



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА

Тамара Стојменовић

УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА РАСТ, РАЗВОЈ
И САЗРЕВАЊЕ ДЕВОЛЧИЦА У ПЕРИОДУ ПУБЕРТЕТА И
РАНЕ АДОЛЕСЦЕНЦИЈЕ

докторска дисертација

Крагујевац, 2019

ЗАХВАЛНИЦА

Мојим драгим родитељима због којих јесам оно што јесам (са свим врлинама и манама), па и доктор наука. Мом драгом брату који је увек ту онда када највише затреба. Мојим драгим дечама (и малом и великом) који су, свако на свој начин, омогућили да се писање дисертације заврши. Мојој драгој „секи“ која је из далеке Канаде годинама доносила неопходну литературу и омогућила моје усавршавање.

Драгом ментору, Ненаду Дикићу, који је био моја покретачка снага и када снаге у мени није било, а да то није ни знао. У датом периоду мог живота када ми идеја докторских студија није ни била у мислима, њему јесте, а епилог већ знате.

Мојим драгим колегама из ординације „Vita Maxima“ (и бившим и садашњим) и Антидопинг агенције Републике Србије чија је безрезервна помоћ уткана у странице ове дисертације.

Александри Радуловић, њеним играчицама из ЖКК Girl Basket и њиховим другарицама које су једине имале слуха да се одазову мом позиву и учествују у студији. И, наравно, мојим драгим девојкама из ЖКК Flash, као и њиховим другарицама, које су стрпљиво издржале трогодишње истраживање. Била ми је привилегија да им будем тренер.

Драгој Ивани Баралић која је својим саветима у погледу статистичких метода допринела значајности добијених резултата.

Мојој драгој куми, Милици Томашевић, за сву помоћ око прављења слика и графикона. Ретки су људи који ће науштрб себе помоћи другоме, без да их питаш, а ја сам богат човек јер је имам за пријатеља.

Проф. др Владимиру Јаковљевићу за сву стручну и административну помоћ везану за писање дисертације.

И на крају, докторат посвећујем својој баки Јањи. Она зна зашто.

САДРЖАЈ

ЗАХВАЛНИЦА	2
ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА КОРИШЋЕНИХ У ТЕКСТУ	6
УВОД	8
ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ИСТРАЖИВАЊУ	11
РАСТ	11
РАЗВОЈ	14
САЗРЕВАЊЕ	16
АНТРОПОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И ТЕЛЕСНА КОМПОЗИЦИЈА ДЕЦЕ	22
УТИЦАЈ ФИЗИЧКЕ АКТИВНОСТИ НА АНТРОПОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И ТЕЛЕСНУ КОМПОЗИЦИЈУ ДЕЦЕ	32
ФУНКЦИОНАЛНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ФИЗИЧКЕ СПОСОБНОСТИ ДЕЦЕ	33
КАРДИОВАСКУЛАРНИ СИСТЕМ ДЕЦЕ	33
Одговор кардиоваскуларног система деце на физичку активност	35
РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ ДЕЦЕ	36
Одговор респираторног система деце на физичку активност	38
МЕТАБОЛИЧКИ ОДГОВОР ОРГАНИЗМА НА ФИЗИЧКУ АКТИВНОСТ	38
Анаеробни метаболизам и физичка активност деце	43
Аеробни метаболизам и физичка активност деце	43
БАЗИЧНЕ МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ ДЕЦЕ	44
Издржљивост	45
Снага	48
Брзина	51
Координација, равнотежа, прецизност	51
Флексибилност	53
ЦИЉЕВИ СТУДИЈЕ	54
ХИПОТЕЗЕ СТУДИЈЕ	55
МАТЕРИЈАЛ	56
ВРСТА СТУДИЈЕ	56
ПОПУЛАЦИЈА КОЈА СЕ ИСТРАЖУЈЕ	56
УЗОРКОВАЊЕ	56
МЕТОДЕ	58

АНТРОПОМЕТРИЈСКА МЕРЕЊА И ТЕЛЕСНА КОМПОЗИЦИЈА	58
КАРДИОВАСКУЛАРНИ СИСТЕМ	58
РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ	59
МЕТАБОЛИЧКИ ОДГОВОР ОРГАНИЗМА НА ФИЗИЧКУ АКТИВНОСТ	59
БАЗИЧНЕ МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ	60
СОМАТСКО И СЕКСУАЛНО САЗРЕВАЊЕ ДЕВОЈЧИЦА	61
СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА	61

РЕЗУЛТАТИ **63**

АНТРОПОМЕТРИЈСКА МЕРЕЊА И ТЕЛЕСНА КОМПОЗИЦИЈА	63
ПРОМЕНЕ У МЕРЕНИМ ПАРАМЕТРИМА УНУТАР ИСТЕ ГРУПЕ ИСПИТАНИЦА	63
РАЗЛИКЕ У МЕРЕНИМ ПАРАМЕТРИМА ИЗМЕЂУ ДВЕ ИСПИТИВАНЕ ГРУПЕ	64
КАРДИОВАСКУЛАРНИ СИСТЕМ	65
РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ	66
МЕТАБОЛИЧКИ ОДГОВОР ОРГАНИЗМА НА ФИЗИЧКУ АКТИВНОСТ	68
БАЗИЧНЕ МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ	69
АЕРОБНА И АНАЕРОБНА ИЗДРЖЉИВОСТ	69
ЕКСПЛОЗИВНА, СТАТИЧКА И РЕПЕТИТИВНА СНАГА	70
АГИЛНОСТ И ФЛЕКСИБИЛНОСТ	73
ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ УТИЦАЈА КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА КОМПОНЕНТЕ РАСТА, РАЗВОЈА И САЗРЕВАЊА ДЕВОЈЧИЦА	74
СОМАТСКО И СЕКСУАЛНО САЗРЕВАЊЕ ДЕВОЈЧИЦА	78

