

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
МАСТЕР АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ



ПОВЕЗАНОСТ ИНДЕКСА МАСЕ ТЕЛА И ПОСТУРАЛНИХ
ПОРЕМЕЋАЈА МЛАДИХ СПОРТИСТА

МАСТЕР РАД

Студент:

Јулијана Савић

Ментор:

Доцент др Оливера Кнежевић

Београд, 2021.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
МАСТЕР АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ



**ПОВЕЗАНОСТ ИНДЕКСА МАСЕ ТЕЛА И ПОСТУРАЛНИХ
ПОРЕМЕЋАЈА МЛАДИХ СПОРТИСТА**

МАСТЕР РАД

Студент:

Јулијана Савић

Ментор:

Доцент др Оливера Кнежевић

Чланови комисије:

ред. проф. др Марија Мацура

ван. проф. др Ивана Милановић

Београд, 2021.

Сажетак

Циљ истраживања. Главни циљ ове студије био је да се испита корелација између индекса телесне масе (BMI) и постуралних поремећаја код младих спортиста.

Методе. Укупно је одабрано 939 деце и адолесцената узраста 7-15 година. Било је 402 дечака (42,9%) и 537 девојчица (57,1%). Највише њих се бавило одбојком (47,6%) и кошарком (21,5%), а најмање атлетиком, фудбалом и тенисом (7,2%). За добијање релевантних података коришћени су вага и справа за мерење висине, као и методе соматоскопије и подоскопије. Код сваког испитаника израчуната је вредност индекса телесне масе (BMI). За тестирање постављене хипотезе коришћен је Хи-квадрат тест.

Резултати. Већина деце (58,6%) имала је нормалне вредности BMI-а, док су преостала показивала или недовољну (13%) или прекомерну тежину (28,4%), укључујући и неке особе с гојазношћу. Постурални поремећаји кичме откривени су код 49,7% деце, тј. сколиоза и лумбална хиперлордоза (свака по 1,1%), кифотични став код 7,5%, кифосколиоза код 12,7% и сколиотично држање код 27,5%. Код деце с већом вредношћу BMI-а, учесталост кифотичног става је била слична (6,4%), док су кифосколиотични и сколиотични били нешто ређи (6,7% одн. 22,1%), али је хиперлордоза била три пута чешћа (2,2%, у поређењу са 0,7%). Вредности постуралних поремећаја ногу код деце с вишим BMI-ом биле су следеће: чешћа генуа валга (1,1%) и пес валгум (47,9%), тј. били су учесталији него нормално. Код већине младих спортиста вредности BMI-а биле су смањене, осим код неке деце с прекомерном масом или гојазношћу.

Закључак. Постојала је директна корелација између вредности BMI-а и споменутих варијабли, које је показао хи-квадрат тест ($p < 0,001$). Према томе, ово истраживање је потврдило да постоји повезаност између вредности BMI-а и постуралних поремећаја младих спортиста.

Кључне речи. Индекс масе тела, BMI, постура, поремећаји, спорт, корективна гимнастика

Abstract

Examination aim. The main goal of this study was to examine the correlation between the body mass index (BMI) and postural disorders in young sports participants.

Methods. In total, 939 children and adolescents were enrolled, aged 7-15 years. They were most often engaged in volleyball (47.6%) and basketball (21.5%), and the least frequently in athletics, soccer and tennis (7.2%). In order to obtain the relevant data, a scale and a height measurement device were used, as well as the somatoscopic and podoscopic methods. A BMI value was counted for each single individual.

Results. Most of the children (58.6%) showed normal BMI values, whilst the remaining ones presented either as underweight (13%) or overweight (28.4%), including some individuals with obesity. Spine postural disorders were revealed in 49.7% of the children, i.e. scoliosis and lumbar hyperlordosis in 1.1% each, and the kyphotic posture in 7.5%, kyphoscoliotic in 12.7%, and scoliotic posture in 27.5%. In children with higher BMI values, the kyphotic posture was similar (6.4%), whilst kyphoscoliotic and scoliotic postures were somewhat less frequent (6.7% vs. 22.1%), but hyperlordosis was three times more frequent (2.2% compared to 0.7%). Values of the legs posture disorders in children with a higher BMI were as follows: genua valga in 1.1% and pes valgum in 47.9%, i.e. they were more frequent than normal. In most young athletes, the BMI values were reduced except in some overweight and obese children.

Conclusion. There was a direct correlation between the BMI values and the frequency of certain postural disorders, as shown by the Chi-Squared Test among the mentioned variables ($p < 0.001$). Thus, the examination confirmed a correlation between the BMI values and posture disorders in young athletes.

Key words. Body mass index, BMI, posture, disorders, sport, corrective gymnastics

САДРЖАЈ

1. Увод.....	5
2. Теоријски оквир рада.....	6
2.1.Ендогени и егзогени утицаји на став тела.....	7
2.1.1. Ендогени фактори.....	7
2.1.2. Егзогени фактори.....	7
2.2.Најчешћи постурални поремећаји.....	8
2.2.1. Деформитети кичменог стуба.....	8
2.2.1.1.Цервикална хиперлордоза.....	9
2.2.1.2.Торакална хиперкифоза.....	9
2.2.1.3.Сколлиоза.....	10
2.2.1.4. Кифосколиоза.....	12
2.2.1.5.Лумбална хиперлордоза.....	12
2.2.2. Деформитети колена.....	12
2.2.2.1. Генуа валга.....	13
2.2.2.2. Генуа вара.....	14
2.2.3. Деформитети стопала.....	15
2.2.3.1. Равна стопала.....	16
2.2.3.2. Пес валгум.....	17
2.2.3.3. Пес варум.....	17
2.2.3.4. Деформитети прстију.....	18
2.3. Утицај спорта на постурални статус.....	18
3. Циљ рада.....	23
4. Основна хипотеза.....	23
5. Методеистраживања.....	24
5.1.Дизајн истраживања.....	24

5.2. Карактеристике испитаника.....	24
5.3. Методологија мерења.....	25
5.4. Израчунавање и значај вредности BMI-а.....	25
5.5. Статистичка анализа.....	26
6. Резултати.....	28
6.1. Карактеристике испитаника.....	28
6.2. Спортске активности.....	30
6.3. Ухрањеност и индекс телесне масе (BMI).....	31
6.4. Постурални поремећаји.....	33
6.4.1. Деформитети кичме.....	33
6.4.2. Деформитети колена.....	35
6.4.3. Деформитети стопала.....	37
7. Дискусија.....	40
7.1. Нормалан став тела.....	40
7.2. Поремећаји постуралних функција.....	44
7.2.1. Деформитети кичме.....	44
7.2.2. Постурални поремећаји ногу.....	46
7.3. Индекс масе тела (BMI).....	46
7.3.1. Високе вредности телесне масе.....	46
7.4. Повезаност индекса телесне масе и физичке активности.....	47
7.5. Повезаност индекса телесне масе и постуралних функција.....	49
7.6. Повезаност индекса телесне масе и спорта.....	50
8. Закључци.....	54
9. Литература.....	56

1. УВОД

Постоје различити ставови тела (лат. *postura* = став; енгл. *posture* – „пошчер“), али је за човека карактеристичан усправан став (лат. *postura erecta*), који је настао еволутивно, како би се руке и шаке ослободиле за рад, односно за вршење врло прецизних и вештих покрета (Campbell i sar. 2003).

Усправан став омогућује кичмени стуб (*columna vertebralis*), који је осовински носилац већег дела тела, а истовремено учествује у преношењу силе гравитације на доњи део тела, тј. на карлицу и ноге, укључујући стопала. Због ових улога, кичмени стуб има одговарајуће морфолошке карактеристике (Marinković i sar., 2020). Састоји од пршљенова (*vertebrae*), чија тела повезују хрскавичави дискови (*discus intervertebrales*), као и од пршљенских лукова и наставака, чије везе и зглобови дају чврстину и еластичност стубу.

У одржавању облика и стабилности кичменог стуба учествују и одговарајући мишићи, нарочито екстензори кичме, нпр. *m. erector spinae*, трбушна мускулатура и одређени мишићи ногу (Bogdanović i sar. 2015). Због дејства свих ових фактора, кичмени стуб има физиолошке кривине, тј. цервикалну и лумбалну лордозу, торакалну кифозу и лумбосакрални спој, као и дорзални конвекситет сакрума и одређени положај карлице. Кривине повећавају еластичност и отпорност кичме на дејство силе.

Због споменутог еволутивног развоја, поједини делови тела, а нарочито кичмени стуб, постали су више оптерећени него код других сисара. Када се овоме дода нагли развој скелетног и мишићног система код деце и адолесцената, као и чест седентарни став због интелектуалних или рекреативних разлога, онда је јасна чешћа појава деформитета кичме код млађе генерације, али и промене у другим деловима скелетног и мишићног система (Adank i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015). Ови деформитети, који су у почетку функционални, постају структурног типа уколико се не предузму одговарајуће превентивне мере, у оквиру физиотерапије и корективне гимнастике, или друге терапијске процедуре конзервативног или хируршког типа (Blom i sar. 2018). Деформитети се најчешће односе на појаву латералне кривине (сколиозе) у фронталној равни, и на промене вредности углова, нарочито торакалне кифозе у сагиталној равни.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА

На одржавање анатомског и функционалног интегритета кичменог стуба и суседних делова тела, највише утичу правилно седење и лежање, редовна физичка активност и одговарајућа исхрана (Bogdanović i sar. 2015; Yi i sar. 2019). Физичка активност, било у оквиру редовног физичког васпитања у школи или бављења одговарајућим спортовима, има одлучујући значај. Правилно седење и лежање спречавају абнормалан положај и изглед појединих делова кичменог стуба. Најзад, од квалитета и квантитета исхране зависи да ли ће особа имати нормалну телесну масу или смањену, односно повећану масу, која може прећи и у праву гојазност (*obesitas*).

За процену стања и састава тела најчешће се користи индекс телесне масе (*body mass index* – BMI), који се изражава у kg/m^2 (Yi i sar. 2019). Овај индекс највише зависи од количине масног ткива у телу. Ако је индекс мањи од просечног, значи да је особа мршава или подхрањена. Ако је виши, особа има прекомерну телесну масу или је гојазна.

Различите вредности индекса појављују се и код редовно физички активних ученика, укључујући и спортисте. Према једној кинеској студији, само 9% ученика било је ван просечних BMI норми (Yi i sar. 2019). Међутим, у односу на физичку спремност, мање од 20% ученика је било на високом нивоу. У енглеској студији установљено је да су најбоље физичке способности показивала предшколска деца која су имала захтевне физичке вежбе, а слабију она која су дуже времена посвећивала гледању телевизије или мобилног телефона, што је било повезано и с већим уношењем хране (Leppänen i sar. 2016).

У италијанској студији је установљено да су гојазни ученици, узраста од 6 до 11 година, имали већу вредност BMI-а и слабије физичке способности, нарочито мишићну снагу ногу, од деце с нормалном вредношћу, али су имала већу снагу горњег дела тела (Fiori i sar. 2020). Истовремено, деца с мањом вредношћу BMI-а испољавала су слабију мишићну снагу руку. Такође је запажено да се ефекат BMI-а на физичку спремност повећава са узрастом ученика, а регистроване су и извесне разлике између полова.

Слични резултати запажени су и код бразилских ученика узраста од 10 до 17 година, уз напомену да није постојала значајна разлика у физичкој способности између мршавих и нормалних ученика, као ни између оних с прекомерном масом и с правом гојазношћу (Lopes i sar., 2019). Код пољских ученика је запажена значајна статистичка разлика у физичкој активности гојазних ученика у неким спортовима, нарочито у фудбалу, одбојци, рукомету и кошарци (Glinkowska i Glinkowski, 2018). Међутим, према неким ауторима, слаба је веза између вредности BMI-а и успешности бављења спортом (Kung i sar. 2020).

Многи аутори описали су морфолошке промене кичменог стуба у току раста деце и адолесцената, као и њихов утицај на постуралне функције тела, како у усправном ставу, тако и при седењу (Bogdanović i sar. 2015; Roussouly i Ninadi, 2010; Walaszek i sar. 2018). Притом је запажена појава деформитета кичменог стуба код неких ученика, као и поремећај статике карлице и ногу (Roussouly i Ninadi, 2010).

На основу наведених чињеница из литературе, закључује се да нису сасвим јасни резултати између повезаности ниских и високих вредности BMI-а ученика у односу на ниво физичке способности, укључујући и спортске активности. Такође, веома су различити подаци о инциденци гојазности припадника различитих нација и етничких група. Не поклапају се ни резултати о односу BMI-а код дечака и код девојчица упојединим чланцима. Неки аутори чак сматрају да је веома слаба веза између вредности BMI-а и физичке активности. Веза није сасвим јасна ни када је у питању бављење спортом, као и прецизан утицај нормалних, смањених и повећаних вредности BMI-а на појаву и одржавање постуралних функција и на њихове поремећаје (Kungi sar. 2020).

2.1. Ендогени и егзогени утицаји на став тела

И унутрашњи и спољашњи фактори јесу од великог значаја за нормалан развој тела деце и за одржавање нормалног става (Blom i sar. 2016; Bogdanović i sar. 2015).

2.1.1. Ендогени фактори

Ови фактори се односе на урођене и конгениталне поремећаје који обично настају у периоду трудноће. Од урођених фактора најважнији су генетски, односно наслеђене мутације одговарајућих група гена које директно одређују развој скелета, лигамената и мускулатуре (O'Rachilly i Müller, 2001). Ови фактори могу изазвати мање промене, али и драстичне поремећаје скелетно-мишићног система код поједине деце (видети касније).

2.1.2. Егзогени фактори

Најпре, интензиван раст и развој скелетног система деце и адолесцената, под утицајем гена и разних хормона, обично није праћен пропорционалним развојем мускулатуре и везивних елемената зглобова, због чега је изражена предиспозиција за настанак постуралних поремећаја (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015). Један од

разлога јесте избегавање часова физичког образовања у школи, седентарно понашање, као и слабије интересовање појединаца за спортске активности.

Неадекватна исхрана (Wu i sar. 2019), било квантитативно или квалитативно, један је од важних узрока постуралних поремећаја, било због недовољног уношења витамина (поготово витамина Д) и минерала (нарочито калцијума и фосфора), као и мање калоричне хране – или обратно, тј. узимање прекомерних количина хране или јако калоричних намирница, нарочито угљених хидрата (видети касније). Додуше, неки млади спортисти морају да конзумирају већу количину хране, али протеинског садржаја, како би прешли у следећу, вишу категорију свог спорта.

Велики је негативан утицај и дуготрајног неправилног држања тела у седећем и лежећем ставу или при моторичким активностима, као и ношење неадекватне одеће и обуће, несклад између радног намештаја и антропометријских карактеристика тела, поремећај вида, социјално-економски статус, еколошки фактори итд. (Bogdanović i sar. 2015; Kantanista i Osiński, 2014; Leppänen i sar. 2016; Wilkie i sar. 2018).

Посебан проблем је велико оптерећење кичме ношењем ранца на леђима ученика. Ако тежина ранца прелази 10% масе тела тог ученика, смањује се лумбална лордоза, а сакрум тежи ка постављању у вертикалну раван. Велики значај имају и разни неуромишићни поремећаји, метаболичка и ендокрина обољења, реуматске и неке друге болести, али и повреде (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015).

2.2. Најчешћи постурални поремећаји

Постоји неколико десетина поремећаја става тела, али ћемо овде споменути само оне најчешће и најважније за децу и адолесценте (Blom i sar. 2018). Они могу бити урођени или стечени, а неки су непознатог узрока, те се означавају као идиопатски (Blom i sar. 2018).

