не могу решити стандардним статистичким методама. Ти алгоритми и неуронске мреже се тада користе за идентификацију стварне природе тих односа, али углавном за решавање проблема моделовања и предвиђања (Haukin, 1994; Maszczuk, 2012). С обзиром да већина односа у спортским наукама није линеарна и да свака промена у варијабли једне осе неће консеквентно утицати на варијаблу у другој оси, истраживачи се окрећу неуронским моделима и алгоритмима као новим потенцијалима за предикцију резултата (Maszczuk et al., 2014). У нашем раду применим различитих врста алгоритама тестирали смо примењене предикторске морфолошке варијабле за процену критеријумске варијабле и добили смо у свим алгоритмима високе вредности корелације атрибута са излазном зависном варијаблом, где је коефицијент корелације $CC > 0,7$, што указује да се они могу и даље користити са високом поузданошћу за процену наше задате критеријумске варијабле SPR60. Чак ако се посматра графички приказ измерених и процењених вредности у односу на параметар

SPR60 (сл 13), може да се уочи веома мала разлика, што потврђује да се одговарајући алгоритам (M5) може користити за процену параметра SPR60м са новим непознатим вредностима улазних варијабли. У одређивању процента релативне грешке у односу на SPR60м, добијена је грешка мања од 3,5%, што значи да се процењене варијабле могу користити у даљим истраживањима са прецизношћу око 96% (сл. 14). Слични резултати добијени су и методом тестног узорка, где је две трећине узорка коришћено за учење алгоритама, а једна трећина за проверу валидности резултата, па је и ова врста провере валидности показала да се сви предложени алгоритми могу употребити за нумеричко процењивање вредности SPR60м ($CC > 0,8$) (табела 4).

Анализом 10-струке унакрсне валидације моторичких способности помоћу алгоритама регресије, такође је потврђена висока валидност предложених предикторских варијабли за процену критеријумске варијабле, уз такође грешку мању од 0,34, чиме се указује да су ове моторичке способности високо валидни атрибути за процену SPR60м. Када се вршила процена заједничких варијабли испитаника у односу на зависну варијаблу употребом различитих алгоритама, такође су добијене вредности коефицијента корелације $CC > 0,7$, а посебно интересантни резултати добијени су применом алгоритама неуронских мрежа као и машина са векторима подршке, који нису успели да надмаше алгоритам РБФ неуронске мреже али и линеарну регресију као један од најпростијих алгоритама за формулацију проблема регресије, што указује на изазовност и захтевност анализе процене атрибута Спринт на 60 метара. Данас употреба ових алгоритама представља значајан приступ у детерминацији комплексних проблема и инвенцији високо реалистичних модела у области спорта, па се користи за процену предвиђања исхода, као на пример, идентификацију талената, евалуацију стратегије игре, предикцију оптерећења у тренингу, предвиђања учесталости повреда у спорту, предвиђања перформансе и у индивидуалном и у тимском спорту (McCullagh & Whitfort, 2013; Silva et al., 2007; Dutt-Mazumder, 2011; Fister et al., 2019). У последње време, апликација ових алгоритама је постала и саставни део многих стратегија спортских тренинга у циљу побољшања техничко-тактичких задатака, с једне стране, али и психо-физичких перформанси, пратећи тактику тренажне сесије, евалуацију, оптимизацију и напредак спортиста кроз брзе интерактивне повратне одговоре. Њихова имплементација иде и корак даље, па се добијени подаци користе за, на пример, оптимизацију позиције играча у тимским спортовима, за детекцију допинга у спорту, за генерисање доброг тренажног процеса у складу са персоналним способностима спортисте, праћење

његових физиолошких параметара, исхране, дозирање интензитета тренинга у циљу превенције претренираности, али и у многе друге сврхе попут анализе противника у спорту и детекције њихових слабости (Fister et al., 2015). Будући правци истраживања у овој области ће свакако још више детерминисати могућности даљих апликација ових алгоритама као атрактивног модела за решавање комплексних и путативних механизма одговорних за потенцијал спортске перформансе.

9. ЗАКЉУЧАК

Истраживање је спроведено са циљем да се испитају релације и утицаји морфолошких карактеристика и моторичких способности као сета предикторских варијабли на зависну критеријску варијаблу специфичне моторике. Узорак од укупно 281 испитаника оба пола који су тренирали атлетику подељени су у узрастне субузорке: u10, u12, u14, u16. Предикторски систем чиниле су следеће *морфолошке карактеристике*: телесна тежина, телесна висина, дужина ноге, ширина рамена (биакромијални распон), ширина карлице (бикристално растојање) ширина кукова (битрохантеријални распон), обим подколенице, обим надколенице, дијаметар колена (бикондиларна ширина бедрене кости), дијаметар скочног зглоба, кожни набор на трбуху, кожни набор натколенице, кожни набор подколенице и седећа висина. Тестиране *моторичке способности* предикторског система обухватале су: скок у даљ из места, троскок, тапинг руком, тапинг ногом, Т TEST, вертикални скок преко пет препрека, подизање трупа за 60 sek, издржај у згибу, предклон у седу, бацање лопте из седа, бацање лопте из основног става, висина вертикалног скока. *Зависна критеријска варијабла* је представљена спринтом на 60 m (SPR60). Добијени подаци су статистички обрађени адекватним процедурама дескриптивне и мултиваријантне статистике, али одвојено за сваки узрастни и родни субузорак. На крају је урађена провера валидности коришћених предиктора у односу на критеријумску варијаблу путем неуронских мрежа и других алгоритама истраживања података.

- **Прва помоћна хипотеза истраживања да се очекују статистички значајне разлике у морфолошким карактеристикама и моторичким способностима код испитаника различитог узраста у односу на пол се делимично прихвата.**

Анализом полних разлика у морфолошким карактеристикама у већини параметара нема значајних разлика, и морфологија прати темпо раста и развоја у свим субузorcима код оба пола (од 52 родна субузорка, у 20 је забележена статистичка значајност $p \leq 0.05$, што је 38,46%). Статистичка значајност присутна је у дијаметру скочног зглоба, где су у свим узрастним субузorcима ученици имали већи дијаметар; кожним наборима натколенице, у свим субузorcима, кожном набору потколенице у u10 и u14 и кожном набору трбуха

у u10 и u16 у корист ученица; дијаметру колена у u14 и u16 у корист ученика; обиму потколенице у u12 и u14 у корист ученица ($p \leq 0.05$).