ДИСКУСИЈА **80**

УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА АНТРОПОМЕТРИЈСКА МЕРЕЊА И ТЕЛЕСНУ КОМПОЗИЦИЈУ ДЕВОЈЧИЦА	81
ТЕЛЕСНА ВИСИНА И РАСПОН РУКУ	81
ТЕЛЕСНА КОМПОЗИЦИЈА	81
УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА ФУНКЦИЈУ КАРДИОВАСКУЛАРНОГ СИСТЕМА ДЕВОЈЧИЦА	82
СРЧАНА ФРЕКВЕНЦИЈА	82
АРТЕРИЈСКИ КРВНИ ПРИТИСАК	83
КИСЕОНИЧКИ ПУЛС	84
УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА ФУНКЦИЈУ РЕСПИРАТОРНОГ СИСТЕМА ДЕВОЈЧИЦА	85
УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА МЕТАБОЛИЧКИ ОДГОВОР ОРГАНИЗМА ДЕВОЈЧИЦА НА ФИЗИЧКУ АКТИВНОСТ	86
УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА РАЗВОЈ БАЗИЧНИХ МОТОРИЧКИХ СПОСОБНОСТИ ДЕВОЈЧИЦА	87
АЕРОБНА И АНАЕРОБНА ИЗДРЖЉИВОСТ	87
ЕКСПЛОЗИВНА, СТАТИЧКА И РЕПЕТИТИВНА СНАГА	89
АГИЛНОСТ И ФЛЕКСИБИЛНОСТ	90

УТИЦАЈ КОШАРКАШКОГ ТРЕНИНГА НА СОМАТСКО И СЕКСУАЛНО САЗРЕВАЊЕ ДЕВОЈЧИЦА 91

ЗАКЉУЧАК 93

ЛИТЕРАТУРА 95

ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА КОРИШЋЕНИХ У ТЕКСТУ

- (a-v)O₂ – артеријско-венска разлика у количини кисеоника
- AnT – анаеробни праг (енг. *anaerobic threshold*)
- AT – аеробни праг (енг. *aerobic threshold*)
- АТР – аденозин трифосфат
- ВМI – висинско – тежински однос, тј. индекс телесне масе (енг. *Body Mass Index*)
- СМЈ – скок из стојећег става са рукама на куковима (енг. *counter movement jump*)
- СО₂ – угљен диоксид
- СРЕТ – кардиопулмонални тест физичким оптерећењем (енг. *cardiopulmonal exercise testing*)
- ДНК – дезоксирибонуклеинска киселина
- ЕКГ – електрокардиограм
- ЕРОС – кисеонички дуг (енг. *excess postexercise oxygen consumption*)
- FAT% - проценат телесне масти (енг. *fat percentage*)
- FFM – безмасна телесна маса (енг. *fat-free mass*)
- HR – срчана фреквенција (енг. *heart rate*)
- КВС – кардиоваскуларни систем
- МЕТ – метаболички еквивалент
- O₂ - кисеоник
- O₂ пулс – кисеонички пулс
- OLJl – скок на једној ноzi – левој (енг. *one leg jump – left*)
- OLJr – скок на једној ноzi - десној (енг. *one leg jump – right*)
- RER – коефицијент респираторне размене гасова (енг. *respiratory exchange ratio*)
- RQ - респираторни количник (енг. *respiratory quotient*)
- СЗО – Светска здравствена организација
- ТАd – дијастолни артеријски крвни притисак
- ТАs – систолни артеријски крвни притисак
- SJ – скок из чучња (енг. *squat jump*)
- VE – вентилација плућа (L/min)
- VE/VO₂ – вентилаторни еквивалент за кисеоник
- VE/VCO₂ – вентилаторни еквивалент за угљен-диоксид
- VE/VCO₂ slope – вентилаторна ефикасност

VJ – вертикални скок (енг. *vertical jump*)

VO₂ – потрошња кисеоника у јединици времена (mL/min)

VO_{2max} – максимална потрошња кисеоника

УВОД

Физичка активност представља битан фактор за нормалан раст, развој и сазревање деце. Сматра се да правилно дозирана, повољно утиче на одржавање нормалне телесне композиције, делује на функционално стање организма, то јест побољшава кардиореспираторну и метаболичку функцију и утиче на адекватан развој моторичких способности деце (1-3). Редовно упражњавање физичке активности у периоду одрастања помаже у усвајању здравих животних навика које опстају и током одраслог животног доба што умногоме доприноси превенцији кардиоваскуларних болести, гојазности, шећерне болести, различитих врста тумора и психичких обољења (2, 4). Према препорукама Светске здравствене организације (СЗО), деца у периоду пубертета и адолесценције морају имати минимум 60 минута физичке активности дневно, и то умереног до високог интензитета, како би само вежбање било ефикасно у смислу позитивних утицаја које може да има на организам (5).

Сваки покрет тела произведен од стране скелетних мишића, а који резултује енергетском потрошњом, може се дефинисати као физичка активност. Сама по себи, физичка активност има механичку, физиолошку и бихејвиоралну компоненту (6). Са аспекта биомеханике, физичку активност дефинишу сила, снага, брзина, убрзање, односно остварени механички рад, док физиолошка компонента физичке активности подразумева енергетску потрошњу која се може мерити одређивањем метаболичког еквивалента (МЕТ), метаболичке енергије (kcal или kJ), калоријске потрошње (kcal/min или kJ/min) или аеробне потрошње, односно количине утрошеног кисеоника за обављени рад (mL/min). Бихевиорална компонента физичке активности односи се на тип вежбања и околности у којима се вежбање одвија (средина у којој се вежба, опрема која се користи, социјална и емотивна интеракција са пријатељима и члановима породице). Све три наведене компоненте одређују структуру једне сесије физичке активности и чине је, мање или више, ефикасном у зависности од заступљености различитих елемената ових компоненти током самог вежбања. Сходно томе, учесталост, интензитет, трајање и тип физичке активности увек треба прилагодити одговарајућој популационој групи и циљевима који се желе постићи самим вежбањем.

Физичка активност деце умногоме подсећа на тренинг интервалног типа који подразумева смену краткотрајних, високоинтензивних деоница које трају свега неколико секунди и периода физичке активности ниског интензитета или одмора после којих следи наредни

високоинтензивни интервал (7). Овакав вид физичке активности, доминантно заступљен код деце у периоду раста, развоја и сазревања, може се објаснити нижим апсолутним вредностима максималне потрошње кисеоника (VO_{2max}), сниженим гликолитичким капацитетом, смањеном концентрацијом лактата у крви и мишићима, као и већом енергетском ценом покрета деце у односу на одраслу популацију (8). Узевши све горе наведено у обзир, пожељан вид физичке активности деце јесте игра кроз коју деца развијају све три горе поменуте компоненте физичке активности, а при томе у свему истински уживају. Игра се може дефинисати као активност која служи за разоноду и забаву, а суштина игре је постизање одговарајућег циља, при чему актери поштују одређена правила (7). Игра, као таква, обезбеђује деци давање максимума у сваком тренутку трајања дате активности, а то је једини пут ка остваривању пуног генетског потенцијала у погледу функционалних способности организма, а који је записан у свакоме од нас. Стога, сваки вид вежбања, неорганизовани или организовани, а када су у питању деца, треба да буде у виду игре.