2.2.1. Деформитети кичменог стуба

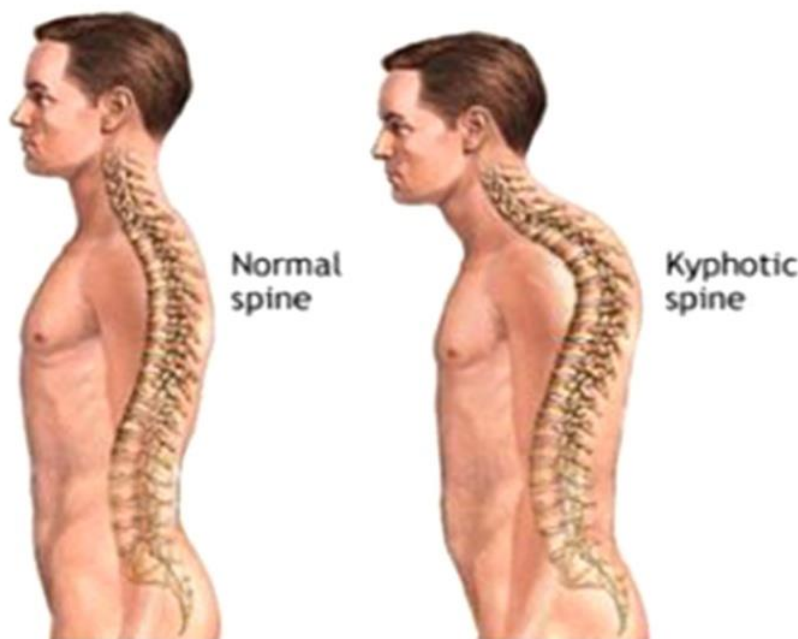
Најчешћи су поремећаји физиолошких кривина кичме, односно повећање или смањење њихових углова, уз јачу или слабију израженост физиолошких кривина, или је у питању појава патолошких кривина (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015).

2.2.1.1. Цервикална хиперлордоза

Појачана цервикална кривина готово увек је секундарног типа. Заправо, то је компензаторни став овог сегмента кичменог стуба због појаве торакалне кифозе или тораколумбалног деформитета (Roussouly i Ninadi, 2010). Ова појава се одражава чак и на положај главе, због чега пацијент има отежан или неизводљив поглед напред, што узрокује и проблеме у социјалним интеракцијама. На срећу, цервикална хиперлордоза углавном се појављује код старијих особа, а веома ретко код деце и адолесцената.

2.2.1.2. Торакална хиперкифоза

Грудна кифоза је нормална кривина овог сегмента кичменог стуба (Blom i sar. 2018; Marinković i sar. 2020). Међутим, уколико је ова кривина јаче изражена (*hyperkyphosis*), тј. Кобов угао је већи од 50° , у питању је патолошки деформитет (слика 1) (Blom i sar. 2018).



Слика 1. Нормална торакална кривина (лево) и торакална хиперкифоза (десно). (<https://medlineplus.gov/ency/imagepages/9499.htm>)

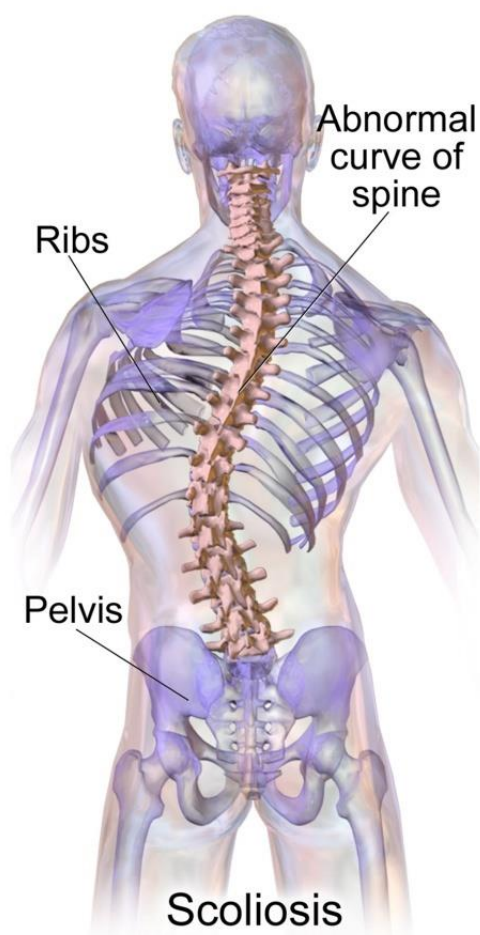
Код деце и младих најчешће је реч о постуралној хиперкифози, која се релативно лако коригује. Манифестује се појачаном погрбљеношћу, померањем главе и рамена напред, истакнутим лопатицама, увученим грудима, а испупченим трбухом, променом угла карлице, као и благо савијеним коленима која су померена напред (Bogdanović i sar. 2015; Roussouly i Ninadi, 2010).

Много је тежа ситуација с конгениталном кифозом, која је последица поремећаја формирања неких торакалних пршљенова, нарочито њиховог тела (*corpus vertebrae*). Овај део кичме је заобљен, с појавом неколико клинастих пршљенова, чији заједнички угао може бити и преко 70° , упоређењу с максималном просечном вредношћу од 50° (Lonner i sar. 2018)

Адолесцентна структурна хиперкифоза назива се и Шојерманово обољење (Scheuermann), која је непознатог узрока (Blom i sar. 2018). И овде је неколико торакалних пршљенова клинастог типа, због чега је овај део леђа испупчен и заобљен, а испод њега је компензаторна лумбална лордоза.

2.2.1.3. Сколиоза

Код сколиозе је у питању појава латералне кривине, тако да кичмени стуб у фронталној равни претежно има облик лука, а најчешће слова S (слика 2).

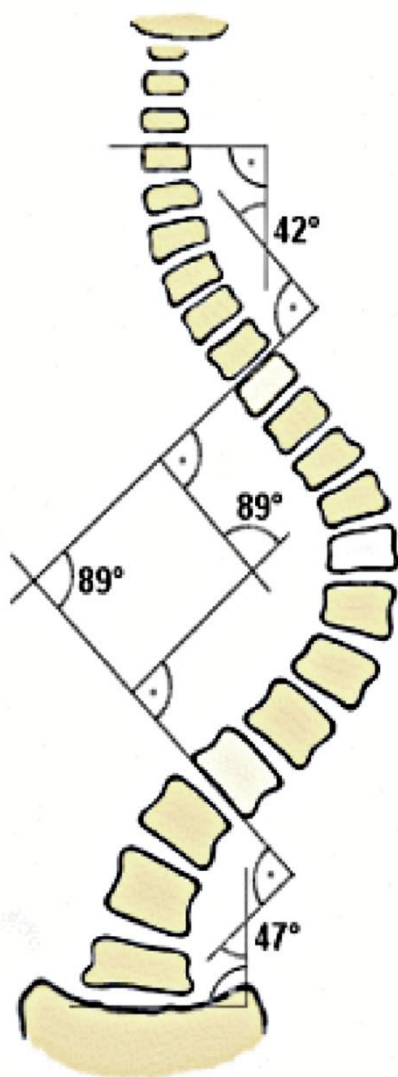


Слика 2. Патолошка латерална кривина кичменог стуба у фронталној равни, која је често у облик слова S. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Scoliosis>)

Постоје два основна типа код деце и адолесцената: идиопатска јувенилна сколиоза, чији узрок није познат, и споменута Шојерманова (Scheuermann) сколиоза која је такође непознатог узрока (Blom i sar. 2018; Gardner i sar. 2021; Lonner i sar. 2018). Јувенилна се

појављује код деце узраста 4-9 година. Код детета је глава мало искривљена на једну страну, рамена и карлични гребен (*crista iliaca*) нису у истом нивоу, трбух је нешто испупчен, глутеални предео је асиметричан, а постоје и промене у коленима (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015).

С друге стране, код неке деце настаје конгенитална сколиоза због, најчешће, урођеног поремећаја у формирању неколико суседних торакалних пршљенова (Blom i sar. 2018; Milić i sar. 2019). Обично је блажег облика, али може бити и израженија. Степен сколиозе мери се одређивањем Кобових углова (слика 3). Код тежих облика деформитета, вредност угла сколиотичне кривине је преко 100° .



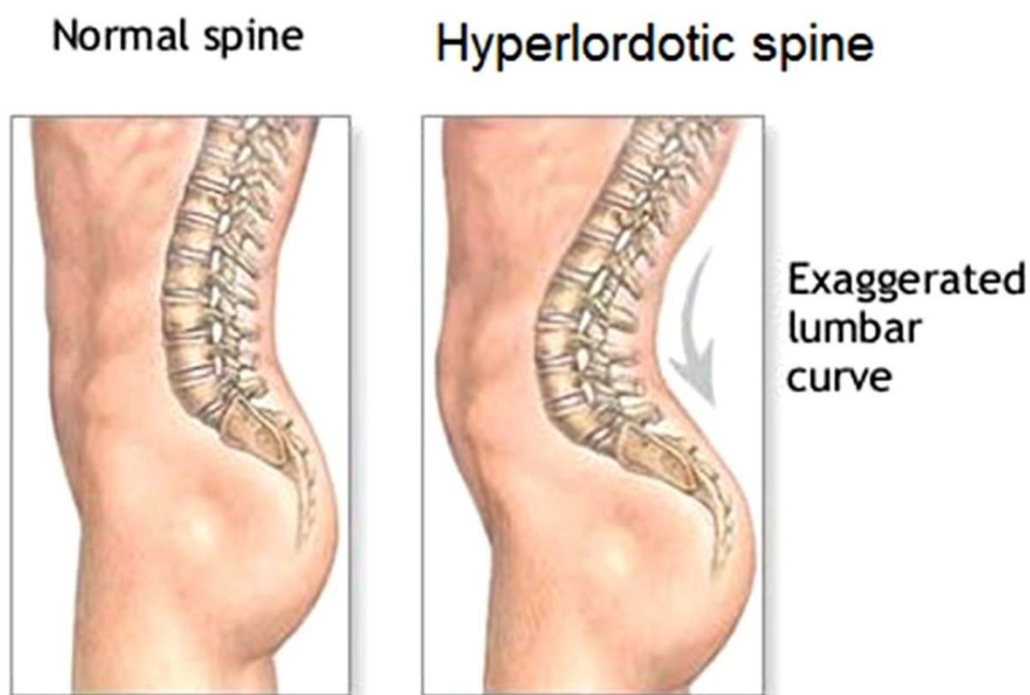
Слика 3. Начин одређивања Кобових углова у фронталној равни, како би се дефинисао степен сколиозе

2.2.1.4. Кифосколиоза

Као што назив показује, реч је о комбинацији кифозе у сагиталној равни и сколиозе у фронталној равни. Притом су најчешће захваћени торакални и лумбални део кичменог стуба (Blom i sar. 2018). Деформитет је осредњег типа ако је Кобов угао 25° - 100° .

2.2.1.5. Лумбална хиперлордоза

Јако појачана лордоза слабинског дела кичме (слика 4) је ретка појава (Blom i sar. 2018). Најчешће је компензаторног типа због поремећаја суседних делова осовинског скелета.

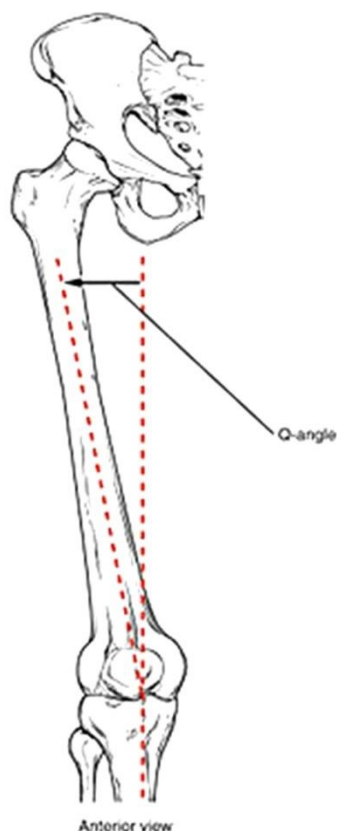


Слика 4. Лумбална хиперлордоза (десно) уз приказ нормалне кривине слабинског дела кичме (лево). (<https://osteopathy.colganosteo.com/hyperlordosis/>)

2.2.2. Деформитети колена

У најчешће деформитете колена спадају генуа валга и генуа вара (Blom i sar. 2018). Обе форме се налазе у фронталној равни (Patel i Nelson, 2021). За одређивање степена деформитета користи се, између осталог, мерење угла *m.-a quadriceps-a* (тј. **Q** угла), између уздужне осе фемура и линије повучене од *spinae iliacae anterior superior* до

средине *patellae* (слика 5), чија је просечна нормална вредност мања од 12° за мушкарце, односно мања од 17° код девојака, и то када је колено у екстензији (Blom i sar. 2018).



Слика 5. Мерење Q угла да би се одредила оријентација фемура и положај костију у зглобу колена, као и евентуални деформитетногу

2.2.2.1. Генуа валга

Genua valga позната су под називом „X-ноге“ (Bogdanović i sar. 2015). Оваква физиолошка ситуација је карактеристична за децу почевши од 2. године, али је најизраженија до 4. године (Blom i sar. 2018). Затим се ова физиолошка развојна фаза постепено ублажава до 7. године, те је обично слабо испољена у пубертету (Patel i Nelson, 2021). Гену валгум десно и лево описали су још неки аутори у својим чланцима (Greene, 1994; Jankowicz-Szymanska i sar. 2016).

Код овог деформитета, где се натколенице и колена додирују у усправном ставу, изражена је ангуларна девијација потколеница у односу на фемур у фронталној равни, које прогресивно дивергирају према скочном зглобу (слика 6). Зато се за одређивање степена поремећаја мери тибиофеморални угао (између уздужне осе фемура и средине скочног зглоба), чија је нормална вредност мања од 10° , као и растојање између медијалног малеола десне и леве тибије (интермалеоларна дистанца), која је код ових особа и преко 4 cm (Blom i sar. 2018).



Слика 6. *Genua valga* пре и после хируршке интервенције. (Patwardhan i sar. 2015)

Иначе, стечена *genua valga* могу се појавити код деце и адолесцената због оптерећења изазваних високом вредношћу BMI-а (Jankowicz-Szymanska i Mikolajczyk, 2016). Без обзира на узрок, ако је деформитет јако изражен, мора се извршити хируршка корекција (слика 6) (Patwardhani sar. 2015).

2.2.2.2. Гenua vara

Genua vara представљају супротан деформитет, при чему натколеница и потколеница десно и лево формирају лук, због чега је дат назив „О ноге“ (слика 7), а што може бити праћено и хиперекстензијом зглоба колена (слика 7, лево), тзв, *genu recurvatum* (Greene, 1994; Soheilipour i sar. 2020). И овај деформитет може бити пролазна фаза развоја ногу у раном детињству (Greene, 1994).



Слика 7. *Genua vara* пре и после хируршке интервенције. (Patwardhan et al. 2015)

У сваком случају, између колена постоји већи или мањи размак, као и нешто мања дистанца између стопала (слика 7). Овај деформитет је изражен код најмање 10% гојазних особа (Jankowicz-Szymanska i Mikolajczyk, 2016; Soheilipour i sar. 2020). Поједини спортови могу код адолесцената и одраслих да изазову овакав деформитет, нарочито фудбал (Isin i Melekoğlu, 2020). Сличан утицај имају и поједина занимања повезана с джим стајањем, нпр. код пекара, ратара и рибара (Bogdanović i sar. 2015).