Анализом полних разлика у моторичким способностима, у три теста није било статистички значајних разлика ни у једном субузорку (TAPR, TAPNL, TAPND) а у осталим тестовима су ученици били бољи у u14 и u16 (SPR60, SDM, TROM, T-TEST, VS5P, PTRU, IZGI, PNK, BLOS, BLSE, VISS) (од 56 родна субузорка, у 18 је забележена статистичка значајност $p \leq 0.05$, што је 32,14%).

- **Друга помоћна хипотеза да се очекују статистички значајне разлике у утицају морфолошких карактеристика и моторичких способности на брзину локомоције и критеријум трчања (SPR60) као генералног теста локомоторне брзине код различитих узрастних група од 10-16 година, се у потпуности прихвата.**

Како резултати регресионе анализе, тако и резултати корелације у односу на зависну варијаблу, а у односу на узрастне групе и у односу на пол показују да постоји велики број статистички значајних разлика. Велики број морфолошких карактеристика у статистички значајној позитивној корелацији са перформансом спринта и то у u10 подједнако код ученика и ученица, а у u12 нешто већи број позитивних корелација код ученица, а у u14 и u16 код ученика, што је у складу са током биолошког сазревања и развојем. Анализирајући моторичке способности, највећи број позитивних статистички значајних корелација је забележен у тестовима експлозивне снаге како горњих тако и доњих екстремитета, затим тесту агилности као и тестовима хоризонталних и вертикалних скокова.

- **Трећа и четврта помоћна хипотеза (X3 и X4) да се очекује статистички значајне разлике између узрастних група у утицају предикторских варијабли на резултат критеријске варијабле у тесту SPR60 код испитаника мушког и женског пола, се у потпуности прихвата.**

Униваријантном анализом варијансе (АНОВА) констатована је статистички значајна разлика између група различитих узраста у морфолошким карактеристикама али и моторичким способностима код ученика и код ученица, као и статистички значајна одступања између узрастних група у односу на критеријску варијаблу и код ученика и код ученица.

- Пета помоћна хипотеза (X5) да се очекује да математички алгоритми истраживања података (data mining) потврде валидност коришћених предикторских варијабли у односу на задату критеријску варијаблу, се у потпуности прихвата.

Применом различитих врста алгоритама тестирали смо примењене предикторске морфолошке и моторичке варијабле за процену критеријске варијабле и добили смо у свим алгоритмима високе вредности корелације атрибута са излазном зависном варијаблом, где је коефицијент корелације $CC > 0,7$, што указује да се они могу и даље користити са високом поузданошћу за процену наше задате критеријске варијабле SPR60.

- (XГ) Генерална или општа хипотеза која претпоставља да морфолошке карактеристике и моторичке способности имају различити интензитет и атрибут условљености са резултатима постигнутим у тесту процене тркачке способности (SPR60м) се прихвата.

У нашим резултатима највећи утицај од морфолошких карактеристика на зависну критеријску варијаблу испољиле су варијабле лонгитудиналне димензионалности, затим нешто мање варијабле трансверзалне и циркуларне димензионалности, а најмање варијабле кожных набора. Што се карактера повезаности тиче, негативни утицај је забележен само у фактору кожных набора. Утицај ових варијабли имао је узрастну распоређеност, па је највећи број статички значајних утицаја остварен код ученица у u10 и u12, а код ученика у u14 и нешто мањи у u16. У домену моторичких способности највећи утицај на зависну критеријску варијаблу имали су тестови експлозивне снаге доњих екстремитета, горњих екстремитета типа бацања, тест агилности и тестови експлозивне снаге типа скокова. И моторичка способност у односу на изабрани критеријум имала је узрастну дистрибуцију и то код ученица највећи број статистички значајних утицаја у u10 и u12, а много мање у u14 и u16, а код ученика у u10 и u14, много мање у u12 и u16.

Након верификације хипотеза, могуће је указати на **теоријску и научну вредност** добијених резултата у смислу доприноса проучавању каузалних односа морфологије и моторике на успешност спринтерског трчања у периоду интензивног раста и развоја у односу на пол, а и значајну **практичну**, апликативну вредност добијених резултата која се базира на премиси да се тренингом пажљиво одабраних вежби, адекватним

програмирањем и оптималним оптерећењем у односу на пол и узраст могу побољшати резултати у спринтерском трчању, као и примени ових резултата у идентификацији талената за спринт. Стални мониторинг морфолошких чиниоца и моторичких способности у домену атлетских дисциплина у периоду развоја свакако даје значајан допринос кинезиолошкој науци у даљем усавршавању и надоградњи постојећег знања.

10. ЛИТЕРАТУРА

- Aeles, J., Jonkers, I., Debaere, S., Delecluse, C., & Vanwanseele, B. (2018). Muscle–tendon unit length changes differ between young and adult sprinters in the first stance phase of sprint running. *Royal Society Open Science*, 5(6), 180332. <https://doi.org/10.1098/rsos.180332>
- Afyon, Y.A., Mulazimoglu, O., & Boyaci, A. (2017). The Effects of Core Trainings on Speed and Agility Skills of Soccer Players. *International Journal of Sports Science*, 7, 239-244.
- Alacid, F., Muyor, J. M., Vaquero, R., & López-Miñarro, P. Á. (2012). Características Morfológicas y Maduración en Mujeres Kayakistas Jóvenes de Aguas Tranquilas y Slalom. *International Journal of Morphology*, 30(3), 895–901. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022012000300022>
- Alexander, M. J. L. (1997). Comparison of biomechanical aspects of performance in male and female athletes. In J. Wilkerson, K. Ludwig, & W. Zimmermann (Eds.), *Biomechanics in Sport XV: Proceedings of the 15th International Symposium of Biomechanics in Sport* (pp. 25–44). Denton, TX.
- Asadi, A. (2016). Relationship Between Jumping Ability, Agility and Sprint Performance of Elite Young Basketball Players: A Field-Test Approach. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 18(2), 177. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2016v18n2p177>
- Babić, V. (2010). *Atletika hodanja i trčanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Babić, V. (2005). *Utjecaj motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja na sprintersko trčanje*. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu: Kineziološki fakultet.
- Bailey, R. (2006). Physical Education and Sport in Schools: A Review of Benefits and Outcomes. *Journal of School Health*, 76(8), 397–401. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2006.00132.x>
- Bala, G., Stojanović, V.M., & Stojanović, M. (2007). *Merenje i definisanje motoričkih sposobnosti dece*. Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
- Barnett, L. M., van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2009). Childhood Motor Skill Proficiency as a Predictor of Adolescent Physical Activity. *Journal of Adolescent Health*, 44(3), 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2008.07.004>
- Barrow, H., McGee, R. (1971). *Measurement in physical education*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.