Кошаркашки тренинг, као један вид игре „под обручима“ представља пожељан облик организоване физичке активности којим се, са једне стране могу задовољити препоруке СЗО у погледу учесталости, интензитета, трајања и типа вежбања, а са друге стране и постићи адекватан ниво мотивисаности деце да у овом виду физичке активности истрају у дужем временском периоду у циљу постизања оптималног ефекта вежбања на организам. Сам кошаркашки тренинг умногоме подсећа на тренинг интервалног типа што одговара начину дечије игре. Уколико се зна да је кошарка анаеробно-аеробни спорт, полиструктуралног типа (механичка, физиолошка и бихејвиорална компонента), онда кошаркашки тренинг истовремено доприноси развоју како функционалних, тако и базичних и специфичних моторичких способности организма, које свеобухватно повољно утичу на одрастање деце (9-12).

Нажалост, модерно доба са собом носи све израженији седентарни начин живота који високо корелира са настанком гојазности, кардиоваскуларних болести, дијабетеса, различитих врста тумора и психичких обољења (13, 14). Према СЗО, после хипертензије, пушења и шећерне болести, седентарни начин живота представља четврти водећи фактор ризика глобалне смртности (4). Све мањи број деце, а нарочито девојчица, задовољава препоруке СЗО у погледу вежбања, а већина није укључена ни у један вид организоване физичке активности, односно спорта (1,15). Сматра се да ниво физичке активности и дневна енергетска потрошња (MET, kcal/kJ, kcal/min или kJ/min, mL/min) почињу да опадају већ после 6. године живота, а овај пад

је нарочито уочљив после навршене двадесете године. Смањење нивоа физичке активности и енергетске потрошње знатно је учесталије и прогресивније код девојчица, него код дечака (6). Све горе наведено указује на сталну потребу испитивања навика деце, а посебно девојчица, у погледу исхране и вежбања, као и евалуације утицаја физичке активности на компоненте раста, развоја и сазревања, нарочито путем лонгитудиналних студија којима се истовремено може добити увид у динамичке промене које одрастање носи са собом, али и у којој мери вежбање утиче на исте. Значај ових испитивања је и у давању препорука за адекватно дозирање физичке активности, али и за подизање стања свести о позитивним ефектима које тренинг, односно вежбање, може да оствари на здравствено и функционално стање организма, како у младости, тако и у одраслом животном добу (16,17).

ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ИСТРАЖИВАЊУ

Раст, развој и сазревање су термини који се најчешће користе када се прати и описује одрастање деце, од рођења до одраслог доба. Динамични период одрастања обично се дели на три фазе:

1. Фаза новорођенчета и одојчета (од рођења до навршене 1. године живота),
2. Фаза детињства (од навршене 1. године живота до почетка адолесценције). Ова фаза се обично дели на период раног детињства (период предшколског детета) и период школског детета,
3. Фаза адолесценције почиње са наступањем пубертета, а престаје са завршетком раста и развоја, то јест достизањем адултне висине и стицањем свих карактеристика које одрасло доба носи са собом. Код девојчица се обично јавља између 8. и 19. године, док код дечака почиње нешто касније и траје између 10. и 22. године живота. Пубертет код девојчица најчешће наступа између 10. и 14. године живота, док се код дечака уобичајено јавља између 12. и 16. године, али су одступања од ових раздобља увек присутна и зависе од величине и географског порекла узорка који се испитује (8).

Више од 150 година стручњаци разних специјалности баве се истраживањем ових процеса, њиховом динамиком и међусобном интеракцијом физичке активности и процеса одрастања (18). Циљ ових многобројних студија, са једне стране је евалуација утицаја самог процеса одрастања на антропометријске карактеристике, телесну композицију, функционалне и моторичке способности деце. Са друге стране, испитује се и утицај саме физичке активности на компоненте раста, развоја и сазревања, а са циљем добијања одговора на питања:

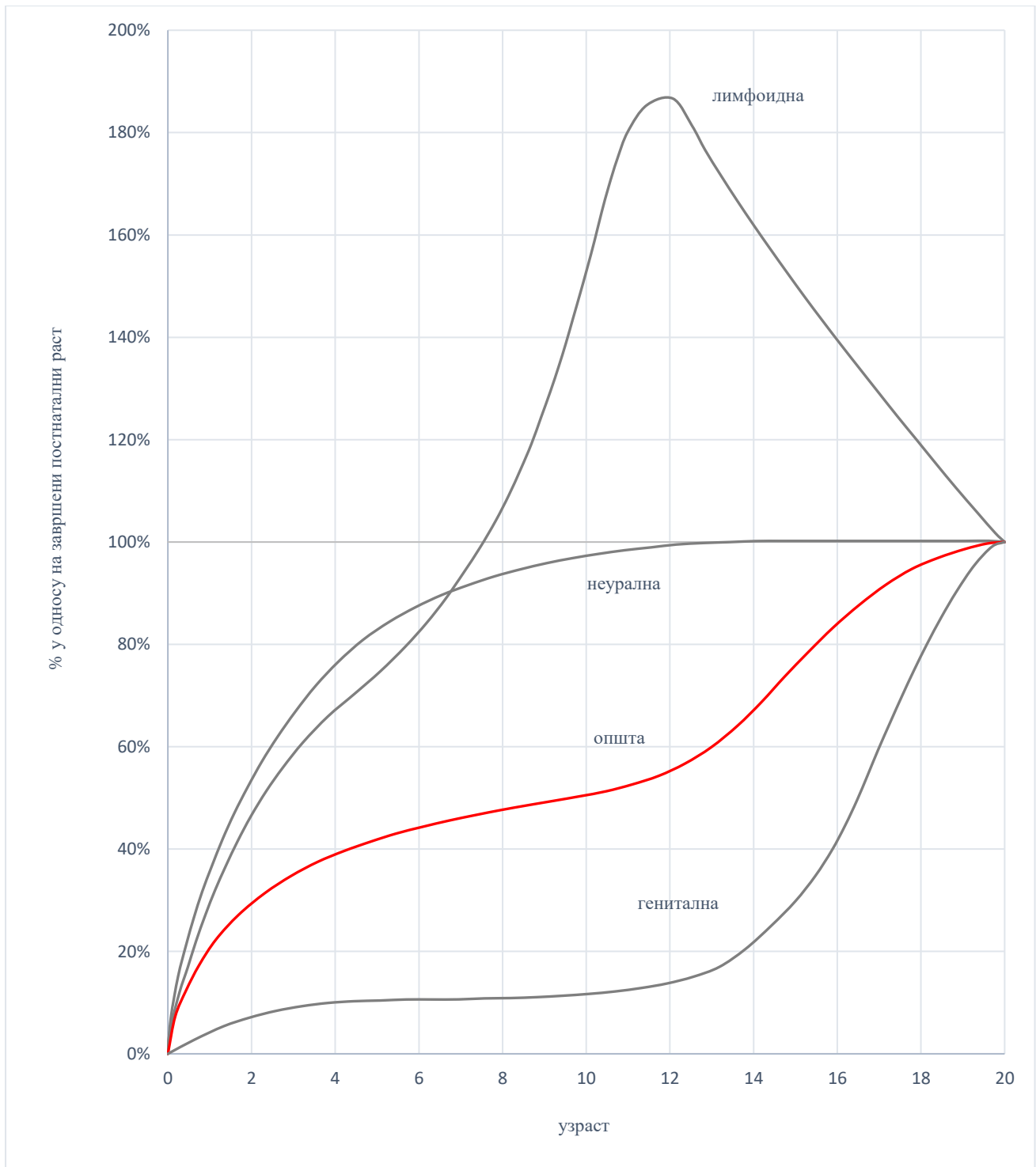
- ✚ Да ли су промене у физичкој способности деце последица самог процеса одрастања или физичке активности, то јест тренинга, или су комбинација и једног и другог?
- ✚ Да ли су и у којој мери деца подложна тренирању и ефектима које сама физичка активност има на људски организам?

Раст

Раст представља повећање величине тела или делова тела: раст у висину, повећање телесне тежине на рачун коштаног, мишићног и масног ткива и раст органа. Три ћелијска процеса одговорна су за промене у величини тела: хиперплазија, хипетрофија и акреција, тј. „срастање“ ћелија. Хиперплазија, или повећање броја ћелија, настаје као последица митозе, односно

ћелијске деобе. Са друге стране, хипертрофија, или повећање величине ћелија, подразумева раст функционалних јединица унутар саме ћелије. Овим процесом се објашњава и повећање мишићне масе у периоду раста, као и повећање мишићне масе као одговор на тренинг снаге, нарочито током адолесценције. Сматра се да се коначан број мишићних влакана (хиперплазија) успоставља убрзо након рођења, па се самим тим повећање мишићне масе током одрастања доминантно одвија на рачун процеса хипертрофије. Акреција представља повећање интерћелијског матрикса, односно броја супстанци које имају за функцију повезивање или агрегацију ћелија у комплексне мреже (нпр. колагена влакна) чиме доприносе повећању величине тела (18).

Раст различитих ткива и система можда је и најбоље објашњен помоћу четири криве раста које су представљене од стране Ричарда Скамона (енг.: *Richard Scammon's curves*). Општа, неурална, генитална и лимфоидна крива раста практично репрезентују динамику постнаталног раста деце (Слика 2.1). Општа крива раста представља раст тела у целини током периода одрастања. Односи се на динамику раста у висину, повећање масе тела, као и процес раста већине органских система укључујући скелетно-мишићни, респираторни, кардиоваскуларни, дигестивни и уринарни систем. Општа крива раста је сигмоидног облика (облика латиничног слова С) и као таква представља динамички процес који се одвија у четири фазе: 1. брз раст током периода одојчета и раног детињства, 2. стабилан и константан тренд раста током периода школског детета, 3. убрзан раст током пубертета, то јест почетка адолесценције и 4. престанак раста након завршеног периода адолесценције. Неурална, генитална и лимфоидна крива односе се на раст мозга и нервног система, примарних и секундарних полних карактеристика, као и лимфних жлезда, тимуса, тонзила и слепог црева који доприносе развоју имуног система детета (18, 19).



Слика 2.1. Скамонове криве системског раста (18).

Са практичног аспекта, најлакше је пратити соматски раст који се односи на раст у висину и повећање телесне тежине тела (општа крива раста). Антропометрија (грч. ἄνθρωπος - anthropos = човек + μέτρον - metron = мера) представља скуп стандардизованих техника којима се врше

мерења различитих димензија тела, а које дају увид у бурну динамику процеса соматског раста. Највећи број студија управо се бави праћењем, мерењем и описивањем ових антропометријских карактеристика са циљем евалуације раста деце (20-23).

Развој

Развој може бити биолошки, бихејвиорални и функционални. Биолошки развој се односи на диференцијацију и специјализацију плурипотентних стем ћелија у ткива, органе и органске системе. Диференцијација ћелија одвија се током пренаталног периода, а започиње непосредно након зачећа и зависи од интеракције генетског материјала, то јест дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) са хормонима и нутријентима. Специјализација ћелија, односно коначно формирање ткива и органа и њихових функција, доминатно се одвија током постнаталног периода и то различитом динамиком у односу на различите органе и органске системе, то јест функције које обављају (8, 18).

Бихејвиорални развој односи се на развој социјалних, интелектуалних, емоционалних, психолошких и моралних особина детета. Развој ових особина умногоме утиче на понашање детета у друштву, стицање добрих или лоших животних навика, као и на стварање адекватних одбрамбених механизма неопходних за суочавање са различитим приликама које живот са собом носи. Сматра се да редовна физичка активност, нарочито организованог типа, умногоме доприноси адекватном бихејвиоралном развоју детета (24, 25). Са друге стране, дете које стиче адекватне социјалне, емоционалне и когнитивне особине, стиче и здраве животне навике у погледу редовног упражњавања физичке активности чиме се ствара позитиван зачарани круг (лат. *circulus vitiosus*) који представља основу за нормално одрастање детета, како у менталном, тако и физичком смислу.