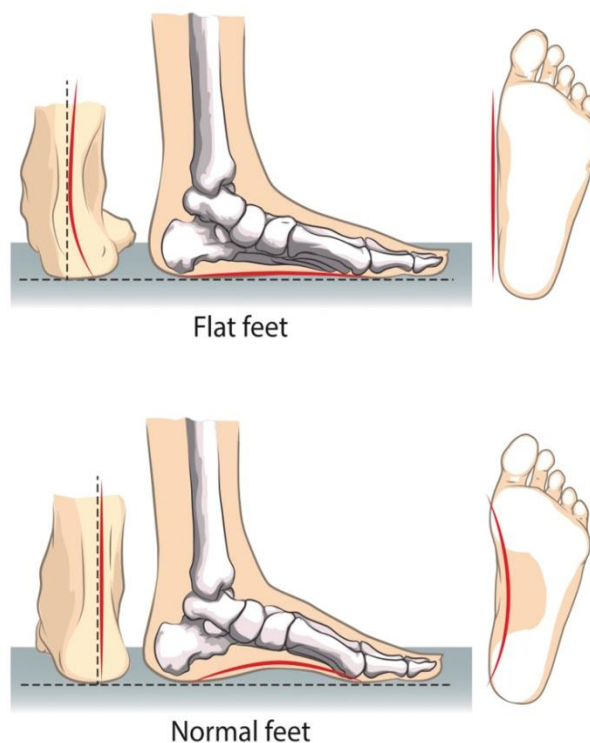
2.2.3. Деформитети стопала

Стопало (*pes*, *pedis*) је веома важно за нормалну статистику и динамику у оквиру постуралних функција, нарочито при усправном ставу тела (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015; Marinković i sar. 2020). Кости и лигаменти стопала тако су обликовани да формирају два главна свода изнад предела табана (*planta pedis*), тј. уздужни (*arcus plantaris longitudinalis*) и попречни свод (*arcus plantaris transversus*), уз напомену да уздужни свод обухвата медијални и латерални лук (Karandji, 1982).

Због овакве архитектонике, читава маса тела ослања се само на пету, латерални део табана, предње метатарзално подручје и на прсте (слика 8, доле), што је оптимална ситуација за нормалне постуралне функције. Главни поремећаји сводова и положаја стопала јесу: равно стопало, *pes valgus* и *pes varus*, а од поремећаја прстију *hallux valgus* (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015).

2.2.3.1. Равна стопала

Pes planum (слика 8) је најчешћи поремећај стопала, јер постоји код 20%-30% опште популације, који је повремено удружен са *pes valgus*-ом (Bloom i sar. 2018). Заправо, самостално постојање, или у споменутој комбинацији, јесте основ за класификацију стопала у три типа, који су споменути касније.



Слика 8. *Pes planum*(горе) и стопало с нормалним сводовима (доле), као и отисак табана (десно) у оба случаја. (<http://swwww.afacc.net/foot-problems/flat-foot/>)

Обострано равно стопало је нормално код беба и код млађе деце, а постепено се побољшава и нестаје у периоду између 4. и 10. године (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015; Ueki i sar. 2019). Равна стопала код старијих особа могу настати због лабавих лигамената у плантарном делу, услед модификације талуса или због слабостит. *abductor-a hallucis-аим.-а tibialis-a posterior-a* који одржавају кључни (медијални) уздужни свод стопала (Karandji, 1982). Узрок могу бити и разни поремећаји зглобова и мишића ногу, укључујући и њихове парезе или парализе, као и одговарајућа обољења и трауме стопала.

У сваком случају, овакве особе ослањају се на подлогу читавим табаном, јер практично не постоји медијални уздужни свод стопала (слика 8, горе). Због тога се мења

статика и динамика ногу, положај карлице и морфологија кичменог стуба, што изазива постуралне поремећаје и болове у наведеним деловима тела (Blom i sar. 2018). Због ових промена отежани су стајање и ходање. У блажим случајевима довољне су одговарајуће вежбе у оквиру корективне гимнастике и други видови третмана (Bogdanović i sar. 2015), а код тежих поремећаја раде се одговарајуће хируршке интервенције (Blom i sar. 2018).

2.2.3.2. Пес валгум

Pes valgum представља спољну девијацију стопала (слика 9). Притом постоји туп угао између уздужне осе потколенице и скочног зглоба, односно пете стопала, који је отворен латерално (Bloom i sar. 2018). Деформитет је често удружен са равним стопалима, због чега неки аутори спомињу три наведена типа поремећаја (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015). Тип I обухвата само *pes valgum*. Тип II је комбинација оба поремећаја, тј. *pes valgum*-а и *pes planum*-а. Тип III односи се само на постојање *pes planum*-а.



Слика 9. *Pes valgum* (лево) и *pes varum* (десно). (<https://posturalanalysis.weebly.com/calcanéo-valgusvarus-test.html>)

2.2.3.3. Пес варум

Pes varum је супротан деформитет од пес валгума (Bloom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015). Према томе, туп угао између уздужне осе потколенице и скочног зглоба и пете отворен је медијално (слика 9). Због тога се обе пете могу видети при посматрању с предње стране стопала у усправном ставу (слика 9, десно), што није могуће при посматрању нормалних стопала.

Иначе, пес варум може бити комбинован са издубљеним стопалом (*pes cavum*), код кога је уздужни лук стопала виши него нормално (Bloom i sar. 2018). Пес варум има сличне симптоме и узроке као и пес валгум и равна стопала.

2.2.3.4. Деформитети прстију

Деформитети претежно захватају палац и мали прст, а најчешће је у питању *hallux valgus* (Bloom i sar. 2018). У овом случају запажа се латерална девијација и извесна ротација палца, као и проминентна главица 1. метатарзалне кости (слика 10).

Један од чешћих узрока јесте ношење неадекватне обуће, а нарочито ципела с високом потпетицом. Пацијенти осећају болове у палцу и у читавом предњем делу стопала, као и тешкоће у коришћењу обуће. Ретка је појава деформитета код деце, али је чешћа код младих. У овим случајевима инсистира се на конзервативној терапији и ношењу широке обуће, јер су рецидиви релативно чести након хируршке интервенције (Blom i sar. 2018).



Слика 10.Изражен *hallux valgus* левог стопала (https://www.physio-pedia.com/Hallux_Valgus)

2.3. Утицај спорта на постурални статус

Бављење младих особа спортом, укључујући борбене вештине, јача физичку способност и раст и развој, брзину и координацију покрета, одржавање равнотеже при покретима, експлозивну снагу, јачину хвата шаком, висину скока, флексибилност и

постуралне карактеристике (Protic-Gava i sar. 2019). За физичку активност младих који се не баве спортом, потребно је, како је споменуто, 60 минута интензивније активности дневно. Код младих који се баве спортом, повољно дејство борилачких вештина и других облика спорта на морфолошке и постуралне особине тела зависе од врсте спорта.

За овај рад посебно смо одабрали џудо, карате, теквондо, бокс и кикбокс, јер спадају у најпопуларније борбене активности. Ова група спортова позната је под називом „martial arts“ (Buschbacher i Shay, 1999). Споменути спортови су од великог друштвеног значаја јер се њима бави око 100 милиона људи широм света (Buschbacher i Shay, 1999). Приказаћемо укратко неке од споменутих спортова, али и неке друге спортске активности деце и адолесцената.

Млади **џудисти** имају боље постуралне особине рамена, развој торакса и усклађеност, као и положај, скапуле и особина кичменог стуба, па и читавог тела. Истовремено, код њих се појачавају и физиолошке кривине кичме, тј. торакална кифоза и лумбална лордоза ((Protic-Gava i sar. 2019), а изражен је и нормалан изглед кичме и положај у фронталној равни. Споменуто повећање кривина кичме омогућује боље амортизовање дејства силе у току тренинга и такмичења. Иста појава је запажена и код каратиста и других борилачких спортиста.

Очигледно је да џудо омогућује нормалан развој кичменог стуба, тј. спречава настанак његових деформитета. Између осталог, смањује се латерална девијација кичме, тј. сколиоза, и побољшава се симетрија рамена у односу на кичму. Побољшава се и положај карлице у фронталној равни. Једина негативна промена јесте благо повећање ротације тела (до 9%) у трансверзалној равни (Blom i sar. 2018). Иначе, према истраживањима неких аутора, џудисти имају бољу постуралну контролу чак и од балетских уметника (Protic-Gava i sar. 2019).

Код младих џудиста запажено је и повећање мишићне снаге доњих екстремитета, мада је добро развијена и мускулатура горњег дела тела. Иначе, физичка активност деце и младих побољшава и когнитивне функције, као и емотивни однос према спорту. Неки аутори су запазили да су млади џудисти просечно виши за 4 цм у односу на вршњаке који се не баве спортом, као и да имају за 2,5 кг већу активну телесну масу (Ilić i sar. 2012). Џудисти показују и већу брзинску снагу и репетитивну снагу трбушне мускулатуре, као и јачу издржљивост раменог појаса и горњих екстремитета.

Рвање је један од најзахтевнијих спортова, с обзиром на неопходну снагу и издржљивост, али и разне технике које се примењују. Циљ овог спорта је оборити („туширати“) противника или га својом вештином победити на бодове. И овај спорт утиче на формирање тела и на добре постуралне особине (Kelly i sar. 1978). Торакална

кифоза код ових спортиста износи 27-30° (Blom i sar. 2018). Постурална контрола је одлична, а најбоља је код рвача тешке категорије. То се односи и на стабилност спортиста, али и на њихову флексибилност и мишићну снагу.

У **каратеу** суштину представља врло јак ударац, како шаком тако и ногом (Hadadi sar. 2020). Према кинетичким испитивањима ових аутора, средња вредност силе при ударцу у мету износи преко 181 Њутна (N), а снага ногу је 425-550N. Истовремено, опсег покрета у зглобу лакта је 1,49 rada, а у зглобу колена је око 1rada. Коактивација мишића руку је око 35%. Запажена је и способност угаоне ротације трупа од 63 rada⁻². Уочена је значајна корелација између снаге ударца и силе приликом нагле флексије колена и активације руку.

У току извођења ударца, карактеристична је изразита и обострана флексија кука и колена, што омогућава већу флексибилност, која је неопходна за извођење високих удараца великом брзином. Иначе, у односу на већину других борбених спортова, у каратеу је кључна особина експлозивна мишићна снага, нарочито код високо ранжираних каратиста. Експлозивна снага изражена је и код горњих и код доњих екстремитета. Код врхунских каратиста запајају се и извођења вертикалног скока, максимална снага и максимална брзина. Пошто је техника у каратеу заснована на експлозивној мишићној снази, време реакције је кључни елемент у овом спорту.

Иначе, визуелно-мишићна координација, нарочито шака-око, је изванредна, што је неопходно за прецизно и брзо задавање ударца. За снагу и брзину ударца важан је и став тела. У том смислу, треба избегавати став од 90° пре пласирања ударца (Karandji, 1982). У сваком случају, код каратиста је изражена обострана активација мускулатуре руку, трупа и ногу, због чега је веома повољан утицај на постуралне особине тела ових спортиста.

За **теквондо** је карактеристичан шут, дакле, снажан, висок и брз покрет ногом с флексијом у куку и претежно екстензијом у колену, али и ударац руком. Ефекат ударца је бољи ако је пре тога спортиста заузео усправан став са ослањањем на оба стопала. Због ових техничких особина, и овде је неопходна одлична визуелно-моторна координација, али нешто слабија него у каратеу. Међутим, време реакције је краће код теквондиста него код каратиста. Сем тога, врло је изражена флексибилност тела, нарочито ногу, као и прецизно одржавање равнотеже (Byun i sar. 2014). У сваком случају, теквондо технике знатно утичу на корекцију постуралних особина тела ових спортиста. То се нарочито односи на кориговање нагињања врата, рамена и карлице.

Кикбокс има сличности са теквондом, због удараца ногом, али и са боксом због примене удараца шаком. Зато овај спорт захтева високу физичку способност (Slimani i

sar. 2017). Због саме технике, јасно је да кикбоксерима морају имати развијену и снажну мускулатуру и ногу и руку. Истовремено, они морају поседовати одговарајуће психолошке особине, нарочито самопоуздање, менталну отпорност, велику мотивацију и савршену адаптацију (Slimani i sar. 2017). Извођење, снага и брзина покрета зависе, између осталог, од врсте кикбокса.

Иначе, у кикбоксу је запажен већи тораколумбални и лумбосакрални угао него код других борилачких вештина, што понекад представља тежи постурални поремећај. Због тога се код ових спортиста може појавити бол у лумбалном пределу, који смањује њихову такмичарску успешност.

Боксери, због свог карактеристичног гарда, највише оптерећују врат, рамени појас и руке, посебно шаке, као и ноге које дају стабилност, али омогућују и брзину напада или избегавања удараца (Kittel i sar. 2005). Због тога је мускулатура у овим подручјима велике снаге, а мишићи руке имају и велику брзину активности. То је важно за успешно бављење овим спортом, али може изазвати и патолошке последице, односно деформитете, као и одговарајуће повреде.

Код младих **фудбалера** такође су промењене неке антропометријске особине (Nikolaidisi sar. 2011). Што се тиче ВМИ-а, фудбалери у просеку имају мање вредности, али неки од њих ипак имају повећан ниво ВМИ-а, што се негативно одражава на све параметре њихове спортске активности. Највеће вредности ВМИ-а забележене су код голмана, јер имају већу количину масног ткива од фудбалера, вероватно због слабије физичке активности при чувању мреже гола.

Одбојка такође утиче на постуралне функције. Ови спортисти имају издржљивије трбушне мишиће, већу снагу и брзину десне руке, брзину тела и агилност (Obour i sar. 2017). Такође се често испољава и експлозивна снага при сервирању, скоку или смечовању.

Кошаркаши имају јаку издржљивост мускулатуре рамена и велику брзину реакције (Obour i sar. 2017). Од великог су значаја снага ногу, као и горњег дела тела, вертикални скок, брзина и агилност у току игре. Они такође показују високе визуелно-моторне способности, одличну постуралну контролу, као и моћ предвиђања акција у току игре.

Рукомет такође показује високу постуралну контролу. Запажено је да ови спортисти, као и неки фудбалери, одбојкаши и кошаркаши, имају идеалну вредност индекса телесне масе, која најчешће износи око 23 (Masanovic, 2019).

Пливање је праћено појавом веће количине протеина у телу, укључујући и оне у мишићима, као и мали проценат телесних масти, односно ниске вредности ВМИ-а.

Постуралне функције, нарочито у вези горњег дела тела где се највише развија мускулатура, постепено се мењају сазревањем младих пливача (Zhao i sar. 2020). У сваком случају, њихова пропулзивна моћ највише зависи од процента масти у телу, као и од висине тела (Moura i sar. 2014).

Очигледно је да су постуралне функције различите у разним спортовима. Код неких спортиста више је развијена мускулатура појединих делова тела (нарочито горњег или доњег), док је код других ангажована мускулатура читавог тела, уз, понекад, појаву мање или веће асиметрије. Због тога, сваки спорт мора имати специфичне програме за тренинге, што ће омогућити правилан развој младих и њихов напредак у оквиру одабраног спорта. Притом се подразумева да је индекс телесне масе код већине младих спортиста у границама нормалних вредности, као и њихове постуралне функције.

У сваком случају, код већине младих спортиста постепено се смањује вредност ВМІ-а, осим код неких који имају прекомерну телесну масу или гојазност. Такође, постоји корелација између вредности ВМІ-а и других варијабли, а нарочито фреквенције постуралних поремећаја.

3. ЦИЉ РАДА

У изради овог мастер рада постоје два главна циља, тј. утврђивање:

1. разлике у вредности ВМІ-а код ученика у односу на старосну категорију, пол и врсту спорта којом се баве испитаници
2. повезаности различитих вредности ВМІ-а и постуралне функције појединих испитаника у спортским активностима.