- Berg, A., Kim, S., & Keul, J. (1986). Skeletal Muscle Enzyme Activities in Healthy Young Subjects*. *International Journal of Sports Medicine*, 07(04), 236–239. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025766>
- Beunen, G., & Malina, R. M. (1988). Growth and Physical Performance Relative to the Timing of the Adolescent Spurt. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 16, 503-540. <https://doi.org/10.1249/00003677-198800160-00018>
- Bidaurrazaga-Letona, I., Carvalho, H. M., Lekue, J. A., Badiola, A., Figueiredo, A. J., & Gil, S. M. (2015). Applicability of an agility test in young players in the soccer field. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 21(2), 133–138. <https://doi.org/10.1590/1517-869220152102144406>
- Bishop, C., (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer-Verlag.
- Blimkie C., & Sale D. (1998). Strength development and trainability during childhood. *Pediatric anaerobic performance*. Van Praagh E. Human Kinetics, Champaign: 193-224
- Bloomfield, J., Ackland, T. R. & Elliot, B. C. (1994). *Applied anatomy and biomechanics in sport*. Melbourne: Blackwell Scientific.
- Wang Z., van Praag H. (2012) Exercise and the Brain: Neurogenesis, Synaptic Plasticity, Spine Density, and Angiogenesis. In: Boecker H., Hillman C., Scheef L., Strüder H. (eds) *Functional Neuroimaging in Exercise and Sport Sciences*. New York: Springer.
- Bojanin, S. (1985). *Neuropsihologija razvojnog doba i opšti reduktivni metod*. Beograd: Zavod ga udžbenike i nastavna sredstva.
- Bompa, T.O. (2000). *Total training for young champions*. Human Kinetics. Champaign, IL.
- Bonnet, F. P., & Rocour-Brumioul, D. (1981). Normal growth of human adipose tissue. In: *Adipose Tissue in Childhood*, edited by F. Bonnet. Boca Raton, FL. CRC Press. Pp. 81-107.
- Borms, J. (1986). The child and exercise: An overview. *Journal of Sports Sciences*, 4(1), 3–20. <https://doi.org/10.1080/02640418608732093>
- Borovicka, T., Jirina, M., Kordik, P., & Jiri, M. (2012). Selecting Representative Data Sets. *Advances in Data Mining Knowledge Discovery and Applications*. <https://doi.org/10.5772/50787>
- Bračić, M., Tomažin, K., & Čoh, M. (2009). Dejavniki razvoja maksimalne hitrosti pri mladih atletih in atletinjah starih od 7 do 14 let [Factors of the development of maximal speed in young athletes of both genders aged 7 to 14 years. In Slovenian]. In M. Čoh (Ed.), *Sodobni diagnostični postopki v treningu atletov* (pp.155-163). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.

- Bugarski, S., Đurić, S. & Marković, S. (2013). Promene motoričkih sposobnosti mladih fudbalera različitog uzrasta i različite pozicije u timu. *Kongres IV. Anthropological Aspects of Sports, Physical educations and Recreation*, vol.4.
- Buttifant, D., Graham, K., & Cross, K. (1999). Agility and speed of soccer players are two different performance parameters. *Journal of Sports Science*, 17, 809-816.
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., VanPatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2010). Basal Ganglia Volume Is Associated with Aerobic Fitness in Preadolescent Children. *Developmental Neuroscience*, 32(3), 249–256. <https://doi.org/10.1159/000316648>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Konkel, A., Hillman, C. H., Cohen, N. J., & Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>
- Singh Chahar, P. (2014). Physiological basis of Growth and Development among Children and Adolescent in Relation to Physical Activity. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2(5A), 17–22. <https://doi.org/10.12691/ajssm-2-5a-5>
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of Resistance Training on the Physical Capacities of Adolescent Soccer Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 783. <https://doi.org/10.1519/r-17254.1>
- Chumlea, W.C., Siervogel, R.M., Roche, A.F., Mukherjee, D., Webb, P.(1982). Changes in adipocyte cellularity in children ten to 18 years of age. *International Journal of Obesity*, 6(4), 383–389.
- Cichosz, P. (2015). *Data mining algorithms : explained using R*. John Wiley & Sons Inc.
- Clark, J. E. (2007). On the Problem of Motor Skill Development. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 78(5), 39–44. <https://doi.org/10.1080/07303084.2007.10598023>
- Clark, J. E. (2005). From the Beginning: A Developmental Perspective on Movement and Mobility. *Quest*, 57(1), 37–45. <https://doi.org/10.1080/00336297.2005.10491841>
- Clark, J. E. & Metcalfe, J. S. (2002) The mountain of motor development: A metaphor. In: *Motor Development: Research and Review*, Vol. 2 (eds J. E. Clark & J. H. Humphrey), pp. 62–95. National Association for Sport and Physical Education, Reston, VA, USA
- Cliff, D. P., Okely, A. D., Smith, L. M., & McKeen, K. (2009). Relationships between Fundamental Movement Skills and Objectively Measured Physical Activity in Preschool Children. *Pediatric Exercise Science*, 21(4), 436–449. <https://doi.org/10.1123/pes.21.4.436>