Функционални развој се односи на развој кардиоваскуларног и респираторног система, као и на развој базичних моторичких способности. Развој ових система и базичних моторичких способности суштински одређује физичку способност човека. Очигледно је да сама физичка способност човека истовремено зависи и од тренутног здравственог стања организма, али и од нечијег нивоа утренираности. Стога се може поделити на физичку способност везану за здравље и ону која је везана за урођене и стечене моторичке вештине. Компоненте физичке способности везане за здравље су: кардиореспираторна и мишићна издржљивост, мишићна сила, одговарајућа телесна композиција и флексибилност. Што се тиче физичке способности

која је условљена вештинама, њене компоненте су: агилност, равнотежа, координација, брзина, снага и време реакције (26). Јасно је да, са здравственог аспекта, кардиоваскуларни и респираторни систем представљају главне органске системе који остварају ефекте на физичку способност човека. Они учествују у транспорту кисеоника (O_2) и нутријента до ткива и органа са циљем стварања енергије за обављање основних метаболичких процеса на нивоу ћелија, као и за вршење рада, то јест упражњавање физичке активности. Такође, ови органски системи учествују и у елиминацији угљен диоксида (CO_2) и крајњих нус производа метаболизма чиме омогућавају одржавање хомеостазе и нормалну функцију организма. Као такви, они дефинишу функционалну способност организма. Стога, правилан развој ових органских система од суштинског је значаја за нормално одрастање деце, на првом месту у здравственом погледу, а потом и у погледу спортске способности. Сматра се да физичка активност позитивно утиче на развој кардиоваскуларног и респираторног система, али до данас није тачно дефинисано у којој мери вежбање може да повећа кардиореспираторне способности деце. Велико је питање да ли је побољшање функционалне способности организма условљено самим растом и развојем органа и органских система или и физичка активност може да допринесе унапређењу функционалног стања организма. Уколико може, питање је који тачно интензитет и тип вежбања могу остварити горе поменуте позитивне ефекте (21, 27-30). Решавање ових дилема захтева спровођење великог броја лонгитудиналних студија са циљем доказивања позитивних или негативних ефеката физичке активности и одређивања праве „мере“ када је у питању вежбање, то јест тренинг деце.

Из горе наведене поделе јасно је да одговарајући број базичних моторички способности спада у оне везане за здравље, док је одређени број условљен вештинама. Међутим, посматрајући базичне моторичке способности само са аспекта спорта и спортског учинка, оне се, према већини аутора, могу поделити на: издржљивост (аеробну и анаеробну), снагу, брзину, координацију, равнотежу, прецизност и флексибилност (31, 32). Развој базичних моторичких способности кроз период одрастања је скоковит, што значи да постоје периоди током којих се одређене моторичке способности убрзано развијају, а потом следе периоди успореног развоја или стагнације. Периоди у којима се специфичним видовима физичке активности (стимулација) могу остварити оптимални ефекти на развој базичних моторичких способности називају се сензитивним периодима. Такође, постоје и критични периоди за развој ових способности. Критични период представља део, односно фазу сензитивног периода у коме мора доћи до

адекватне стимулације уколико желимо да постигнемо оптималан развој моторике код деце. Сваки сензитивни период није и критични, али је критични период увек сензитивни. Тренинг током овог периода има највише утицаја на развој одговарајуће моторичке способности (33). Физичка активност, уколико је правилно дозирана, свакако доприноси развоју базичних моторичких способности деце у смислу повећања аеробне и анаеробне издржљивости, различитих типова снаге, брзине, координације, равнотеже, прецизности и флексибилности (15, 28, 34). У циљу адекватног развијања ових вештина неопходно је поштовати сензитивне фазе у развоју моторичких способности како би се оне развиле у пуном генетском потенцијалу и како би се остварили позитивни тренажни ефекти на развој мишићно-скелетног система деце (Табела 2.1).

БАЗИЧНЕ МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ	УЗРАСТ, ГОДИНЕ СТАРОСТИ			
	7-10	10-12	ПУБЕРТЕТ	АДОЛЕСЦЕНЦИЈА
			11-15 ♀ 12-16 ♂	13-19 ♀ 15-22 ♂
АЕРОБНА ИЗДРЖЉИВОСТ				
АНАЕРОБНА ИЗДРЖЉИВОСТ				
СНАГА				
БРЗИНА				
ГИПКОСТ				
КООРДИНАЦИЈА				
РАВНОТЕЖА				
ПРЕЦИЗНОСТ				