4. ОСНОВНА ХИПОТЕЗА

Главна хипотеза јесте да је учесталост постуралних поремећаја већа код младих спортиста с вишим вредностима ВМІ-а него код оних с нижим вредностима. Ово се вероватно дешава због веће количине масног ткива, повећања телесне масе, већег оптерећења кичменог стуба и смањења снаге мишића.

5. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Овај рад представља опсервациону студију пресека, јер је заснован на циљаном и систематском проучавању одређене групе испитаника, чији број износи 939. Главни део студије односи се на испитивање повезаности индекса телесне масе (BMI) и постуралних поремећаја.

5.1. Дизајн истраживања

Релевантни подаци прикупљани су током обавезних периодичних прегледаспортиста које обавља специјалиста спортске медицине. Притом су евидентирани сви неопходни демографски параметри: узраст ученика, пол, телесна маса и висина, затим спортови којима се баве (према одређеним категоријама), као и могући постурални поремећаји, укључујући и евентуалне деформитете.

У првом случају, евидентиране су групе ученика према узрасту и полу. Што се тиче телесног статуса, обрађана је пажња на степен ухрањености, на нормално стање појединих делова тела, али и на њихове евентуалне поремећаје, што се посебно односи на деформације кичменог стуба, које су најчешће у овим узрастима, као и на изглед и положај ногу, нарочито колена, али и на поремећаје стопала. Сви добијени подаци сврстани су у одговарајуће табеле, у којима су наведени у корелацији са разним варијаблама.

5.2. Карактеристике испитаника

У истраживање је укључено 939 испитаника, тј. дечака и девојчица узраста 7-15 година. Очигледно су у питању ученици основних школа и првог разреда средњих школа, дакле деца са израженим психомоторним развојем, а од старијих су ту и адолесценти код којих је започела фаза пубертета с најинтензивнијим растом и развојем. Највише је било деце узраста од 9 до 14 година, а мање ученика испод 9 година (<100) и оних од 15 година (<100). Што се тиче пола, нешто више је било девојчица (>500) него дечака (402). Према томе, демографски подаци углавном су утврђивани према узрасту ученика, односно према разредима основне школе и 1. разреду средње школе, као и према њиховом полу.

Испитаници су се бавили разним врстама спортских активности. Највише су били заступљени спортови лоптом, нарочито одбојка и кошарка, али и водени спортови,

посебно пливање и ватерполо. Најмање(<50) је било испитаника који су тренирали фудбал, тенис и атлетику, док су борилачке вештине биле осредње заступљене. Уз споменуте податке, утврђивани су и учесталост и трајање тренинга у наведеним спортовима.

5.3. Методологија мерења

Овде су у питању две категорије података: утврђивање индекса телесне масе (BMI) и дијагноза постуралних поремећаја.

У току периодичног прегледа младих спортиста, коришћена је од инструмената прецизна вага за мерење телесне масе (максимално одступање 100 g), док је висина одређивана справом за мерење висине испитаника (максимално одступање 1 mm), при чему су испитаници били само у доњем вешу. На основу ових параметара, код сваког детета одређиван је индекс телесне масе (BMI), који се добија када се вредност телесне масе у килограмима подели висином у метрима на квадрат, тј. kg/m^2 . Сем тога, за испитивање постуралног става коришћен је и метод соматоскопије, а за утврђивање стања стопала употребљен је подоскоп.

У другој области примењен је споменути метод соматоскопије за процену постуралног стања, као и утврђивање постуралних индикатора у трансверзалној, сагиталној и фронталној равни (Radisavljević, 2002; Walaszek i sar. 2018). Коришћени су и описи радиолога и специјалиста спортске медицине, односно извештаји о снимцима на рендген апарату (Ro), а ретко на скенеру (CT) или на апарату за магнетну резонанцу (MRI) код појединих испитаника. На основу свих ових испитивања установљена је прецизна дијагноза врсте деформитета, односно степен постуралног поремећаја.

5.4. Израчунавање и значај вредности BMI-а

Индекс масе тела или „body mass index“ (BMI) израчунава се, како је раније споменуто, дељењем масе тела у килограмима висином у квадратним метрима. Дакле, $\text{BMI} = \text{тежина у kg} / \text{висину у m}^2$) (Porth, 2005; Spiegler i sar. 2020). Пошто маса тела највише зависи од количине масног ткива, могу се израчунати, осим BMI-а, и индекс количине масти (FMI) и индекс слободних масти (FFMI) (Spiegler i sar. 2020).

Иначе, нормалне вредности BMI-а износе 18,5-25,0 (Porth, 2005), што је регистровано код 58,6% наших испитаника. Вредности испод 18,5 постоје код мршавих,

односно неухрањених особа, којих је у нашој групи било 13,0% (видети касније). Инциденца ових ниских вредности BMI-а врло је варијабилна, јер зависи од многих фактора, а нарочито од социјално-економског статуса породица деце, због чега се крећу од само 0,7% у појединим богатим државама до чак 66,0% у неким афричким земљама (Monyeki i sar. 2015). У појединим средње развијеним државама вредност износи 7,0% код дечака, а 11,6% код девојчица (Kantanistai Osiński, 2014). Овакво стање изазива успорен и поремећен развој деце, недовољан и неправилан раст и развој скелетног, зглобног и мишићног система, а представља и основ за каснију повећану стопу морбидитета и морталитета (Monyeki i sar. 2015).

Вредности BMI-а од 25,0 до 29,9 имају особе с прекомерном телесном масом или оне које су гојазне. Овде припадају наши преостали ученици (28,4%), што се готово поклапа с подацима у општој популацији Западних држава (око 30%) (Porth, 2005). С друге стране, слични су подаци и када су у питању младе особе. Тако, према једној америчкој студији (Ogden i sar. 2012), прекомерна телесна маса или гојазност деце и адолесцената од 2 до 19 година забележени су у 31,8% случајева, нарочито код оних женског пола. Проучавања у неким другим Западним државама показала су учесталост високе вредности BMI-а у распону од 17,0% до 24,6% (Fiori i sar. 2020; González-Gross i Meléndez, 2013), што је мање у односу на споменуту вредност (28,4%) код наших испитаника.

Иначе, гојазне особе класификоване су у три групе (Porth, 2005). У класи I су млади или одрасли са BMI вредношћу 30,0-34,9. Класа II обухвата особе са индексом 35,0-39,9. Најзад, групи III припадају особе чији је индекс преко 40, дакле оне са изразитом гојазношћу, која може достићи чак и 400 kg. Прекомерна телесна маса има велики медицински значај, јер се тешко смањује и, истовремено, предиспонира те особе за појаву озбиљних болести (дијабета, артеријске хипертензије, атеросклерозе итд.) (Porth, 2005). Код њих је и повећана смртност у случају опасних инфекција, нпр. вирусом Covid-a 19.

5.5. Статистичка анализа

С обзиром да подаци прикупљени током овог истраживања по карактеристикама припадају номиналној скали, представљени су као расподела фреквенција у зависности од категорије (узраст, врста спорта, телесне карактеристике, тј. BMI и постурални статус).

За тестирање постављених хипотеза коришћен је Хи-квадрат тест (испитивање повезаности између BMI-а и постуралних поремећаја, односно утврђивање повезаности поменутих варијабли у зависности од пола, старосне категорије и врсте спортске активности). Алфа ниво 0,05 био је постављен као граница статистичке значајности.

Иначе, све операцијесу изведене помоћу SPSS софтвера за статистичку анализу, верзије 20.0 (SPSS, Chicago, Illinois, U. S. A). Резултати испитивања затим су приказани табеларно, како у Word-у тако и у Excel-у.

6. РЕЗУЛТАТИ

Добијени резултати испитивања биће приказани систематски, односно према одговарајућим категоријама и врстама параметара.

6.1. Карактеристике испитаника

Од укупног броја ученика (939), било је мање дечака ($402 = 42.9\%$), а више девојчица ($537 = 57.1\%$) (Табела 1)..

Као што приказује Табела 1, најмање је било ученика 1, 2. и 8. разреда основне школе, тј. узраста од 7, 8 и 14 година (11.9% и 11.7%), као и оних из 1. разреда средње школе, односно узраста од 15 година (7.2%) у односу на укупан број ученика (402). Нешто више су били заступљени ученици 6. и 7. разреда, узраста 12 и 13 година (по 12.9%), као и 3. и 5. разреда (14.4% и 13.9%), а највише испитаници 4. разреда, тј. узраста од 10 година (укупно 14.9%) (Табела 1).

Од укупног броја ученица (537), слична је била ситуација с фреквенцијом по узрастима (Табела 1). Најмање је било оних из 1. и 2. разреда основне школе, тј. од 8 и 9 година (6.9%), као и из 1. разреда средње школе (6.0%), али је овде највећа фреквенција забележена у 6. разреду, тј. у узрасту од 12 година (17.5%). Ученице осталих узраста биле су заступљене у распону од 10.8% до 15.5% (Табела 1).

Из Табеле 1 је јасно да је најмањи број спортиста у 1. и 2. разреду, јер су та деца тек уписала основну школу, те имају мање времена и интересовања за спорт. Што се тиче изразито малог учешћа ученика 1. разреда средње школе, и овде је у питању адаптација на нову школску средину, али и интензивније учење, због чега неки испитаници напуштају спортске активности, а други се ређе пријављују појединим клубовима.

Код свих наведених ученика испитане су потом одређене варијабле. Прво, бављење одговарајућим спортовима, затим телесни статус, као и стање кичменог стуба (*columna vertebralis*), грудног коша (*thorax, thoracis*), колена (*genu, genus, genua*) и стопала (*pes, pedis, pedia*), и то како горњег дела (*dorsum pedis*) тако и табана (*planta pedis*), односно читавог стопала.

Табела 1. Расподела испитаника према полу и узрасту

Пол (м, ж)	Узраст	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
м	10	60	14,9	14,9
	11	56	13,9	28,9
	12	52	12,9	41,8
	13	52	12,9	54,7
	14	47	11,7	66,4
	15	29	7,2	73,6
	9	58	14,4	88,1
	<9	48	11,9	100,0
	Укупно	402	100,0	
ж	10	70	13,0	13,0
	11	79	14,7	27,7
	12	94	17,5	45,2
	13	83	15,5	60,7
	14	58	10,8	71,5
	15	32	6,0	77,5
	9	84	15,6	93,0
	<9	37	6,9	100,0
	Укупно	537	100,0	

6.2. Спортске активности

Од спортова лоптом, најмање је било заинтересованих за фудбал (3,1%), а највише за кошарку (21,5%) и, поготово, за одбојку (47,6%). Било је и интересовања за пливање код оба пола, као и за ватерполо код неких дечака (укупно 13,0%), а нешто мање за борилачке вештине. Најмању популарност имали су атлетика (1,5%) и „елитни“ спортови, нарочито тенис (1,2%). Сви остали спортови били су заступљени са укупно 4,7% (Табела2).

Табела2. Расподела испитаника према спортовима/спортским гранама

Врсте спортова	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
Атлетика	14	1,5	1,5
Борилачки	51	5,4	6,9
Фудбал	29	3,1	10,0
Остало	44	4,7	14,7
Кошарка	202	21,5	36,2
Одбојка	447	47,6	83,8
Пливање и ватерполо	122	13,0	96,8
Тенис	30	3,2	100,0
Укупно	939	100,0	

Што се тиче фудбала, није чудна његова најмања заступљеност. С једне стране, ниједна девојчица није се бавила овим спортом. Дечаци, пак, у слободно време често рекреативно играју фудбал, тако да немају много интересовања за тренирање у оквиру одговарајућих клубова.

С друге стране, од спортова лоптом највише је било ученика и ученица који су тренирали одбојку и кошарку, и то бар из три разлога. Прво, због великих међународних успеха наших такмичара у овим спортовима. Друго, због израженије висине многих ученика која је данас чешћа него раније, што је један од предуслова за бављење овим спортовима. Најзад, одбојка се често препоручује у случају постуралних поремећаја кичме.

Борилачки спортови постају све популарији. Један од разлога је могућност ефикасне самоодбране у свакодневном животу. Други разлог јесу електронски медији, нарочито приказивање филмова из холивудске продукције, у којима се најчешће величају сирова снага и борилачка вештина, уз занемаривање интелектуалних способности појединаца.

Пливање је популарно, јер се сматра за један од најздравијих спортова, те је доста честа његова заступљеност међу испитаницима. Међутим, ватерполо није интересантан за ученице, већ само за мањи број ученика.

У вези атлетике, она је код нас најмање популарисана, тако да врло мали број ученика тренира неку од атлетских дисциплина. Најзад, тренирање тениса најчешће се обавља у приватним клубовима по високој цени, што већина ученика не може себи да приушти.

6.3. Ухрањеност и индекс телесне масе (BMI)

Како је већ споменуто, код свих ученика испитан је телесни статус, нарочито маса тела и висина, на основу којих се израчунава индекс телесне масе (BMI). Захваљујући томе, установљено је да је нормалан индекс (18,5-25,0), одн. адекватна телесна маса, постојао код већине испитаника, тј. код 58,6% (Табела 3).

Табела 3. Фреквенција телесног статуса

Телесни статус	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
Адекватна телесна маса	550	58,6	58,6
Прекомерна телесна маса или гојазност	267	28,4	87,0
Недовољна телесна маса	122	13,0	100,0
Укупно	939	100,0	

Најмање је било ученика с малим индексом ($<18,5$), тј. неухрањених (13,0%). За неке од тих испитаника није јасно да ли су били су мршави због социјално-економских

разлога, али је већина имала нижу вредност BMI-а због убрзаног раста који је био у диспропорцији с повећањем мишићне масе, а тиме и укупне телесне масе.

Преостали испитаници (28,4%) показивали су повишен индекс телесне масе (>25), односно имали су већу телесну масу од нормалне, а неки су били и гојазни. Овај податак ће бити разматран у оквиру посебног одељка у дискусији.

Табела 4. Приказ телесног статуса према узрасту испитаника

Телесни статус	Узраст	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
Адекватна тел. маса	10	68	12.4	12.4
	11	66	12.0	24.4
	12	89	16.2	40.5
	13	87	15.8	56.4
	14	70	12.7	69.1
	15	44	8.0	77.1
	9	75	13.6	90.7
	<9	51	9.3	100.0
	Укупно	550	100.0	
Прекомерна тел. маса и гојазни	10	48	18.0	18.0
	11	45	16.8	34.8
	12	44	16.5	51.3
	13	33	12.4	63.7
	14	20	7.5	71.2
	15	7	2.6	73.8
	9	46	17.2	91.0
	<9	24	10.0	100.0
	Укупно	267	100.0	
Недовољна тел. маса	10	14	11.5	11.5
	11	24	19.7	31.1
	12	13	10.7	41.8
	13	15	12.3	54.1
	14	15	12.3	66.4
	15	10	8.2	74.6
	9	21	17.2	91.8
	<9	10	8.2	100.0
	Укупно	122	100.0	

Ако се телесни статус упореди са узрастом (Табела 4), запажа се да је највећи број од 939 испитаника имао адекватну телесну масу, односно нормалан ВМІ (58,6%). Оптималан индекс највише је био изражен у 12. и 13. години (Табела 4).

Прекомерна телесна маса и гојазност запажају се у 28,5% испитаника, што је висока фреквенција. Највише су изражени код деце 3. разреда, тј. у узрасту од 9 година (46%), као и код ученика 5-7. разреда, дакле у узрасту 10-12 година (44%-48%). Висока вредност ВМІ-а далеко је ређа код ученика 1. разреда средњих школа, тј. у 15. години (7%). Иначе, прекомерна телесна маса је чест поремећај у савременом свету због прекомерне или неправилне исхране, како је раније споменуто.