- Coetzee, D. (2016). Strenghth, running speed, agility and balance profiles of 9 to 10 year-old learners: NW-child study. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 38(1), 13-30.
- Corvo, A. (1997). Agility. *Rugby League Coaching Magazine*. 1,1–2.
- Cotman, C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25(6), 295–301. [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(02\)02143-4](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(02)02143-4)
- Cradock, A. L., Kawachi, I., Colditz, G. A., Gortmaker, S. L., & Buka, S. L. (2009). Neighborhood social cohesion and youth participation in physical activity in Chicago. *Social Science & Medicine*, 68(3), 427–435. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.10.028>
- Cybenko, G. (1989). Approximation by superpositions of a sigmoidal function. *Mathematics of Control, Signals, and Systems*, 2(4), 303–314. <https://doi.org/10.1007/bf02551274>
- Coh, M., Milanović, D., & Kampmiller, T. (2001). Morphologic and kinematic characteristics of elite sprinters. *Collegium antropologicum*, 25(2), 605–610.
- Čoh, M., Bračić, M., Smajlović, N. (2010). Methodical aspects of maximum speed development. *Sport Science*, 3 (2), 11-14.
- Coh, M., Babic, V., & Maćkała, K. (2010). Biomechanical, Neuro-muscular and Methodical Aspects of Running Speed Development. *Journal of Human Kinetics*, 26(1), 73–81. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0051-0>
- Denison, B. A., & Ben-Ezra, V. (1989). Plasma Somatomedin–C in 8- to 10-Year-Old Swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 1(1), 64–72. <https://doi.org/10.1123/pes.1.1.64>
- Donatti, A. (1995). The development of stride lenght and frequency in sprinting. *New Studies in Athletics*, 10(1), 51–66.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etner, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 1197–1222. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000901>
- Dutt-Mazumder, A., Button, C., Robins, A., & Bartlett, R. (2011). Neural Network Modelling and Dynamical System Theory. *Sports Medicine*, 41(12), 1003–1017. <https://doi.org/10.2165/11593950-000000000-00000>
- Dželalija, M., i Rausavljević, N. (2003). *Biomehanika sporta*. Split: Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i odgojnih područja.

- Eccles, J. S., & Harold, R. D. (1991). Gender differences in sport involvement: Applying the eccles' expectancy-value model. *Journal of Applied Sport Psychology*, 3(1), 7–35. <https://doi.org/10.1080/10413209108406432>
- Eisenmann, J. C., Laurson, K. R., & Welk, G. J. (2011). Aerobic Fitness Percentiles for U.S. Adolescents. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(4), S106–S110. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.07.005>
- Eliakim, A., Burke, G. S., & Cooper, D. M. (1997). Fitness, fatness, and the effect of training assessed by magnetic resonance imaging and skinfold-thickness measurements in healthy adolescent females. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(2), 223–231. <https://doi.org/10.1093/ajcn/66.2.223>
- Eston, R.G. & Powell, C. (2003). Prediction of percent body fat in children using skinfolds from the upper and lower body. *Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto*, 3, 63.
- Eston, R. G., Rowlands, A. V., Charlesworth, S., Davies, A., & Hoppitt, T. (2005). Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(5), 695–702. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602131>
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of sports science & medicine*, 6(4), 519–525.
- Filipović, M., Stanković, V., Čoh, M., Vitošević, B., Radosavljević, D. (2019). Regression algorithms in assessing the impact of morphological and motor characteristics on 60m sprint. *Facta Universitatis series: Physical education and Sport*, vol 17, No2, 221-236.
- Fister, I., Fister, I., & Fister, D. (2019). Computational Intelligence in Sports. In *Adaptation, Learning, and Optimization*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-03490-0>
- Fister, I., Ljubič, K., Suganthan, P. N., Perc, M., & Fister, I. (2015). Computational intelligence in sports: Challenges and opportunities within a new research domain. *Applied Mathematics and Computation*, 262, 178–186. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2015.04.004>
- Fletcher, T. (2009). *Support vector machines explained: introductory course*. Technical Internal Report, University College London (UCL), London.
- Ford, P., Collins, D., Bailey, R., MacNamara, Á., Pearce, G., & Toms, M. (2012). Participant development in sport and physical activity: The impact of biological maturation. *European Journal of Sport Science*, 12(6), 515–526. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.577241>
- Francis, C. (2013). *Structure of training for speed* (ebook). <https://www.amazon.com/Structure-Training-Charlie-Francis-Concepts-ebook/dp/B00BG9F8UG>. Pristupljeno 16 marta 2020.

- Froberg, K., Lammert, O. (1996) Development of muscle strength during childhood. In Bar-Or O. (Vol. Ed.), *The encyclopedia of sports medicine*. Vol. 6. *The child and adolescent athlete*. Oxford, UK: Blackwell.
- Gadžić, A., Marković, V. (2014). Razlike u motoričkim sposobnostima učenika i učenica šestog razreda osnovne škole. *SPORT- Nauka i Praksa*, vol 4 (2), 5-16.
- Gajic, M., Nićin, Đ. and J. Kalajdžić. (1981). *Struktura eksplozivne snage*. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture
- Gallahue, D. L. (1982). Assessing motor development in young children. *Studies in Educational Evaluation*, 8(3), 247–252. [https://doi.org/10.1016/0191-491x\(82\)90028-1](https://doi.org/10.1016/0191-491x(82)90028-1)
- Gallahue, D.L., Ozmun, J.C. and Goodway, J. (2012). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. New York: McGraw-Hill
- Gallahue, D.L. & Ozmun, J.C. (2006). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gallahue, D.L., & Cleland Donnelly, F.C. (2003). *Developmental physical education for all children*. (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gambetta, V. (1990). FOOTBALL: Speed development for football. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 12(1), 45. [https://doi.org/10.1519/0744-0049\(1990\)012<0045:sdff>2.3.co;2](https://doi.org/10.1519/0744-0049(1990)012<0045:sdff>2.3.co;2)
- Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 47(1), 25–32.
- Golle, K., Muehlbauer, T., Wick, D., & Granacher, U. (2015). Physical Fitness Percentiles of German Children Aged 9–12 Years: Findings from a Longitudinal Study. *PLOS ONE*, 10(11), e0142393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142393>
- Gribble, P. A., Robinson, R. H., Hertel, J., & Denegar, C. R. (2009). The Effects of Gender and Fatigue on Dynamic Postural Control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(2), 240–257. <https://doi.org/10.1123/jsr.18.2.240>
- Gurney, K. (2004). *An introduction to neural networks*. Taylor & Francis, Imp.
- Guyton, C.A., Hall, E.J. (2011). *Medicinska fiziologija*, 11. izdanje. Beograd: Savremena administracija.
- Hall, M.A. (2000). Correlation-Based Feature Selection for Discrete and Numeric Class Machine Learning. *ICML*.
- Han, J., Kamber, M. & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Elsevier, USA.