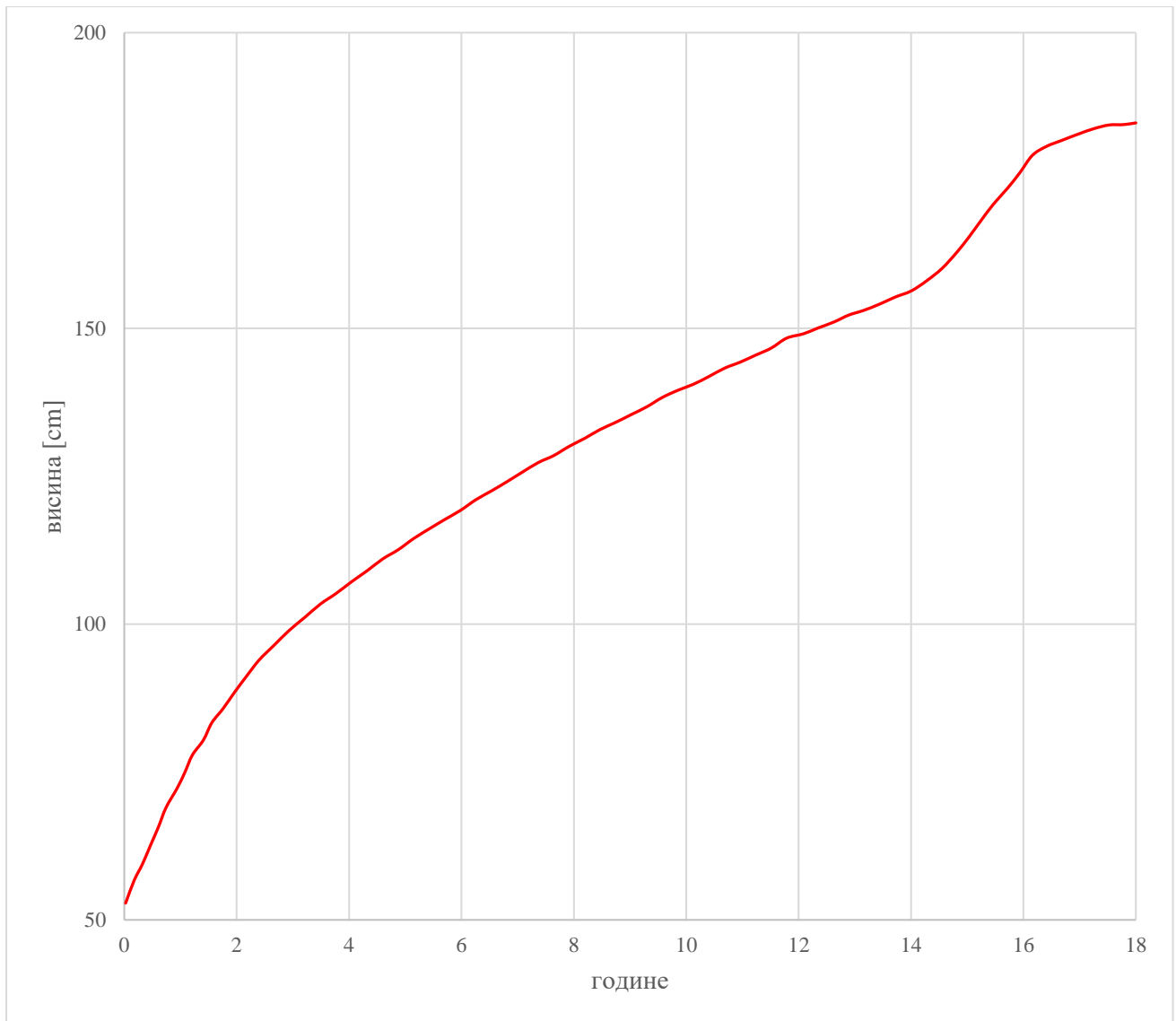
Табела 2.1. Преглед сензитивних периода у развоју моторичких способности: наранџаста боја – мањи утицај тренинга на развој способности; црвена боја – већи утицај тренинга на развој способности; ♀ - девојчице; ♂ - дечаци (33).

Сазревање

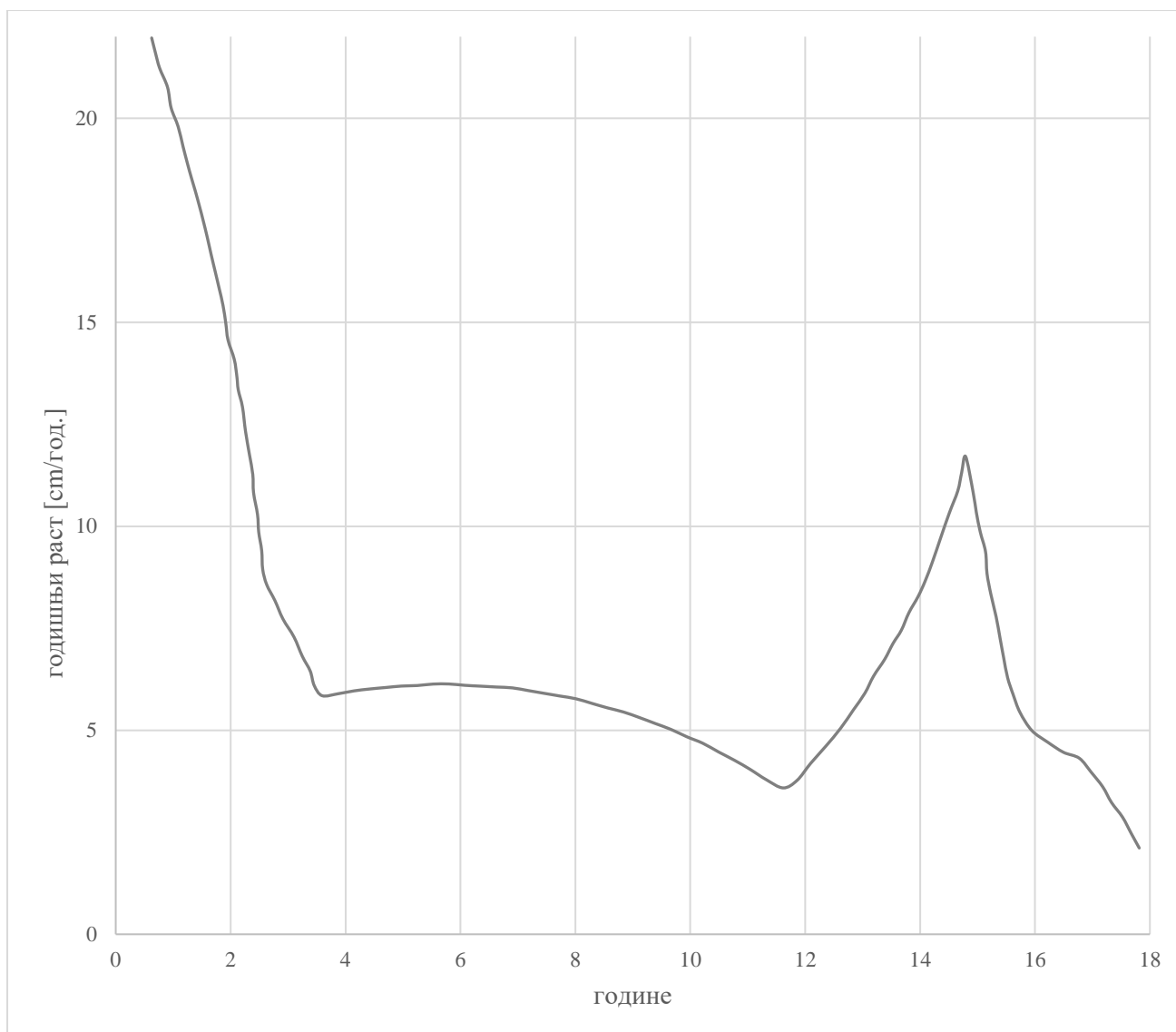
Сазревање представља биолошки процес стицања свих карактеристика одрасле особе у смислу соматске, сексуалне, скелетне и неуроендокрине матурације, то јест зрелости. Матурација нервног и ендокриног система, са једне стране, умногоме условљава исход процеса соматског, сексуалног и скелетног сазревања, док су са друге стране, ови процеси, сами по себи,

истовремено међусобно уско повезани и испреплитани. Уколико изостаје матурација неког од органских система, или се не одвија оптималним темпом, свакако ће и процеси сазревања осталих система бити лимитирани. Са практичног аспекта, најлакше је пратити соматско, сексуално и скелетно сазревање деце. Стога, научна истраживања која се баве овом тематиком иду у прилог одређивања, односно мерења индикатора соматске, сексуалне и скелетне зрелости, са циљем испитивања динамике процеса сазревања (8, 35).