Код преосталих 13% ученика региструје се недовољна телесна маса, односно ниже вредности ВМІ-а (Табела 4). Појава је највише изражена у 6. разреду (24%), дакле у предпубертету (у 11. години), када започиње интензиван раст. Најређа је мала вредност ВМІ-а у 1. и 2. разреду основне школе (10%), као и у 1. разреду средње школе (такође 10%).

6.4. Постурални поремећаји

Поједини испитаници у нашој групи имали су постуралне поремећаје због функционалних или, ређе, структурних деформитета појединих делова тела, нарочито оних који су одговорни за нормалан усправан став тела. Овде је примаран поремећај кичменог стуба (који је повезан са сакрумом помоћу лумбосакралног споја, с карлицом и зглобом кука), као и промене у зглобу колена, скочном зглобу и у стопалу.

6.4.1. Деформитети кичме

Код деце и адолесцената највећа је учесталост деформитета кичме због периода наглог раста и развоја. Половина испитаника није имала поремећаје кичменог стуба, тј. 50,3% (Табела 5). Најређе су постојале сколиоза (1,1%) и лумбална хиперлордоза (са истом фреквенцијом). Међутим, сколиотични став је запажен код 27,5%, кифосколиотично држање код 12,7%, док је кифотични став регистрован код 7,5%. Према томе, сколиотично држање било је више заступљено од других деформитета кичме.

У корелацији деформитета и телесног статуса (Табела 6), код ученика с нормалном телесном масом (ВМІ=18,5-25,0) запажена је лумбална хиперлордоза само у 0,7%,

сколиоза (*scoliosis*) у 1,8%, кифотични став (*hyperkyphosis*) у 6,9%, кифосколиотично држање у 13,3%, а сколиотични став у 30,2% (Табела 6).

Табела 5. Расподела фреквенција постуралног статуса кичменог стуба у зависности од телесне масе

Стање кичме	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
Хиперлордоза	10	1,1	1,1
Нормално	472	50,3	51,3
Сколиоза	10	1,1	52,4
Кифосколиотично држање	119	12,7	65,1
Кифотично држање	70	7,5	72,5
Сколиотични став	258	27,5	100,0
Укупно	939	100,0	

Табела 6. Табела контингенције статуса кичменог стуба у зависности од телесног статуса

Телесни статус		Bonus ordinis	Сколиоза	Кифо-сколиотични став	Кифотични став	Сколиотични став	Хиперлордоза
Адекватнател. маса	Случајева	259	10,0	73,0	38,0	166,0	4,0
	% случајева	47.1	1.8	13,3	6,9	30,2	0,7
Прекомернател. маса и гојазност	Случајева	167	0	18,0	17,0	59,0	6,0
	% случајева	62.5	0	6,7	6,4	22,1	2,2
Недовољнател. маса	Случајева	46	0	28,0	15,0	33,0	0,0
	% случајева	37.7	0	22,9	12,3	27,5	0,0
Укупно	Случајева	472	10.0	11,9	70,0	25,8	10,0
	% случајева	50.3	1.1	12,7	7,5	27,5	1,1

У групи с повећаним индексом телесне масе ($BMI > 25$), хиперлордоза је била вишеструко учесталија него у претходној групи (2,2%), док сколиоза није запажена, а сколиотични став је био ређи него код претходних испитаника (22,1%). Кифотични став је био сличан (6,4%), а кифосколиотични став био је двоструко ређи (6,7%) (Табела 6).

Најзад, код ученика с недовољном телесном масом, односно с ниским индексом ($BMI < 18,5$), кифотично држање је запажено готово два пута чешће него у претходним групама (12,3%), а слично је било и сасколиотичним (27,5%) и кифосколиотичним ставом (22,9%).

У прилог повезаности између постуралних поремећаја и индекса масе тела говори и вредност хи-квадрат теста, тј. испитивање повезаности између BMI -а и постуралних поремећаја, односно утврђивање повезаности поменутих варијабли у зависности од пола, старосне категорије и врсте спортске активности, при чему је постојала висока статистичка значајност ($X^2 = 51,909$; $p < 0,001$).

6.4.2. Деформитети колена

У принципу, најчешћи поремећаји у зглобу колена (*geni*, *genus*, множ. *genia*) обухватају *genia valga* и *genia vara*, што се запажа и код наших испитаника (Табела 7).

Tabela 7. Расподела фреквенција постуралног статуса колена у зависности од телесне масе

Телесни статус	Статус колена	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
Адекватна телесна маса	Bonus ord.	540	98,2	98,2
	Genuavalga	2	0,4	98,5
	Genua vara	8	1,5	100,0
	Укупно	550	100,0	
Прекомерна телесна маса или гојазност	Bonus ord.	264	98,9	98,9
	Genuavalga	3	1,1	100,0
	Genua vara	0	0,0	100,0
	Укупно	267	100,0	
Недовољна телесна маса	Bonus ord.	118	96,7	96,7
	Genuavalga	0	0,0	96,7
	Genua vara	4	3,3	100,0
	Укупно	122	100,0	

Код ученика с нормалном телесном масом, односно уобичајеним вредностима BMI-а, *genua valga* постојала су само у 0,4%, а *genua varay* 1,5% (Табела 7). Интересантно је да су у групи с високом вредношћу BMI-а (преко 25) *genua valga* регистрована готово три пута чешће (1,1%) него у претходној групи, док *genua varay* опште нису постојала (Табела 7). У сваком случају, *genua valga* била су најучесталија код дебелих ученика, највероватније услед већег гравитационог дејства на зглоб колена због прекомерне телесне масе. У претходном поглављу већ је дискутована повезаност између високих вредности BMI-а и хиперлордозе.

Што се тиче испитаника с нижом телесном масом (BMI<18,5), ситуација је обратна. Наиме, нису запажена *genua valga*, док су *genua vara* регистрована тачно три пута чешће него у претходној групи, тј. у 3,3%. Ово се једино може објаснити брзим растом скелетног система, без пропорционалног развоја мишићног система, што условљава нестабилност зглоба колена који обострано трпи притисак највећег дела тела.

6.4.3. Деформитети стопала

Од деформитета стопала (*pes*, *pedis*, множ.*pedia*) код учесника овог истраживања постојали су, најпре, равни табани, односно равно стопало (*pes planum*), као 3. стадијум спушености сводова. Истовремено, стопало може бити усмерено латерално (*pes valgum*), што представља 2. стадијум спушености. Уколико је *pes valgum* изолован, у питању је 1. стадијум спушености сводова (Табела 8). Најзад, стопало може бити оријентисано и медијално (*pes varum*), али овај поремећај нисмо запазили. Наведене промене стопала уобичајене су код мале деце, као што је описано у поглављу о теоријском оквиру рада.

Код испитаника са адекватном телесном масом, равни табани увек су били обострани, али свега у 3,1% случајева. *Pes valgum* је био унилатералан само у 0,4%, а билатералан у чак 33,8%. Комбинација *pes planum*-а и *pes valgum*-а постојала је једнострано у 0,4%, а обострано у 21,0%. Најзад, *hallux valgus* био је присутан само у 0,7% испитаника.

Код особа с повећаним ВМИ-ом, *pes planum* постојао је билатерално код 3,0% ученика. У комбинацији с *pes valgum*-ом запажен је само обострано, и то у 14,7% (Табела 8). С друге стране, само *pes valgum* био је присутан једнострано у 1,1%, а обострано чак у 47,9%. Иначе, *hallux valgus* није регистрован ни код једног ученика.

У групи испитаника с недовољном телесном масом, равни табани постојали су само у 0,8%, и то искључиво обострано (Табела 8). И *pes valgum* је запажен само билатерално, али у много већем проценту (32,8%). Иста је ситуација и с комбинацијом равних стопала и *pes valgum*-а, тј. обострано постојање, али код мањег процента ученика (14,7%). Ни у овој групи није регистрован *hallux valgus* (Табела 8).

Tabela 8. Расподела фреквенција постуралног статуса стопала у зависности од телесне масе

Телесна маса	Статус стопала	Фреквенција	Проценти	Кумулативни проценти
Адекватна телесна маса	Halluxvalgus	4	0,7	0,7
	Pesplanum i valgum bilat.	116	21,0	21,8
	Pes planum i valgum unilat.	2	0,4	22,2
	Pesplanum bilat.	17	3,1	25,3
	Pes valgum bilat.	186	33,8	59,1
	Pesvalgumunil.	2	0,4	59,4
	Bonus ordinis	223	40,5	100,0
	Укупно	550	100,0	
Прекомерна тел. маса или гојазност	Halluxvalgus	0	0,0	0,0
	Pes planum i valgum bilat.	41	14,7	15,4
	Pesplanum i valgum unil.	0	0,0	15,4
	Pesplanum bilat.	8	3,0	18,3
	Pesvalgum bilat.	128	47,9	66,3
	Pes valgum unil.	3	1,1	67,4
	Bonus ord.	87	32,6	100,0
	Укупно	67	100,0	
Недовољнатељ. маса	Halluxvalgus	0	0,0	0,0
	Pesplanum i valgum bilat.	18	14,7	14,7
	Pes planum i valgum unilat.	0	0,0	14,7
	Pesplanum bilat.	1	0,8	15,6
	Pes valgum bilat.	40	32,8	48,4
	Pes valgum unil.	0	0,0	48,4
	Bonus ordin.	63	51,6	100,0
	Укупно	122	100,0	

Поређењем добијених резултата, јасно је, прво, да је *pes planum* био најизраженији код ученика с нормалним телесним статусом и код оних с повишеним BMI-ом, али у малом проценту (око 3%). С друге стране, *pes valgum* код особа с нормалном телесном масом регистрован је код 33,8%, а у оних с већом или мањом вредношћу BMI-а у готово једној половини испитаника (око 49%). Међутим, комбинација ова два деформитета била је чешћа код особа с нормалном телесном масом него код ученика с повећаном или смањеном вредношћу BMI-а.

7. ДИСКУСИЈА

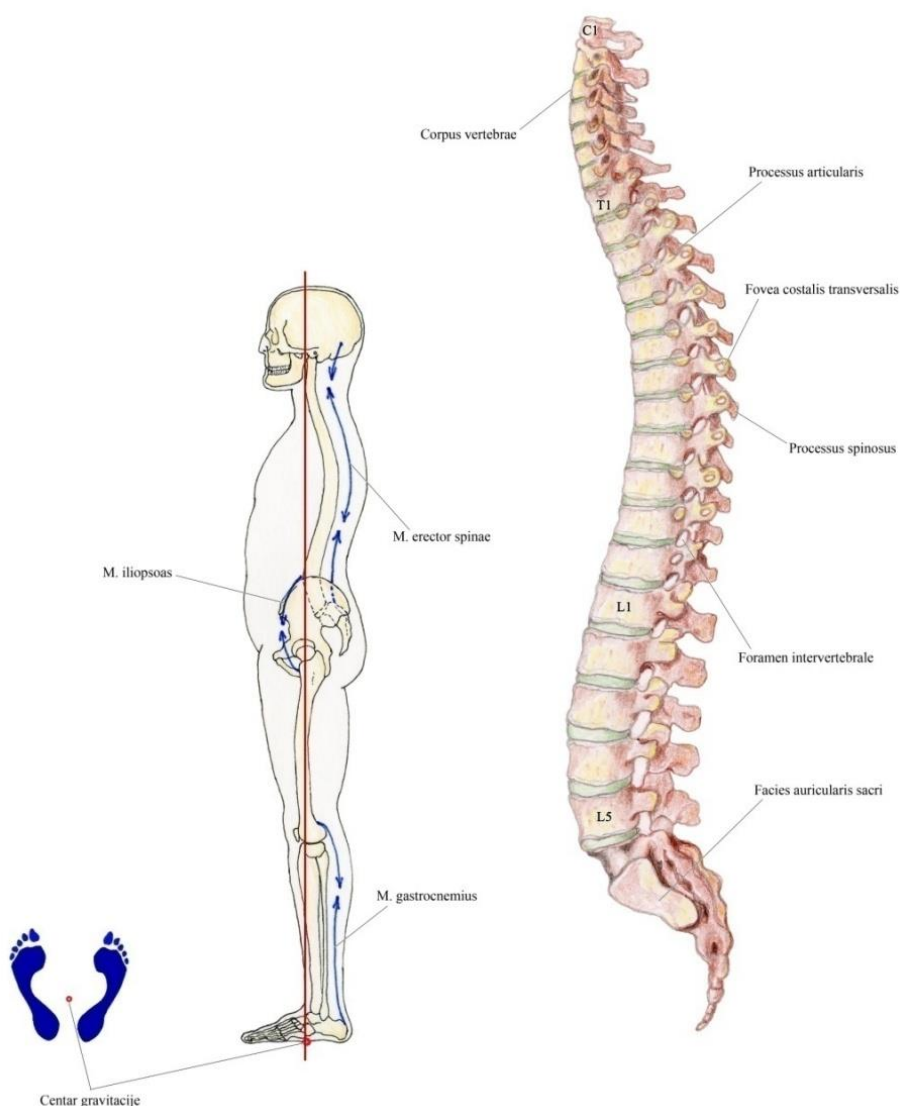
Наша испитивања, као што је већ споменуто, обављена су на репрезентативном узорку од 939 ученика основних школа и првог разреда средње школе, дакле деце и тинејџера узраста од 7 до 15 година. Основни налаз овог истраживања јесте постојање корелације између високе вредности BMI-а и фреквенције постуралних поремећаја.

У већини претходних истраживања испитање је спроведено на мањем броју испитаника, акод других коришћене су нешто веће групе ученика различитог узраста: предшколског (4-6 година) (Leppänen i sar. 2016), предшколског и школског (3-14) (Spiegler i sar. 2020), нижег школског (6-11) (Fiori i sar. 2019), нижег и средњег школског (10-12 и 10-17) (Lopes i sar. 2019; Yi i sar. 2019) и само средњег школског (14-16и 15-18) (Kantanista and Osiński, 2014), али и деце и младих особа свих узраста, тј. од 1. месеца након рођења па све до 20. године (Monyeki i sar. 2015)

Проучавања су врше на на разним узрастима зато што деца и адолесценти имају тако интензиван раст и развој, нарочито у појединим периодима, да често настају функционални поремећаји скелетног, зглобног и мишићног система, уз истовремено дејство одговарајућих, претежно, егзогених фактора. Ово често има реперкусије на постуралне функције, па и на рад унутрашњих органа, нарочито респираторног и кардиоваскуларног система (Blom i sar. 2016; Bogdanović i sar. 2015). За разумевање ових појава неопходно је познавање фактора и начина за одржавања нормалног става тела.

7.1. Нормалан став тела

Централну осу усправног става представља кичмени стуб (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015; Marinković i sar. 2020). Његови пршљенови (*vertebrae*), нарочито њихова тела, обликовани су на тај начин да у сваком суседном подручју формирају супротну кривину (слика 11).



Слика 11. Нормалан усправан став с линијом гравитације (црвено) и положајем центра гравитације, као и кичмени стуб посматран с леве стране. (Дозволом С. Маринковића)

Тако, разним методима установљено је да у вратном делу кичме постоји физиолошка цервикална лордоза, нормаланог угла $20-40^{\circ}$ (мада је чешћа ова већа вредност), у грудном торакална кифоза (угао $20-50^{\circ}$), у слабинском лумбална лордоза ($30-50^{\circ}$), док лумбосакрални угао има веће вредности ($31-79^{\circ}$), с конвекситетом сакрума који је оријентисан назад (слика 11) (Blom i sar. 2018).