- Kohl, H. W., III, Cook, H. D., Committee on Physical Activity and Physical Education in the School Environment, Food and Nutrition Board, & Institute of Medicine (Eds.). (2013). *Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School*. National Academies Press (US).
- Harter, S. (1978). Effectance Motivation Reconsidered Toward a Developmental Model. *Human Development*, 21(1), 34–64. <https://doi.org/10.1159/000271574>
- Haugen, T., Säfvenbom, R., & Ommundsen, Y. (2011). Physical activity and global self-worth: The role of physical self-esteem indices and gender. *Mental Health and Physical Activity*, 4(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2011.07.001>
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes: Are force-velocity profiles sport specific or individual? *PLOS ONE*, 14(7), e0215551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215551>
- Haugen, T., McGhie, D., & Ettema, G. (2019). Sprint running: from fundamental mechanics to practice—a review. *European Journal of Applied Physiology*, 119(6), 1273–1287. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04139-0>
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Medicine - Open*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>
- Hayes, H. M., Eisenmann, J. C., Pfeiffer, K., & Carlson, J. J. (2013). Weight Status, Physical Activity, and Vascular Health in 9- to 12-Year-Old Children. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(2), 205–210. <https://doi.org/10.1123/jpah.10.2.205>
- Haykin, S. (1994). *Neural networks, a comprehensive foundation*. New York: Macmillan College Publishing Company.
- Herodek, K. (2006). *Opšta antropomotorika*. Niš: Sven.
- Hilsendager, D. R., Strow, M. H., & Ackerman, K. J. (1969). Comparison of speed, strength, and agility exercises in the development of agility. *Research quarterly*, 40(1), 71–75.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (1990). *Sportmedizin-Arbeits und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: Verlag.
- Horička, P., Hianik, J. & Šimonek, J. (2014). The relationship between speed factors and agility in sport games. *Journal of Human Sport and Exercise*, 9 (1). <https://doi.org/10.4100/jhse.2014.91>
- Houwen, S., Hartman, E., & Visscher, C. (2009). Physical Activity and Motor Skills in Children with and without Visual Impairments. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 103–109. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318183389d>
- Jaakkola, T., Kalaja, S., Arijuttila, J. L., Virtanen, P., & Watt, A. (2009). Relations among Physical Activity Patterns, Lifestyle Activities, and Fundamental Movement Skills for

- Finnish Students in Grade 7. *Perceptual and Motor Skills*, 108(1), 97–111. <https://doi.org/10.2466/pms.108.1.97-111>
- Jakovljević, V. & Dikić, N. ed. (2016). *Sportska Medicina*. Kragujevac: Inter Print.
 - Jakovljević, V., Ljubojević, A., Karalić, T., Gerdijan, N., Vukić, Ž., Pašić, G. (2013). Sprinting speed of prepubertal girls and boys. *Exercise and Quality of life*, vol 5(2), 20-27.
 - Jakovljevic, S. T., Karalejic, M. S., Pajic, Z. B., Macura, M. M., & Erculj, F. F. (2012). Speed and Agility of 12- and 14-Year-Old Elite Male Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2453–2459. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823f2b22>
 - Jaric, S., Mirkov, D., & Markovic, G. (2005). Normalizing Physical Performance Tests for body size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 467–474. <https://doi.org/10.1519/00124278-200505000-00037>
 - Johnson. B.L. & Nelson, J. K. (1969). *Practical measurements for evaluation in physical education*. Minneapolis: Burgess.
 - Jones, D. A., & Round, J. M. (2000). *Strenght and muscle growth*. Oxford: Oxford University Press.
 - Kampmiller, T., Vanderka, M., Šelinger, P., Šelingerová, M., Čierna, D. (2011). Kinematic paramaters of the running stride in 7- to 18-year-old youth. *Kinesiologia Slovenica*, 17(1), 63–75.
 - Kerber, R. (1992). ChiMerge: discretization of Numeric Attributes. *X National Conf. on Artificial Intelligence American Association (AAAI92)*, USA, pp. 123-128.
 - Khan, N. A., & Hillman, C. H. (2014). The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition: A Review. *Pediatric Exercise Science*, 26(2), 138–146. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0125>
 - Kokstejn, J., Musalek, M. (2019). The relationship between fundamental motor skills and game specific skills in elite young soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol 19 (1), pp.249 – 254.
 - Kukolj, M. (1996). *Opšta antropomotorika*. Beograd: FFK.
 - Kukolj, M. (2006). *Antropomotorika*. Beograd: FSFV.
 - Kuno, S., Takahashi, H., Fujimoto, K., Akima, H., Miyamura, M., Nemoto, I., Itai, Y., & Katsuta, S. (1995). Muscle metabolism during exercise using phosphorus-31 nuclear magnetic resonance spectroscopy in adolescents. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(4), 301–304. <https://doi.org/10.1007/bf00865026>

- Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., Viskiće-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Institut za naučna istraživanja, Beograd: Fakultet za fizičko vaspitanje.
- Lloyd, R.S., & Oliver, J.L. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength and Conditioning Journal*, 34, 61-72.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players.. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76–78. <https://doi.org/10.1519/00124278-200502000-00013>
- Lopes, V. P., Rodrigues, L. P., Maia, J. A. R., & Malina, R. M. (2010). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(5), 663–669. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01027.x>
- López-Plaza, D., Alacid, F., Rubio-Arias, J. Á., López-Miñarro, P. Á., Muyor, J. M., & Manonelles, P. (2019). Morphological and Physical Fitness Profile of Young Female Sprint Kayakers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 1963–1970. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002511>
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental Movement Skills in Children and Adolescents. *Sports Medicine*, 40(12), 1019–1035. <https://doi.org/10.2165/11536850-000000000-00000>
- Macdonald-Wallis, K., Jago, R., Page, A. S., Brockman, R., & Thompson, J. L. (2011). School-based friendship networks and children’s physical activity: A spatial analytical approach. *Social Science & Medicine*, 73(1), 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.04.018>
- Malacko, J., & Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga*. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
- Malina, R. M., & Bielicki, T. (1992). Growth and Maturation of Boys Active in Sports: Longitudinal Observations from the Wroclaw Growth Study. *Pediatric Exercise Science*, 4(1), 68–77. <https://doi.org/10.1123/pes.4.1.68>
- Malina Robert M, Bouchard, C., & Oded Bar-Or. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign [Etc.] Human Kinetics Cop.
- Malina, R. M., Cumming, S. P., Kontos, A. P., Eisenmann, J. C., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2005). Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13–15 years. *Journal of Sports Sciences*, 23(5), 515–522. <https://doi.org/10.1080/02640410410001729928>
- Malina, R. M., Ribeiro, B., Aroso, J., Cumming, S. P., Unnithan, V., & Kirkendall, D. (2007). Characteristics of youth soccer players aged 13-15 years classified by skill level * COMMENTARY 1 * COMMENTARY 2. *British Journal of Sports Medicine*, 41(5), 290–295. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.031294>

- Malina, R. M. & Bouchard, C. (1991) *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Marta, C., Marinho, D., Casanova, N., Fonseca, T., Vila-Chã, C., Jorge, B., Izquierdo, M., Esteves, D., & Marques, M. (2014). Gender's Effect on a School-Based Intervention in the Prepubertal Growth Spurt. *Journal of Human Kinetics*, 43(1), 159–167. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0101>
- Marta, C. C., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). Physical fitness differences between prepubescent boys and girls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1756–1766. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825bb4aa>
- Maszczyk, A., Roczniok, R., Czuba, M., Zajac, A., Waśkiewicz, Z., Mikołajec, K., & Stanula, A. (2012). Application of Regression and Neural Models to Predict Competitive Swimming Performance. *Perceptual and Motor Skills*, 114(2), 610–626. <https://doi.org/10.2466/05.10.pms.114.2.610-626>
- Maszczyk, A., Gołaś, A., Pietraszewski, P., Roczniok, R., Zajac, A., & Stanula, A. (2014). Application of Neural and Regression Models in Sports Results Prediction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 482–487. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.249>
- Gunnar Mathisen, & Pettersen, S. A. (2015). Anthropometric factors related to sprint and agility performance in young male soccer players. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 337. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s91689>
- McCullagh, J., & Whitfort, T. (2013). An Investigation into the Application of Artificial Neural Networks to the Prediction of Injuries in Sport. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering*, 7, 356-360.
- Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of Sprint Running. *Sports Medicine*, 13(6), 376–392. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213060-00002>
- Mesa, J. L., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Wärnberg, J., González-Lamuño, D., Moreno, L. A., Gutiérrez, Á., & Castillo, M. J. (2006). Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: Influence of weight status. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 16(4), 285–293. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2006.02.003>
- Meyers, R. W., Oliver, J. L., Hughes, M. G., Cronin, J. B., & Lloyd, R. S. (2015). Maximal Sprint Speed in Boys of Increasing Maturity. *Pediatric Exercise Science*, 27(1), 85–94. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0096>
- Meylan, C. M., Cronin, J., Oliver, J. L., Hopkins, W. G., & Pinder, S. (2014). Contribution of vertical strength and power to sprint performance in young male athletes. *International journal of sports medicine*, 35(9), 749–754. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363191>
- Miljković, Z., Aleksandrić, D. (2009). *Veštačke neuronske mreže - zbirka rešenih zadataka sa izvodima iz teorije*. Univerzitet u Beogradu: Mašinski fakultet.

- Morgan, P. J., Okely, A. D., Cliff, D. P., Jones, R. A., & Baur, L. A. (2008). Correlates of Objectively Measured Physical Activity in Obese Children. *Obesity*, 16(12), 2634–2641. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.463>
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goiriena, J. J., & Bishop, D. (2009). Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1581–1590. <https://doi.org/10.1080/02640410903350281>
- Namiecińska, M., Marciniak, K., & Nowak, J. Z. (2005). VEGF jako czynnik angiogeny, neurotroficzny i neuroprotekcyny [VEGF as an angiogenic, neurotrophic, and neuroprotective factor]. *Postepy higieny i medycyny doswiadczalnej (Online)*, 59, 573–583.
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Amara, S., Sammoud, S., Mkaouer, B., & Hachana, Y. (2017). Agility in Young Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 727–735. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001543>
- Nićin, Đ. (2008). *Antropomotorika- teorija*. Beograd: Fakultet za menadžment i sport.
- Nikander, R., Sievänen, H., Heinonen, A., Daly, R. M., Uusi-Rasi, K., & Kannus, P. (2010). Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-47>
- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait & Posture*, 7(1), 77–95. [https://doi.org/10.1016/s0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/s0966-6362(97)00038-6)
- Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1899–1904. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00015>
- Ostojic, S., Stojanovic, M., & Ahmetovic, Z. (2010). Vertical jump as a tool in assessment of muscular power and anaerobic performance. *Medicinski Pregled*, 63(5–6), 371–375. <https://doi.org/10.2298/mpns1006371o>
- Oxford Textbook of Children’s Sport and Exercise Medicine. (2017). In N. Armstrong & W. van Mechelen (Eds.), *Oxford Medicine Online*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/med/9780198757672.001.0001>
- Papaiakovou, G., Giannakos, A., Michailidis, C., Patikas, D., Bassa, E., Kalopisis, V., Anthrakidis, N., & Kotzamanidis, C. (2009). The Effect of Chronological Age and Gender on the Development of Sprint Performance During Childhood and Puberty. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2568–2573. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c0d8ec>
- Pařízková, J., Adamec, A., Berdychová, J., Čermák, J., Horná, J. & Teplý, Z. (1983). *Growth, Fitness and Nutrition in Preschool Children*. Prague: Charles University.
- Pearson, A. (2001). *Speed, agility and quickness for soccer*. London: A & C Black.

- Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), 81–106. <https://doi.org/10.1007/bf00116251>
- Krebs, R.J., Copetti, F., & Beltrame, T.S. (Eds.). (1998). *Discutindo o desenvolvimento infantil*. Santa Maria: Palloti.
- Riddell, M. C. (2008). The endocrine response and substrate utilization during exercise in children and adolescents. *Journal of Applied Physiology*, 105(2), 725–733. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00031.2008>
- Ritchie, D., Allen, J. B., & Kirkland, A. (2017). Where science meets practice: Olympic coaches' crafting of the tapering process. *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1145–1154. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1362717>
- Robinson, L. E., & Goodway, J. D. (2009). Instructional Climates in Preschool Children Who Are At-Risk. Part I. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(3), 533–542. <https://doi.org/10.1080/02701367.2009.10599591>
- Robinson, L. E. (2011). Effect of a Mastery Climate Motor Program on Object Control Skills and Perceived Physical Competence in Preschoolers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(2), 355–359. <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599764>
- Roriz De Oliveira, M. S., Seabra, A., Freitas, D., Eisenmann, J. C., & Maia, J. (2014). Physical fitness percentile charts for children aged 6-10 from Portugal. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 54(6), 780–792.
- Rowland, T.W. (2005). *Childrens Exercise Physiology*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Rowland T. W. (1994). Effect of prolonged inactivity on aerobic fitness of children. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 34(2), 147–155.
- Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909–923. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.056499>
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Meusel, D., Harro, M., Oja, P., & Sjöström, M. (2006). Cardiorespiratory fitness is associated with features of metabolic risk factors in children. Should cardiorespiratory fitness be assessed in a European health monitoring system? The European Youth Heart Study. *Journal of Public Health*, 14(2), 94–102. <https://doi.org/10.1007/s10389-006-0026-8>
- Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., Hurtig-Wennlöf, A., Ortega, F. B., Wärnberg, J., & Sjöström, M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *The American journal of clinical nutrition*, 84(2), 299–303. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.1.299>
- Salehi, S. K., Sheikh, M., & Talebrokni, F. S. (2017). Comparison Exam of Gallahue's Hourglass Model and Clark and Metcalfe's the Mountain of Motor Development

- Metaphor. *Advances in Physical Education*, 07(03), 217–233. <https://doi.org/10.4236/ape.2017.73018>
- Sargent, D. A. (1921). The Physical Test of a Man. *American Physical Education Review*, 26(4), 188–194. <https://doi.org/10.1080/23267224.1921.10650486>
 - Schneider, P., & Meyer, F. (2005). Anthropometric and muscle strength evaluation in prepubescent and pubescent swimmer boys and girls. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 11(4), 209–213. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000400001>
 - Scott, J. P. (1986). Critical Periods in Organizational Processes. *Human Growth*, 181–196. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2101-9_10
 - Seefeldt V. (1980). Developmental motor patterns: Implications for elementary school physical education. In: Nadeau WHC, Newell K, Roberts G, editors. *In Psychology of motor behavior and sport* (pp.314-323). Champaign, IL: Human Kinetics.
 - Sharma, H. B., Gandhi, S., Meitei, K. K., Dvivedi, J., & Dvivedi, S. (2017). Anthropometric Basis of Vertical Jump Performance: A Study in Young Indian National Players. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*, 11(2), CC01–CC05. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/23497.9290>
 - Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
 - Silva, C. C. da, Goldberg, T. B. L., Teixeira, A. dos S., & Marques, I. (2004). O exercício físico potencializa ou compromete o crescimento longitudinal de crianças e adolescentes? Mito ou verdade? *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 10(6), 520–524. <https://doi.org/10.1590/s1517-86922004000600009>
 - Silva, A. J., Costa, A. M., Oliveira, P. M., Reis, V. M., Saavedra, J., Perl, J., Rouboa, A., & Marinho, D. A. (2007). The use of neural network technology to model swimming performance. *Journal of sports science & medicine*, 6(1), 117–125.
 - Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology*, 60(5), 709–723.
 - Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D., & Lubans, D. R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(9), 1209–1223. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>
 - Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025–1044. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535120-00003>

- Sporis, G., Milanovic, Z., Trajkovic, N., Joksimovic, A. (2011) Correlation between speed, agility and quickness (SAQ) in elite young soccer player. *Acta kinesiologica* 5, 36-41.
- Sporiš, G., Milanović, L., Jukić, I., Omrčen, D., & Molinuevo, J.S. (2010). The effect of agility training on athletic power performance. *Kinesiology*, 42(1), 65-72.
- Stanković, V. (2001). *Osnove primenjene kineziologije*. Leposavic: Fakultet za fizičku kulturu.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*, 60(2), 290–306. <https://doi.org/10.1080/00336297.2008.10483582>
- Stojanovic, M. (1979). *Biologija razvoja coveka sa osnovama sportske medicine*. Beograd: Fakultet fizickog vaspitanja.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of pediatrics*, 146(6), 732–737. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.01.055>
- Suknović, M., Delibašić, B., (2010). *Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju*. Beograd: FON.
- Szopa, J. (1988). *In search of motoricity structure: A factor analysis of somatic, functional and physical fitness traits in 8-19 year old boys and girls*. AWF Kraków: Wydaw.
- Šalaj, S. (2013.) Osnove ranog motoričkog razvoja. U: *Zbornik radova 11. godišnje konferencije Kondicijska priprema sportaša 2013*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Šnajder, V. (1982). *Relacije između antropometrijskih dimenzija i nekih varijabli u trčanju na 60 metara*. Doktorska disertacija, Zagreb: Fakultet fizičke kulture.
- Thomas, J. R., Michael, D., & Gallagher, J. D. (1994). Effects of Training on Gender Differences in Overhand Throwing: A Brief Quantitative Literature Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(1), 67–71. <https://doi.org/10.1080/02701367.1994.10762209>
- Thomas, J. R., & French, K. E. (1985). Gender differences across age in motor performance a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 98(2), 260–282.
- Thomas, J. R., & Thomas, K. T. (1988). Development of Gender Differences in Physical Activity. *Quest*, 40(3), 219–229. <https://doi.org/10.1080/00336297.1988.10483902>
- Tønnessen, E., Svendsen, I. S., Olsen, I. C., Guttormsen, A., & Haugen, T. (2015). Performance Development in Adolescent Track and Field Athletes According to Age, Sex