Соматска зрелост најчешће се односи на завршетак раста у висину, односно на постизање коначне, адултне висине. Процес сазревања у соматском смислу најлакше се прати помоћу криве раста и њених параметара који су индикатори соматске зрелости. Нагли, односно изненадни пораст у висину, који се најчешће виђа на почетку адолесценције, као и максимална стопа, односно максимална брзина раста током овог периода, представљају два основна параметра криве раста (Слика 2.2 и Слика 2.3). Узrast, односно године старости при којем дете започиње нагли раст, као и године старости када се јавља максимална брзина раста, указују на ниво соматске зрелости. Нагли пораст у висину код девојчица најчешће се виђа између 9. и 10. године, достиже максимум око 12. године живота, а коначно се завршава око 16. године. Код дечака, ова акцелерација раста у висину виђа се између 10. и 11. године, максимум достиже око 14. године, а раст у висину коначно се завршава око 18. године живота (35).



Слика 2.2. Крива раста детета у односу на године старости – достизање коначне адултне висине (35).



Слика 2.3. Крива брзине раста детета – стопа раста (35).

Сексуална матурација започиње још у ембрионалној фази развоја. Најтурбулентније промене током овог процеса виђају се у пубертету и односе се на појављивање секундарних полних карактеристика и сазревање репродуктивног система. Управо је велика већина научних истраживања, а која се баве биолошком матурацијом деце, усмерена на праћење развоја секундарних полних карактеристика током пубертета са циљем процене степена сексуалне матурације (35, 36). Индикатори сексуалне зрелости односе се на: степен развијености груди и појаву менархе код девојчица, степен развијености пениса, скротума и тестиса код дечака, као и појаву и степен развијености пубичне маљавости код оба пола. Напредак у развоју ових карактеристика може се пратити кроз различите фазе процеса сексуалне матурације (8, 35). Фазе у развоју горе поменутих карактеристика описао је британски педијатар Џејмс Танер (енг.

James Tanner) и данас је општеприхваћена и најчешће коришћена тзв. Танерова скала сексуалне матурације која описује фазе у развоју груди код девојчица, гениталија код дечака и пубичне маљавости код оба пола (Табела 2.2).

	Развој груди - ♀	Генитални развој - ♂	Развој пубичне маљавости - ♀	Развој пубичне маљавости - ♂
Фаза 1	Само брадавица изнад нивоа грудног коша.	Пенис, скротум и тестиси исте су величине и пропорција као и током раног детињства.	Нема пубичне маљавости.	Нема пубичне маљавости.
Фаза 2	Елевација ареоле. Ареола постаје већа и тврђа у односу на период раног детињства.	Скротум и тестиси се повећавају. Кожа скротума постаје тања, смежурана и благо црвена. Нема већих промена у изгледу пениса.	Ретке, дуге, благо пребојене маље, равне или благо увијене, најчешће у пределу стидних усана.	Ретке, дуге, благо пребојене маље, равне или благо увијене, најчешће у пределу базе пениса и скротума.
Фаза 3	Увећање груди (већ личе на женске груди) и ареола, али без сепарације њихових контура.	Повећање пениса у дужину, без већих промена у ширину. Даље повећање величине скротума и тестиса. Скротум знатно више виси испод нивоа базе пениса.	Маље су знатно тамније боје, грубље и ковцавије, сада и у целом пубичном пределу.	Маље су знатно тамније боје, грубље и ковцавије, сада и у пределу око базе пениса.
Фаза 4	Брадавица и ареола издижу се изнад нивоа дојке и дају формацију сличну „насипу“.	Повећање величине пениса у дужину и ширину. Крај пениса има изглед конуса (гланс пениса). Даљи раст скротума (који постаје тамнији) и тестиса.	Маље су адултног типа (боја личи на боју косе, грубље су и увијене), али је прекривеност пубичне регије знатно мања него код одраслих жена.	Маље су адултног типа (боја личи на боју косе, грубље су и увијене), али је прекривеност пубичне регије знатно мања него код мушкараца.
Фаза 5	Груди су адултне. Брадавица се издиже изнад нивоа контура дојке, али не и ареола која је сада приметно тамније боје.	Пенис, скротум и тестиси имају величину и облик адултних гениталија.	Маљавост адултног типа и у смислу типа и квантитета, има облик обрнутог троугла. Може се ширити и на регију стомака.	Маљавост адултног типа и у смислу типа и квантитета, има облик обрнутог троугла. Може се ширити и на регију стомака.

Табела 2.2. Танерове фазе у развоју секундарних полних карактеристика девојчица и дечака. ♀ - девојчице; ♂ - дечаци (35).

Процена степена/фазе сексуалне матурације може се вршити директно: опсервацијом, односно прегледом деце од стране стручног лица и индиректно: фотографисањем наге деце и

упоређивањем фотографија са сликама и описом фаза развоја Танерове скале, као и методама самопроцене сексуалног сазревања када се од деце тражи да упореде своје секундарне полне карактеристике са сликама и описом Танерових фаза развоја. Скале самопроцене сексуалног развоја данас се све чешће користе у истраживањима јер се њима не нарушавају етички кодекси, не угрожава се дечија приватност, лаке су за употребу, а истовремено су и поуздане у смислу веродостојности добијених резултата (37 - 39).