Међутим, радиолошким испитивањима (Porto i Okazaki, 2018) добијени су мало другачије и прецизније просечне вредности углова: за торакалну кифозу (T1-T12) $48,33^{\circ}$, за лумбалну лордозу (L1-L5) $44,07^{\circ}$ и за лумбосакрални предео (L1-S1) $58,01^{\circ}$. Пошто се деформитети кичме одражавају и на положај, односно ротацију карлице, мерени су и

одговарајући нормални пелвични углови. Један од њих је угао нагиба (инклинације), чија се вредност креће од 5° до 30° , а просечно износи 12° (Roussouli i Nikadi, 2010).

У сваком случају, кривине су неопходне због веће флексибилности кичме, веће амплитуде њених покрета и оптималног супротстављања непрекидном дејству силе гравитације (слика 11). Преко кичменог стуба, утицај гравитације се преноси на карлицу и ноге, због чега су и ови делови неопходни у уобичајеним постуралним функцијама.

При усправном ставу тела, линија гравитације (Blom i sar., 2016), или линија тежишта (Bogdanović i sar. 2015), пролази кроз спољни ушни канал, кроз средину зглоба рамена, непосредно испред 2. торакалног пршљена и 12. грудног пршљена, као и кроз зглоб лакта и предњу трећину зглоба кука и колена, а завршава се између стопала, и то на 3-4 cm испред скочног зглоба (слика 11, у средини и лево). Притом, карлица заклапа са хоризонталном равни угао чија је вредност, према неким подацима, око 60° (Bogdanović i sar. 2015). Истовремено, зглоб кука је у неутралном положају, зглоб колена је фиксиран у екстензији, док је у скочном зглобу угао између стопала и потколенице од 90° . Најзад, читаво тело потпуно се ослања на табане и десног и левог стопала (слика 11, лево).

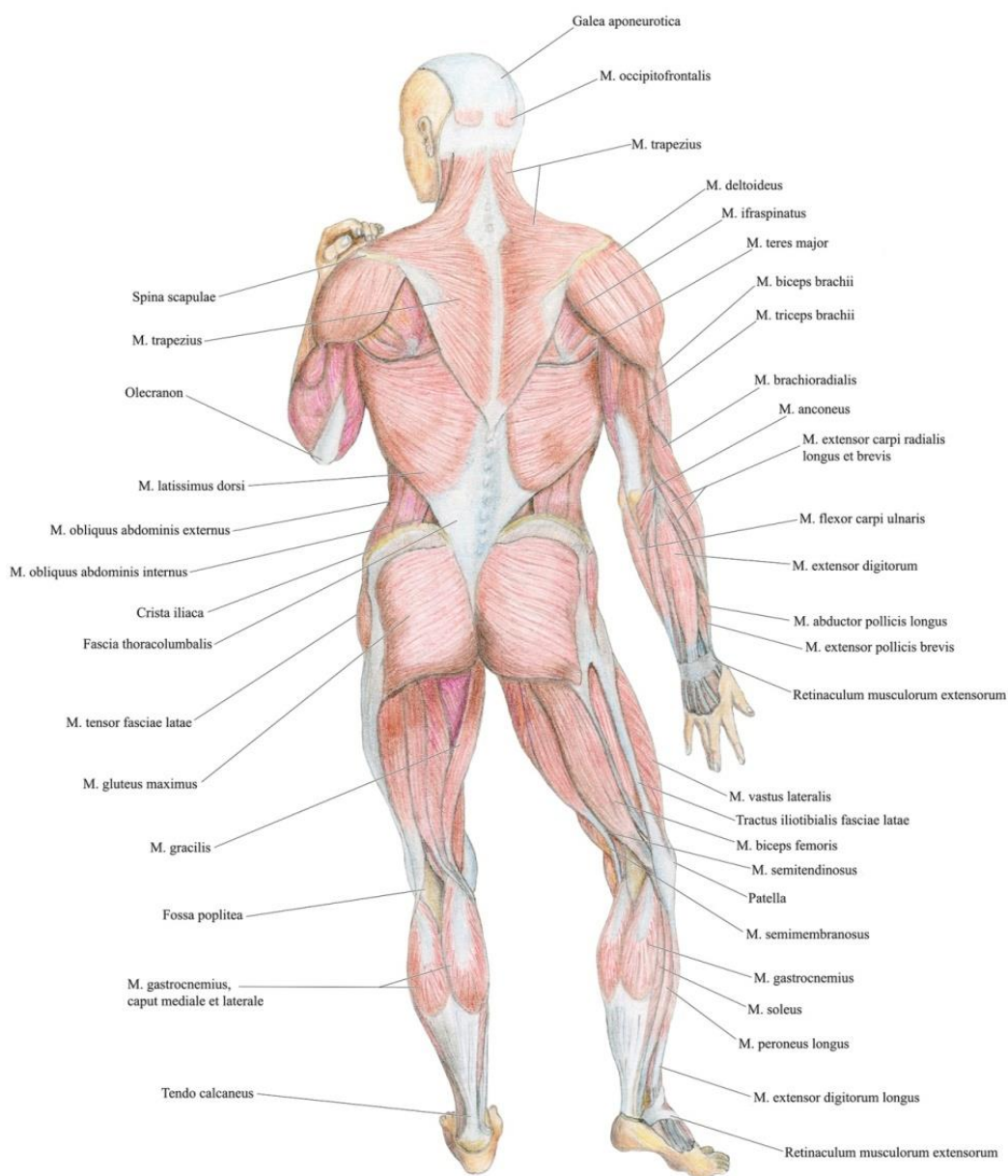
За ортопеде, који врше корективне операције код пацијената с већим деформитетима кичме, користе се и фронтални и сагитални параметри, који искључују доње екстремитете (Gardner i sar. 2021). Први је фронтални нагиб („coronal offset“), тј. растојање у фронталној равни између вертикалне линије повучене од тела 7. вратног пршљена (C7) и вертикалне линије кроз центар сакрума. Сагитални нагиб („sagittal offset“) представља хоризонтално растојање између тела C7 и најпостериорнијег угла базе сакрума. Кичма у овим ставовима је оптимална и с биомеханичког и са енергетског аспекта (Gardner i sar. 2021).

Како би се што прецизније одредио нормалан усправан став, мерени су одређени углови у сагиталној равни (слика 11) (Bloom i sar. 2018). Прво, угао који одређује оријентацију главе према хоризонталној равни, који је постављен између линије која повезује C7 и *tragus* ушне шкољке, као и хоризонталне линије, а чија је средња вредност $51,42^{\circ}$ при усправном ставу, тако да се брада и обрве налазе у вертикалној равни (Roussouly i Ninadi, 2010).

Друго, угао између линије кроз *spina-u iliaca-u anterior superior* и *spina-u iliaca-u posterior superior* и хоризонталне линије, који просечно износи $-12,26^{\circ}$, а који се односи на инклинацију карлице. Треће, угао кука, тј. онај између линије која пролази кроз *spina-u iliaca-u anterior superior* и *trochanter major*, као и линије од *trochanter-a major*-адо зглоба колена, чија је просечна вредност $-6,40^{\circ}$. Најзад, мери се и угао између линије

која повезује *acromion* и *malleolus lateralis* и вертикалне линије (просечно $1,73^0$), који означава постеро-антериорну инклинацију тела.

Да би се одржао овакав усправан став, неопходан је аутоматски синхронизовани еквистријум између вредности тонуса и контракције мишића агониста и антагониста који су одговорни за вертикалан положај делова скелета и читавог тела (слика12). То се



Слика 12. Мускулатура тела, посматрана са задње стране, која је одговорна за одржавање нормалног усправног става. (Дозволом С. Маринковића)

нарочито односи на екстензоре кичме, посебно на *m. erector spinae*, затим на *m. rectus abdominis* и бочне мишиће трбуха, као и на флексоре кука, тј. на *m. iliopsoas* и *m. rectus femoris*, на екстензоре кука (*m. gluteus maximus* и три мишића задње ложе натколенице),

екстензоре колена (*m. quadriceps femoris*) и плантарне флексоре, нарочито на *m. gastrocnemius* потколенице (слике 11 и 12) (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015).

Већина ових мишића код деце и тинејџера не прати сразмерно брзи развој скелетног система. Због недовољне развијености и краће дужине појединих мишића, ствара се предиспозиција за постуралне поремећаје (Blom i sar. 2018).

Наравно, за нормалан став је неопходан и анатомски и функционални интегритет зглобова који повезују наведене остеолошке елементе, а нарочито углова између зглобљених костију, поготово развијеност и дужина одговарајућих лигамената и зглобних чаура (Blom i sar. 2016; Karandji, 1982). Иначе, испитивања код здравих младих одраслих особа показала су да имају нормалан усправан став, уз благу маргиналну сколиотичну девијацију (Kinel i sar. 2018). Такође је установљено постојање благе асиметрије постуралног скелетног система, тј. кичменог стуба, карлице и ногу. Тако је, на пример, запажена неједнакост у дужини десне и леве ноге, с просечном разликом од 9,37 mm (Kinel i sar. 2018). Претпостављамо да ова асиметрија зависи, између осталог, и од доминације десне или леве руке разних особа.

Осим усправног става, у свакодневном животу користе се и седећи и лежећи став, као и многе врсте држања тела при обављању разних моторичких радњи, укључујући и спортске активности. Јасно је да су за ове постуралне функције одговорни и други мишићи осим горе наведене мускулатуре (Blom i sar. 2016).

7.2. Поремећаји постуралних функција

Како је раније споменуто, најчешћи су деформитети кичменог стуба, а ређи су поремећаји доњих екстремитета (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015).

7.2.1. Деформитети кичме

Најучесталијим деформитетима кичме припадају торакална хиперкифоза, сколиоза, кифосколиоза и лумбална хиперлордоза (Blom i sar. 2018).

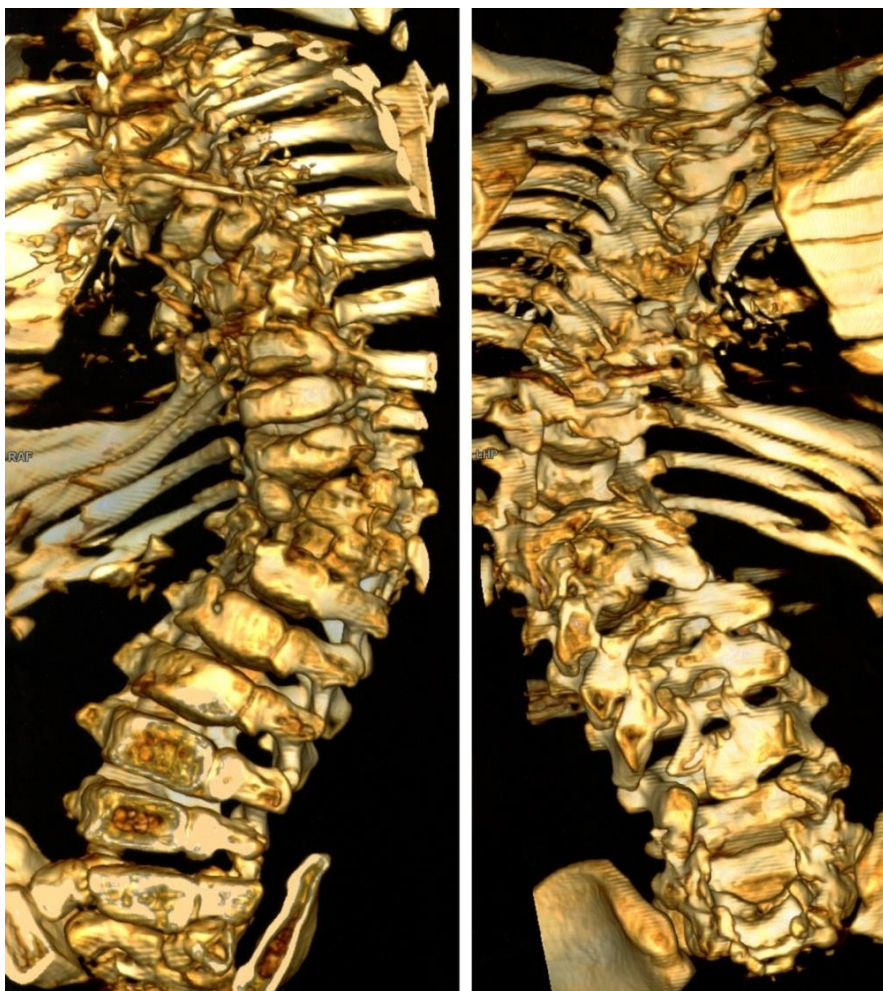
Постурална торакална хиперкифоза (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015; Roussouly i Ninadi, 2010) представља јаче изражену кривину торакалног сегмента кичме. Код испитаника у овом раду она је регистрована код 7,5% (Табла 5), али њена фреквенција зависи од вредности BMI-а (Табела 6). Кифотични став најчешће је присутан код особа с нижим вредностима BMI-а, а готово двоструко је ређи код

испитаника с нормалним или вишим вредностима.

Сколиоза је ретка код све три групе испитаника, али је сколиотични став много чешћи, нарочито код особа с недовољном или нормалном телесном масом (27,5% и 30,2%) (Табела 6). Кифосколиотични став је двоструко већи код испитаника с недовољном телесном масом (22,9%) у односу на нормалну, а око 7 пута је већи него код особа с високом вредношћу ВМІ-а (6,7%).

Повремено се код деце региструју тешки облици конгениталне кифосколиозе, односно разних видова дизостоза (слика 13). Овакви деформитети узрокују изразиту инвалидност деце, а лече се искључиво хируршким интервенцијама (Milić i sar. 2019).

Најзад, лумбална хиперлордоза била је ретка код наших испитаника. Постојала је у свега 1,1% случајева (Табела 5). Цервикална хиперлордоза није запажена.



Слика 13. Конгенитална кифосколиоза код једног облика дизостозе. Поглед с предње стране (лево) и са задње стране (десно) на кичмени стуб и ребра девојчице од 4 године. Снимак компјутеризоване томографије (СТ) у 3D реконструкцији. (Дозв. др Милића)

7.2.2. Постурални поремећаји ногу

Најчешћи су поремећаји зглоба колена и стопала (Blom i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015; Patel i Nelson, 2021; Soheilipour i sar. 2020).

У првом случају, *genua valga* регистрована су код адолесцената и старијих особа до вредности од 8,5% (Soheilipour i sar. 2020). Међутим, у нашој групи генуа валга постојала су само у 0,4% ученика с нормалном телесном масом (Табела 7). Они с већом вредношћу BMI-а манифестовали су генуа валга у 1,1%. Ипак, ова вредност је три пута већа него код испитаника са уобичајеном телесном масом (Табела 7). С друге стране, *genua vara* нису постојала код оних с прекомерном телесном масом, а била су најчешћа код младих спортиста с мањом масом (3,3%).

Код стопала су раније споменута три типа деформација (Табела 8), од којих је *pes valgum* био најчешћи код испитаника с прекомерном телесном масом (47,9%), *pes valgum* и *pes planum* заједно најучесталији су код оних с нормалном вредношћу BMI-а, док је фреквенција *pes planum*-а била готово једнака код испитаника с нормалном и прекомерном масом. Најзад, *hallux valgus* је постојао само код оних с нормалном масом, али у свега 0,7% случајева. У сваком случају, гојазност деце и адолесцената директно утичу на развој пес валгума због повећаног оптерећења стопала масом тела, одн. силом гравитације (Bloom i sar. 2018).

7.3. Индекс масе тела (BMI)

BMI је кључна тема овог рада, нарочито његов однос са ставом тела, постуралним поремећајима и спортским активностима.