and Sport Discipline. *PLOS ONE*, 10(6), e0129014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129014>

- Verstegen, M., & Marcello, B. (2001). Agility and coordination. In B. Foran (Ed.), *High performance sports conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics. (pp. 139-165).
- Viru, A., Loko, J., Harro, M., Volver, A., Laaneots, L., & Viru, M. (1999). Critical Periods in the Development of Performance Capacity During Childhood and Adolescence. *European Journal of Physical Education*, 4(1), 75–119. <https://doi.org/10.1080/1740898990040106>
- Vitošević, B. (2011). *Biologija razvoja čoveka sa osnovama genetike*. Kruševac: Sigraf plus.
- Volkov, N. I., & Lapin, V. I. (1979). Analysis of the velocity curve in sprint running. *Medicine and science in sports*, 11(4), 332–337.
- Wang, Y. & Witten, I. H. (1996). Induction of model trees for predicting continuous classes. *In Poster papers of the 9th European Conference on Machine Learning*. Hamilton, New Zealand: University of Waikato, Department of Computer Science.
- Webber, L. M., Byrnes, W. C., Rowland, T. W., & Foster, V. L. (1989). Serum Creatine Kinase Activity and Delayed Onset Muscle Soreness in Prepubescent Children: A Preliminary Study. *Pediatric Exercise Science*, 1(4), 351–359. <https://doi.org/10.1123/pes.1.4.351>
- Weibel, E. R., Taylor, C. R., & Hoppeler, H. (1991). The concept of symmorphosis: a testable hypothesis of structure-function relationship. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88(22), 10357–10361.
- WHO (World Health Organisation). (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva, CH: WHO Press.
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., & Pate, R. R. (2008). Motor Skill Performance and Physical Activity in Preschool Children. *Obesity*, 16(6), 1421–1426. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.214>
- Whithall, J. (2003). Development of locomotor co-ordination and control in children. In: Savelsberg GJP, Davids K, Van Der Kamp J (eds) *Development of movement co-ordination in children*. London: Routledges, p.251-270.
- Withers, R. T., LaForgia, J., Pillans, R. K., Shipp, N. J., Chatterton, B. E., Schultz, C. G., & Leaney, F. (1998). Comparisons of two-, three-, and four-compartment models of body composition analysis in men and women. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 85(1), 238–245. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.1.238>
- Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2011). *Data mining : practical machine learning tools and techniques*. Elsevier.

- Wong, P.-L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship Between Anthropometric and Physiological Characteristics in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204–1210. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31819f1e52>
- Young, W., Hawken, M., & McDonald, L. (1996). Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength Conditioning Coach*, 4(4), 3–6.
- Young, W. B., McDowell, M.H., & Scarlett, B.J. (2001). Specificity of Sprint and Agility Training Methods. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0315:sosaat>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0315:sosaat>2.0.co;2)
- Zaciorski, V.M. (1975). *Fizička svojstva sportiste*. Beograd: SOFK Jugoslavije..
- Zagorac, N. (1984). *Relacije između antropometrijskih i motoričkih karakteristika i rezultata u atletskim disciplinama: skok u dalj, skok u vis i trčanje na 600 m kod djece starosne dobi 11-13 godina*. Magistarski rad, Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
- Žak, S., Sterkowicz, S. (2006). A relative evaluation of the development of flexibility in boys at the ages between 8 and 15. *Biology of Sport*, Vol. 23 (4), 401-412.
- Zakas, A., Mandroukas, K., Karamouzis, G., & Panagiotopoulou, G. (2007). Physical training, growth hormone and testosterone levels and blood pressure in prepubertal, pubertal and adolescent boys. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 4(2), 113–118. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1994.tb00412.x>

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а МИЛИЦА ФИЛИПОВИЋ

број индекса 2/11

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Релације морфолошких карактеристика, базичне и специјалне моторике код ученика и ученица различитих узрасних категорија

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

М. Филиповић

У Косовској Митровици, 19.01.2023

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Милица Филиповић

Број индекса _____

Студијски програм _____

Наслов рада : РЕЛАЦИЈЕ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА, БАЗИЧНЕ И
СПЕЦИЈАЛНЕ МОТОРИКЕ КОД УЧЕНИКА И УЧЕНИЦА РАЗЛИЧИТИХ
УЗРАСНИХ КАТЕГОРИЈА

Ментор: проф. др Верољуб Станковић

Потписани/а

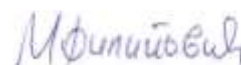


Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Приштини, са привременим седиштем у Косовској Митровици.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Приштини, са привременим седиштем у Косовској Митровици.

Потпис докторанда



У Косовској Митровици, _____

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Приштини, са привременим седиштем у Косовској Митровици унесе моју докторску дисертацију под насловом:

РЕЛАЦИЈЕ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА, БАЗИЧНЕ И СПЕЦИЈАЛНЕ МОТОРИКЕ КОД УЧЕНИКА И УЧЕНИЦА РАЗЛИЧИТИХ УЗРАСНИХ КАТЕГОРИЈА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

М. Филиповић

У Косовској Митровици, _____

1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.