7.3.1. Високе вредности телесне масе

Уношење веће количине хране, било због културолошких и породичних навика, или психолошких фактора, затим појава одређених генских мутација или одговарајућих ендокринолошких поремећаја и још неких обољења, изазивају повећање телесне масе уз повишену вредност BMI-а (Porth, 2005). Ово је нарочито изражено у случају смањене потрошње енергије услед слабије физичке активности (Soheilipour i sar. 2020).

Због ових узрока, али и неких још увек непознатих фактора, почиње накупљање веће количине масног ткива, чија дистрибуција претежно зависи од пола особе. Код мушкараца се масно ткиво највише депонује у поткожни слој трбушног зида (слика 14),

трбушну марамицу (*peritoneum*) и унутрашње органе (Porth, 2005). Код особа женског пола најизраженије је депоновање у поткожни слој, нарочито у пределу кукова, глутеуса и натколенице. Код оба пола је повећана количина масних супстанци и у мишићима, али и у одговарајућим унутрашњим органима.



Слика 14. Фигурина Буда с повећаном телесном масом, претежно због депоновања масног ткива у пределу абдомена. (Снимак С. Маринковића)

Количина масног ткива најлакше се установљава мерењем кожных набора и обима појединих делова тела и израчунавањем одговарајућих индекса масти, тј. FMI и FFMI, што је раније споменуто. Иначе, пожељна количина телесних масти за мушкарце је 12-20%, а за особе женског пола је 20-30% од укупне телесне масе (Porth, 2005).

7.4. Повезаност индекса телесне масе и физичке активности

Познато је већ деценијама да физичка активност сваке особе, укључујући и децу и тинејџере, има позитиван утицај на психофизички статус и, код младих, на њихов оптималан раст и развој (Adank i sar. 2018; Bogdanović i sar. 2015; Nelson i sar. 2011). Због тога је Светска здравствена организација препоручила за децу и адолесценте интензивну дневну физичку активност у трајању од 60 минута, што се управо дешава у оквиру тренинга код ученика који се баве спортом (González-Grossi Meléndez, 2013). Захваљујући томе, постепено се повећава мишићна снага, издржљивост и експлозивна снага (Lopes i sar. 2019). Нажалост, већина деце у свету има слабу физичку активност, нпр. у Великој Британији, где готово 80% младих нема овакву активност, осим на часовима физичког васпитања у школи (Wilkie i sar. 2018).

Нека деца и тинејџери имају повећану вредност BMI-а, највише због веће количине масног ткива, којесе налази и у мишићима, а не само у поткожном ткиву и неким органима, што смањује снагу и изотоничне и изометријске контракције мускулатуре. Такође, већа телесна маса изазива и већи физички напор праћен смањеном брзином покрета, мада је код ових младих добро развијена мускулатура горњег дела тела, за разлику од доњег дела (Fiori i sar. 2020).

Према томе, деца, адолесценти и одрасли с вишим вредностима BMI-а (слика 15) лошије изводе физичке вежбе од својих вршњака с нормалним вредностима индекса. С друге стране, ако се упореде млади с прекомерном масом и они који су гојазни, они у првој групи способнији су за извођење физичких вежби од ових у другој групи (Fiori i sar. 2020).



Слика 15. Спорт и високе вредности индекса телесне масе
(<https://www.essrahospital.com/en/singl-blog/18/Obesitz-and-sport>)

Ипак, уколико се код деце систематски не појача физичка активност у току њиховог развоја, обично ће се повећати вредност BMI-а у пубертету, тј. прекомерна телесна маса или гојазност појединих ученика (Glinkowska i Glinkowski, 2018). Срећом, неки стручњаци осмислили су специјалне вежбе које значајно побољшавају моторичке вештине гојазних особа (Нап i sar. 2018), што би требало препоручити и нашим наставницима физичког васпитања и тренерима. Ипак, најважнија је систематска физичка активност ових особа, поготово у доба детињства и пубертета (Glikowska i Glikowski 2018).

Иначе, и ниске вредности BMI-а утичу на физичку активност деце и младих. Наиме, и они лошије изводе неке физичке вежбе него деца с нормалном телесном масом, што је углавном последица слабије развијене мускулатуре због лошије исхране или због наглог телесног развоја (Kantanista i Osiniński, 2014; Lopes i sar. 2019; Yi et al. 2019). Код њих је обично слабије развијена мускулатура горњег дела тела.

Најзад, нису само вредности BMI-а од значаја за квалитет физичке активности младих. На то утичу и други фактори, на пример пол, јер су мушкарци у просеку активнији од девојчица и девојака. Друго, од значаја је и лични темперамент који је, као црта карактера, генетски одређен код појединих младих особа (Hu i sar. 2021). Треће, породични статус је такође важан јер су, рецимо, деца разведених родитеља активнија. Четврто, и околина је од значаја, у смислу безбедности, дужине времена проведеног напољу, и активног дружења са другом децом, нарочито ако су различитог узраста итд. Најзад, важни су и интерперсонални односи, што се, између осталог, односи на подршку у бављењу физичком активношћу коју деца могу имати од својих родитеља, пријатеља, наставника и тренера.

7.5. Повезаност индекса телесне масе и постуралних функција

Високе вредности BMI-а, а понекад и ниске вредности, директно утичу на постуралне функције деце и младих. Тако је установљено да повећане вредности BMI-а изазивају промене става тела, и то избацивање главе, торакалну хиперкифозу, промене положаја рамена и лопатица, лумбалну хиперлордозу и валгус ногу (Molina-Garcia i sar. 2020), као што смо и ми запазили. У сваком случају, појава деформитета једног дела тела, нпр, кичме, очигледно се одражава на став читавог тела, те чак и на положај главе, карактеристике зуба и виличног зглоба.

Високе вредности BMI-а, тј. прекомерна телесна маса или гојазност, врши много веће оптерећење на скелетни, зглобни и мишићни систем, нарочито на кичмени стуб и доње екстремитете. Због тога се могу појавити деформитети и поремећај нормалних постуралних функција разних делова тела (Bogdanović i sar. 2015). Установљено је, на пример, да је код оваквих младих особа веће оптерећење зглоба колена, што може изазвати генуа валга (Jankowicz-Szymanski i Mikolajczyk, 2016), што смо и ми запазили.

Притисак је велики и на табане стопала, и то на већој површини, као и његово дејство на другачије делове табана него код оних са уобичајеним вредностима BMI-а (Blom i sar. 2018). С друге стране, неки аутори сматрају да притисак на табане код

предшколске деце не зависи од вредности BMI-а, док неки закључују да је ситуација иста и код школске деце и код одраслих (Mueller i sar. 2016).

У сваком случају, код наших испитаника с повишеним вредностима BMI-а установљено је да је кифотични став скоро исти као код оних с нормалном телесном масом (6,4% према 6,9%), али да је хиперлордоза три пута учесталија, док су остали поремећаји ређи (Табела 6). Такође, генуа валга три пута су чешћа у првој групи него у другој (Табела 7). Истовремено, фреквенција пес валгума је за 14,1% виша код гојазних младих спортиста него код оних с нормалном тежином (Табела 8). Према томе, доказали смо нашу главну хипотезу о утицају повишених вредности BMI-а на чешћу појаву постуралних поремећаја.

7.6. Повезаност индекса телесне масе и спорта

У нормалним околностима, јача физичка активност деце, адолесцената и одраслих особа изазива веће коришћење енергије, нарочито због разградње масти, што смањује количину масног ткива у телу и смањује могућност појаве прекомерне телесне масе (González-GrossiMeléndez, 2013). Нажалост, код гојазних особа, нарочито старијих, ови ефекти обично су мали или изостају, те се, уз физичку активност и одређену дијететску исхрану, морају примењивати и одговарајући лекови (Porth, 2005).

Захваљујући управо споменутом метаболичком процесу, код младих спортиста се најчешћесмањује вредност BMI-а у случају дуготрајније спортске активности (Spiegler i sar. 2020). Истовремено, повећава се запремина, снага и издржљивост мишића и експлозивна снага, а развијају се и моторичке способности, нарочито брзина, прецизност, координација покрета и одржавање равнотеже (Bogdanović i sar. 2015; Kung i sar. 2020; Lopes i sar. 2019).

Нажалост, како је већ споменуто, многа деца, поготово у развијеним државама, ретко се баве спортом. Просечно, само око 20%-25% деце и тинејџера јесу чланови школских или локалних спортских клубова, мада се вредности крећу у распону од 16,2% до, чак, 49,0% (Glikowska i Glikowski, 2018; Spiegler i sar. 2020; Wilkie i sar. 2018).

Иначе, споменути аутори ретко наводе врсту и учесталост појединих спортова којима се деца баве. Једино су Glikowska и Glikowski (2018) споменули да се 7% деце и младих у пубертету из њихове групе бавило борилачким вештинама, што је слично нашим резултатима (5,4%), а 26,5% пливањем, што је два пута чешће него у нашој

групи. Највише младих волело је спортове лоптом (30,5%), дакле много ређе него у нашој групи (укупно 72,2%) (Табела 2). И овде су били највише заступљени одбојка и кошарка, али и рукомет и фудбал. Иначе, из ове групе тинејџера од 15 до 18 година, само 16,2% девојака је учествовало у такмичарским спортовима, док је учешће момака било много чешће, тј. 29,1% (Gliowska и Gliowska, 2018). У нашој групи најређи су били заступљени фудбал, тенис и атлетика (Табела 2).

Састав тела, делимично изражен кроз BMI, од огромног је значаја код свих споменутих спортова. Њихова корелација зависи, најпре, од врсте спорта којим се баве деца, млади или одрасли (Campra i sar. 2019). Ипак, генерални закључак је да се код већине младих спортиста смањују вредности BMI-а (Campra i sar. 2019), што је установљено и код већине ученика наше групе.

Многи наши испитаници с прекомерном телесном масом укључили су се у наведене спортове, управо због позитивних ефеката тренирања. Међутим, неки стручњаци почели су да изражавају извесну сумњу у крајњи ефекат спортске активности код ових особа (Nelson i sar. 2011). Наиме, повећана телесна маса, уз повећано оптерећење скелетног, зглобног и мишићног система, може имати чак нешто веће вредности због бављења спортом. Друго, већ смо споменули да су високе вредности BMI-а, нарочито код гојазних особа, тежак медицински проблем, јер нису само у вези са физичком активношћу и са дијететским режимом (Porth, 2005).

Сем тога, високе вредности BMI-а, осим извесног утицаја физичке активности, зависе и од других фактора. На пример, споменути аутори су установили да многа деца, као и тинејџери који се баве спортом, конзумирају више калорија и воле „брзу храну“ („fast food“), што неповољно утиче на њихову телесну масу, без обзира на физичку активност. Такође, ван спорта често настављају са седентарним понашањем, што још више доприноси неповољној вредности BMI-а (Adank i sar. 2018; González-Grossi Meléndez, 2013).

Постоји још један податак у вези прекомерне телесне масе и бављења спортом. Наиме, особе с вишим вредностима BMI-а, одн. с већом количином масног ткива и мањом запремином активне мускулатуре, постижу слабије резултате. То су потврдила и најновија научна испитивања. Наиме, установљено је да гојазна деца и тинејџери испољавају слабије спортске вештине, и то за 11%-59%, у зависности од врсте испитиваних моторичких тестова (Häcker i sar. 2020). У питању је неколико већ споменутих фактора који су одговорни за овакве резултате.

Код неких младих спортиста, како с већим тако и нормалним вредностима BMI-а, регистрована је асиметрија скелета и мускулатуре, како је раније споменуто, а код мањег

броја и неки дисфункционални покрети. Поједини спортови, нпр. тенис и одбојка, још више стимулишу асиметричност, за разлику од, рецимо, пливања и борилачких вештина где је мускулатура често равномерније развијена (Bogdanović i sar. 2015). Такође, уочена је негативна корелација између виших вредности BMI-а и мишићне издржљивости, као и експлозивне мишићне снаге и кардиореспираторне функције већине ових спортиста (Kung i sar. 2020). С друге стране, гојазни млади спортисти, и поред мање брзине покрета и моторичке вештине код појединаца, показивали су већу мишићну снагу у горњој половини тела, као и већи витални респираторни волумен (Porth, 2005).

Овакви резултати добијени су у разним спортовима: фудбалу, рагбију, одбојци, борилачким вештинама, гимнастици итд. (Campra i sar. 2019). Иначе, међу спортистима с најмањим вредностима BMI-а јесу, на пример, такмичарке у спортској гимнастици, што их, захваљујући систематским тренинзима, не спречава да постижу и врхунске резултате на такмичењима, јер ниске вредности њиховог BMI-а нису резултат мршавости већ циљане утренираности.

Поједине врсте спортова мењају неке антропометријске карактеристике код учесника, односно постуралне особине, а на то могу утицати и вредности BMI-а. Навешћемо само неке врсте спортова којима се баве деца и адолесценти, а најпре борилачке вештине.

Постуралне особине ових спортиста имају и сличности и разлике. Сличне особине запажају се, на пример, у почетној фази борбе, тј. у гарду, рецимо у боксу, кикбоксу, рвању и понекад у џудоу (Castropi i Arnoni 2014). Притом је торакална кифоза више изражена, рамена су повучена напред, лопатице напред и латерално, а глава је такође постављена напред и у благој флексији. Овакав став у гарду је неопходан, било да би се противнику задао ударац или да се ухвати и обори на подлогу.

Сем тога, борци који задају ударце обично имају дуже руке и ноге. Екстензија руке је нагла и врло брза при ударцу (до 10 m/s), а сила ударца може прећи и 100N (Beránek i sar. 2020). Дуже ноге омогућују већу покретљивост спортиста, а код кикбоксера и теквондиста омогућују брзе ударце на безбедном растојању од противника.

У сваком случају, јасно је да поједини борилачки спортови мењају брзину и координацију покрета, као и брзу корекцију равнотеже. То се нарочито односи на улогу малог мозга, моторног кортекса, базалних ганглија и на визуелни систем, под чијом контролом се изводи покрет, али се добија и повратна сензорна информација о успешности покрета (Marinković i sar. 2020).

Очигледно је да између вредности BMI-а и спортских активности постоји повратна спрега. С једне стране, BMI утиче на квалитет тренинга и на успешност у неком спорту.

С друге, стране, код већине спортиста тренинзи и такмичења снижавају вредност ВМІ-а. Најзад, овај рад је показао да постоји корелација између вредности ВМІ-а и фреквенције постуралних поремећаја, чиме је потврђена полазна хипотеза.

8. ЗАКЉУЧЦИ

1. Проучавање је обављено на великој, репрезентативној групи од 939 деце и тинејџера, која обухвата 402 ученика (42,9%) и 537 ученица (57,1%), и то од 1. до 8. разреда основне школе, као и 1. разреда средње школе
2. Највише испитаника је узраста од 9 (14,4%), 10 (14,9%) и 11 година (13,9%), нешто мање од 7 до 9 и од 12 до 14 година, а најмање од 15 година (7,2%). Међу ученицама највише има оних од 9 (15,6%), 12 (17,5%) и 13 година (15,6%), а најмање од 15 година (6,0%)
3. Адекватну телесну масу, односно уобичајену вредност индекса телесне масе (ВМІ), имало је највише ученика (58,6%), најмању телесну масу показивало је 13,0%, док је највећу вредност ВМІ-а испољавало 28,4% испитаника
4. У вези постуралних поремећаја, највише је био захваћен кичмени стуб (49,9%), где је код испитаника најчешће регистрован сколиотични и кифосколиотични став, ређе кифотични став, а најређе сколиоза и хиперлордоза
5. У корелацији са индексом телесне масе, ученици са уобичајеном вредношћу ВМІ-а највише су имали сколиотични (30,2%) или кифосколиотични став (13,3%), а најмање сколиозу (1,8%) и хиперлордозу (0,7%)
6. Испитаници с ниском вредношћу ВМІ-а, такође су најчешће манифестовали сколиотични (27,5%), кифосколиотични (22,9%) или кифотични став (12,3%), док хиперлордоза није постојала (0,0%)
7. Испитаници с високим вредностима ВМІ-а, имали су ређе од претходних група сколиотични став (22,2%), а нарочито кифосколиотично држање (6,7%), док је хиперлордоза била три пута чешћа (2,2%). Све ово је, заправо, постурална компензација због веће количине масног ткива у пределу трбуха
8. Од постуралних поремећаја колена, два главна деформитета јако су ретка у свим групама. На пример, *genua valga* су најчешћа код ученика с вишом вредношћу ВМІ-а (1,1%), ређа код оних са адекватном телесном масом (0,4%), а нису постојала код мршавих испитаника (0,0%). С друге стране, у групи с високом вредношћу ВМІ-а, *genua var* нису регистрована, код оних са адекватном телесном масом забележена су су у 1,5%, а код мршавих ученика у 3,3% случајева
9. У групи с нормалним вредностима ВМІ-а, самосталан *pes planum* регистрован је у 3,1% случајева, али много чешће у комбинацији са *pes valgus-om* (21,0%), док је

изоловани *pes valgus* постојао у 33,8%. Једино је код ових испитаника запажен *hallux valgus* (0,7%). У групи с ниским вредностима ВМІ-а, изоловани *pes planum* обострано је постојао у свега 0,08% случајева, али је у комбинацији са *pes valgum-om* био много чешћи (14,7%), док је појава обостраног *pes valgum-a* била најчешћа (32,8%). Најзад, у групи с високим вредностима ВМІ-а, *pes planum* присутан је у само 3,0%, а у комбинацији са *pes valgus-om* у 14,7% ученика, док је *pes valgus* постојао самостално чак у 47,9%, због оптерећења великом телесном масом

10. Очигледно је да високе вредности ВМІ-а узрокују значајне постуралне поремећаје: лумбалну хиперлордозу (2,2%), *genua valga*(1,1%) и, нарочито, *pes valgum* (47,9%)
11. Испитаници су од спортова највише тренирали пливање (13,0%), кошарку (21,5%) и одбојку (47,6%), а најмање тенис (3,2%) и атлетику (1,5%)
12. Код већине испитаника, у току систематског бављења спортом, а без обзира на убрзан раст и развој, запажено је слабије или израженије смањење вредности ВМІ-а. С друге стране, ученици с високим вредностима ВМІ-а показивали су, у просеку, нешто мање снижење вредности ВМІ-а у току бављења спортом. Све у свему, код свих испитаника је запажена статистички значајна корелација с постуралним поремећајима у односу на узраст и пол ($p < 0,001$)

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Adank, A. M., Dave, H. H., Van Kann, H. H. D., Joris, J. A. A., Hoeboer, J. J. A. A., de Vries, S. I., Kremers, S. P. J., Steven, B., and Vos, S. B. (2018) Investigating motor competence in association with sedentary behavior and physical activity in 7- to 11-year-old children. *Int J Environ Res Public Health*, 15(11), 2470.
2. Beránek, V., Votápek, P., and Stastny, P. (2020) Force and velocity of impact during upper limb strikes in combat sports: a systematic review and meta-analysis. *Sports Biomechanics*, 1–19.
3. Blom, A. W., Warwick, D., and Whitehouse, M. R. (2018) *Apley and Solomon's system of orthopaedics and trauma*. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, 489-648.
4. Bogdanović, Z., Ilić, D., and Vidaković, H. M. *Posturalni poremećaji kod dece. Dijagnostika, prevencija, korekcija*. Beograd, 2015.
5. Bryun, S., An, C., Kim, M., and Han, D. (2014) The effects of an exercise program consisting of taekwondo basic movements on posture correction. *J Phys Ther Sci*, 26(10), 1585-1588.
6. Buschbacher, M. R., and Shay, T. Martial arts. *Physical and Medicine Rehabilitation Clinics of North America*, 10 (1999), 35–47, vi.
7. Campa, F., Piras, A., Raffi, M., and Toselli, S. (2019) Functional movement patterns and body composition of high-level volleyball, soccer, and rugby players. *J Sport Rehabil*, 28(7), 740-745.
8. Campbell, N. A., Reece, J. B., Mitchell, L. G., and Taylor, M. R. *Biology. Concepts & connections*. San Francisco, Benjamin Cummings, 2003.
9. Castropi, W., and Arnoni, C. (2014) Postural patterns and adaptations in judo athletes. *Science of Martial Arts*, 10, 23-28.
10. Fiori, F., Bravo, G., Parpinel, M., Messina, G., Malavolta, R., and Lazzer, S. (2020). Relationship between body mass index and physical fitness in Italian prepubertal schoolchildren. *PLoS ONE*, 15 (5), e0233362.
11. Gardner, A., Archer, J., Berryman, F., and Pynsent, P. (2021) The resting coronal and sagittal stance position of the torso in adolescents with and without spinal deformity. *Sci Rep*, 11(1), 2354.
12. Glinkowska, B., and Glinkowski, W. M. (2018) Association of sports and physical activity with obesity among teenagers in Poland. *Int J Occup Med Environ Health*, 31(6), 771-

782.

13. González-Gross, M., and Meléndez, A. (2013) Sedentarism, active lifestyle and sport: Impact on health and obesity prevention. *Nutr Hosp*, 28 Suppl 5, 89-98.
14. Greene, W. B. (1994) Genu varum and genu valgum in children. *Instr Course Lect*, 43, 151-159.
15. Häcker, A. L, Bigras, J. L., Henderson, M., Barnett T. A., and Mathieu, M. E. (2020) Motor skills of children and adolescents with obesity and severe obesity-A CIRCUIT Study. *J Strength Cond Res*, 34(12), 3577-3586.
16. Hadad, A., Ganz, N., Intrator, N., Maimon, N., Molcho, L., and Hausdorff, J. M.(2020) Postural control in karate practitioners: Does practice make perfect? *Gait Posture*, 77, 218-224.
17. Han, A., Fu, A., Cobley, S., and Sanders, R. H. (2018) Effectiveness of exercise intervention on improving fundamental movement skills and motor coordination in overweight/obese children and adolescents: A systematic review. *J Sci Med Sport*, 21(1), 89-102.
18. Hu, D., Zhou, S., Crowley-McHattan, Z. J., and Liu, Z. (2021) Factors that influence participation in physical activity in school-aged children and adolescents: A systematic review from the social ecological model perspective. *Int J Environ Res Public Health*, 18(6), 3147.
19. Ilić, V., Mudrić, M., Kasum, G., Ćirković, M., and Gavrilović, D. (2012) Morfološke i motoričke karakteristike džudista mlađeg školskog uzrasta. *Fizička kultura*, 66(2), 110-118.
20. Isin, A., and Melekoğlu, T. (2020) Genu varum and football participation: Does football participation affect lower extremity alignment in adolescents? *Knee*, 27(6), 1801-1810.
21. Jankowicz-Szymanska, A., and Mikolajczyk, E. (2016) Genu valgum and flat feet in children with healthy and excessive body weight. *Pediatr Phys Ther*, 28(2), 200-206.
22. Kantanista, A., and Osiński, W. (2014) Underweight in 14 to 16 year-old girls and boys: prevalence and associations with physical activity and sedentary activities. *Ann Agric Environ Med*, 21 (1), 114-119.
23. Kapandji, I. A. *The physiology of the joints*. Churchill Livingstone, Edinburg, 1982, 2-282.
24. Kelly, J. M., Gorney, B. A., and Kalm, K. K. (1978) The effects of a collegiate wrestling

- season on body composition, cardiovascular fitness and muscular strength and endurance. *Med Sci Sports*, 10(2), 119-124.
25. Kinel, E., D'Amico, M., and Roncoletta, P. (2018) Normative 3D opto-electronic stereo-photogrammetric sagittal alignment parameters in a young healthy adult population. *PLoS One*, 13 (9), e0203679.
 26. Kittel, R., Misch, K., Schmidt, M., Ellwanger, S., F Bittmann, F., and Badtke, G. (2005) Specific effects of boxing on functional parameters of the locomotor system. *Sportverletz Sportschaden*, 19 (3), 146-150.
 27. Kung, Y. T., Chang, C. M., Hwang, F. M., and Chi, S. C. (2020) The association between body mass index and physical fitness of normal weight/overweight/obese university students. *Int J Environ Res Public Health*, 17 (15), 5391.
 28. Leppänen, M. H., Nyström, D. C., Henriksson, P., Pomeroy, J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Cadenas-Sanchez, C., and Lof, M. (2016). Physical activity intensity, sedentary behavior, body composition and physical fitness in 4-year-old children. *Internat J Obes*, 20, 1126-1133.
 29. Lonner, B. S., Parent, S., Shah, S. A., Sponseller, P., Yaszay, B., Samdani, A. F., Patrick, J., Cahill, P. J., Pahys, J. M., Betz, R., Ren, Y., Shufflebarger, H. L., and Newton, P. O. (2018) Reciprocal changes in sagittal alignment with operative treatment of adolescent Scheuermann kyphosis-Prospective evaluation of 96 patients. *Spine Deform*, 6 (2), 177-184.
 30. Lopes, V. P., Malina, R. M., Gomez-Campos, R., Cossio-Golano, M., de Arruda, M., and Hobold, E. (2019). Body mass index and physical fitness in Brazilian adolescents. *Jornal de Pediatria (Rio J)*, 95(3), 358-365.
 31. Marinković, S., Filipović, B., and Puškaš, L. *Anatomija čoveka. Human Anatomy*. Beograd, Moza Publishing, 2020.
 32. Masanovic, B. (2019) Comparative study of morphological characteristics and body composition between different team players from Serbian Junior National League: Soccer, handball, basketball and volleyball. *Int. J. Morphol*, 37(2), 612-619.
 33. Milić, I., Milić, M., Djorić, I., Marinković, I., Boljanović, J., and Marinković, S. (2019) Spondylocostal dysostosis associated with split spinal cord and other malformations. *Pediatr Neurosurg*, 54(6), 367-374.
 34. Molina-Garcia, P., Plaza-Florido, A., Mora-Gonzalez, J., Torres-Lopez, L.,

- V, Vanrenterghem, J., and Ortega, F. B. (2020) Role of physical fitness and functional movement in the body posture of children with overweight/obesity. *Gait Posture*, 80, 331-338.
35. Monyeki, M. A., Awotidebe, A., Strydom, G. L., de Ridder, J. H., Mamabolo, R. L., and Kemper, H. C. G. (2015) The challenges of underweight and overweight in South African children: are we winning or losing the battle? A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*, 12(2), 1156-1173.
 36. Moura, T., Costa, M., Oliveira, S., Júnior, M. B., Ritti-Dias, M., and Santos, R. R. D. M. (2014) Height and body composition determine arm propulsive force in youth swimmers independent of a maturation stage. *J Hum Kinet*, 42, 277-284.
 37. Mueller, S., Carlsohn, A., Mueller, J., Baur, H., and Mayer, F. (2016) Influence of obesity on foot loading characteristics in gait for children aged 1 to 12 years. *PLoS One*, 11 (2), e0149924.
 38. Nelson, T. F., Stovitz, S. D., Thomas, M., LaVoi, N. M., W Bauer, K. W., and Neumark-Sztainer, D. (2011) Do youth sports prevent pediatric obesity? A systematic review and commentary. *Curr Sports Med Rep*, 10 (6), 360-370.
 39. Nikolaidis, P. T., and Karydis, N. V. (2011) Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian J Sports Med*, 2 (2), 75-82.
 40. O'Rachilly, R., and Müller, F. Human embryology & teratology. Wiley-Liss. A John Wiley & Sons, Inc., Publication, New York, (2001).
 41. Obour, A., Moses, M. O., Baffour-Awuah, B., Asamoah, B., Sarpong, P. K., Osei, F., Akwa, L. G., and Appiah, E. J. (2017) Differences in physical, physiological and motor performance traits between volleyball and basketball athletes in a university in Ghana. *Niger J Physiol Sci*, 32 (1), 27-31.
 42. Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K., and Flegal, K. M. (2012) Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. *JAMA*, 307(5), 483-490.
 43. Patel, M., and Nelson, R. (2021) Genu valgum. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL). [Internet].
 44. Patwardhan, S., Shah, K., Shyam, A. K., and Sancheti, P. (2015) Growth modulation in children for angular deformity correction around knee – Use of eight plate. *Int J Paed Orthop*, 1 (1), 29-33.

45. Porth, C. M. *Pathophysiology*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, (2005), 229-233.
46. Porto, A. B., and Okazaki, V. H. A. (2018) Thoracic kyphosis and lumbar lordosis assessment by radiography and photogrammetry: A review of normative values and reliability. *J Manipulative Physiol Ther*, 41 (8), 712-723.
47. Protic-Gava, B., Drid, P., and Krkeljas, Z. (2019) Effects of judo participation on anthropometric characteristics, motor abilities, and posture in young judo athletes. *Hum Movem* 20(3), 2019.
48. Radisavljević, M. (2002) Osnove korektivne gimnastike.
49. Roussouly, P., and Ninadi, C. (2010) Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *Eur Spine J*, 19(11), 1824-1836.
50. Slimani, M., Chaabene, H., Miarka, B., Franchini, E., Chamari, K., and Cheour, F. (2017) Kickboxing review: anthropometric, psychophysiological and activity profiles and injury epidemiology. *Biol Sport*, 34(2), 185-196.
51. Soheilipour, F., Pazouki, A., Mazaherinezhad, A., Yagoubzadeh, K., Dadgostar, H., and Rouhani, F. (2020) The prevalence of genu varum and genu valgum in overweight and obese patients: Assessing the relationship between body mass index and knee angular deformities. *Acta Biomed*, 91 (4), ahead of print.
52. Spiegler, J., Mendonça, M., and Wolke, D. (2020) Association of sport participation in preterm and full term born children and body and fat mass indices from age 3 to 14 years. *J Sci Med Sport*, 23 (5), 493-497.
53. Ueki, Y., Sakuma, E., and Wada, I. (2019) Pathology and management of flexible flat foot in children. *J Orthop Sci*, 24(1), 9-13.
54. Walaszek, R., Chwała, W., Walaszek, K., and Burdacki, M. (2018) The assessment of the relationships between body posture indices and the Y-Balance Test results in the adolescents. *Acta Bioeng Biomech*, 20 (2), 149-157.
55. Wilkie, H. J., Standage, M., Gillison, F. B., Cumming, S. P., and Katzmarzyk, P. T. (2018) Correlates of intensity-specific physical activity in children aged 9-11 years: a multilevel analysis of UK data from the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. *BMJ Open*, 8(2), e018373.
56. Wu, X. Y., Zhuang, L. H., Li, W., Guo, H. W., Zhang, J. H., Zhao, Y. K., Hu, J. W., Gao, Q. Q., Luo, S., Ohinmaa, A., and Veugelers, P. J. (2019) The influence of diet quality and

dietary behavior on health-related quality of life in the general population of children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Qual Life Res*, 28(8), 1989-2015.

57. Yi, X., Fu, Y., Burns, R. D., Bai, Y., and Zhang, P. (2019). Body mass index and physical fitness among Chinese adolescents from Shandong Province: a cross-sectional study. *BMC, Public Health*, 19(1), 7.
58. Zhao, K., Hohmann, A., Faber, I., Chang, Y., and Gao, B. (2020) A 2-year longitudinal follow-up of performance characteristics in Chinese male elite youth athletes from swimming and racket sports. *PLoS One*, 15(10), e0239155.