Скелетна матурација односи се на развој коштаних структура деце који прогредира од развоја хрскавице до формирања самих костију. Процес скелетног сазревања најлакше се прати помоћу радиографије костију. Практично се може радити радиографија било ког екстремитета, али су истраживања показала да најпоузданије резултате, у смислу процене скелетне зрелости, даје радиографија леве шаке и левог ручног зглоба (36, 40). Приликом тумачења рендген снимака описују се две врсте костију: дуге кости (жбица; лат. *radius*, лакатна кост; лат. *ulna*, кости доручја, то јест метакарпалне кости и кости прстију шаке, односно фаланге) и неправилне, округле кости зглоба ручја, такозване карпалне кости. Свака дуга кост састоји се од дијафизе и два краја који се називају епифизе. Код деце су дијафиза и епифизе повезане зонама, односно плочама раста које су хрскавичаве структуре и самим тим се не визуализују радиографијом. Све дуге кости расту у дужину (соматски раст) пролиферацијом ћелија хрскавице које се налазе у зонама раста костију. Неправилне кости зглоба ручја иницијално настају из центра осификације, временом се шире и попримају облик и величину адултних костију. Промене које се дешавају у свакој кости током процеса матурације представљају индикаторе скелетне зрелости. Стога, степен скелетне матурације у датом тренутку може се одредити на основу: иницијалног појављивања центара осификације на рендген снимку (индикатор почетка замене хрскавичавог ткива коштаном ткивом), промена у величини и облику костију у смислу изгледа епифиза, дијафиза и самих карпалних костију и на крају, на основу достизања адултне величине и облика карпалних костију, то јест фузије, односно сједињавања епифиза са дијафизом других костију („затварање епифиза“, замена плоче/зоне раста епифизеалном линијом). Сматра се да комплетно затварање епифиза код девојчица настаје између 12. и 16., а код дечака између 14. и 19. године живота, што одговара појави скелетне зрелости (35, 41).

Физичка активност може позитивно или негативно утицати на све наведене компоненте сазревања детета, у зависности од тога како је дозирана, а нарочито у периоду пубертета и ране адолесценције када су присутне бурне промене током одрастања. Сматра се да је пубертет

период у коме долази до најизраженијих промена у погледу раста, развоја и сазревања деце, а и да само излагање физичкој активности у овом животном раздобљу може умногоме допринети унапређењу функције различитих органа и органских система дечијег организма (42, 43). Сходно томе, неопходно је сагледати функцију и карактеристике дечијег организма у целости, узети у обзир све специфичности које одликују одговарајуће периоде раста, развоја и сазревања деце, а потом се осврнути и на евентуалне утицаје физичке активности на организам детета током одрастања.

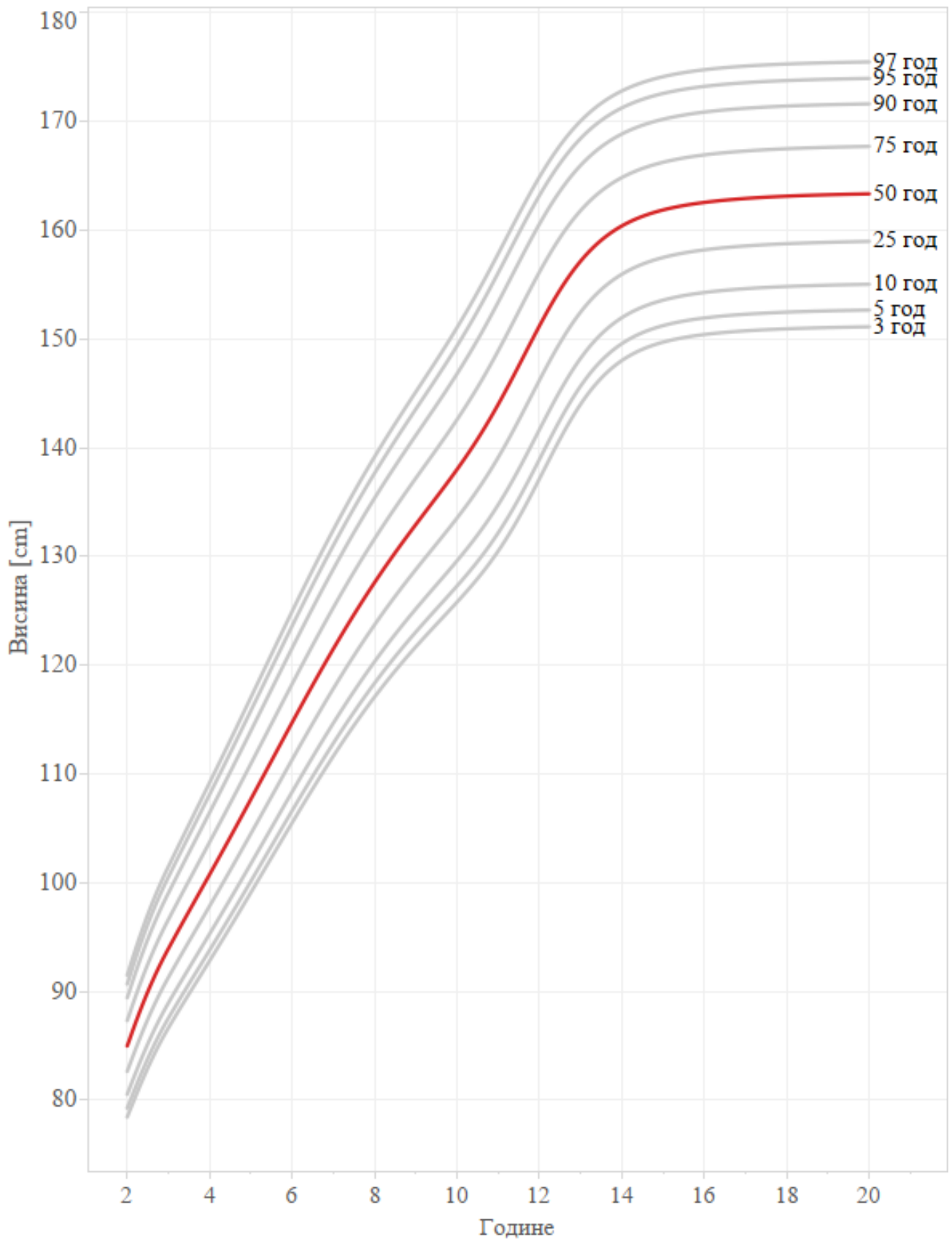
Антропометријске карактеристике и телесна композиција деце

Као што је већ раније речено, у циљу евалуације процеса раста, најпрактичније је праћење соматског раста деце, који се најчешће односи на раст тела у висину и повећање телесне тежине. Постоји велики број антропометријских мерења која се могу спроводити у ову сврху, а у зависности од циљева истраживања неопходно је направити селекцију истих. Ова мерења подразумевају праћење неке од четири антропометријске димензије:

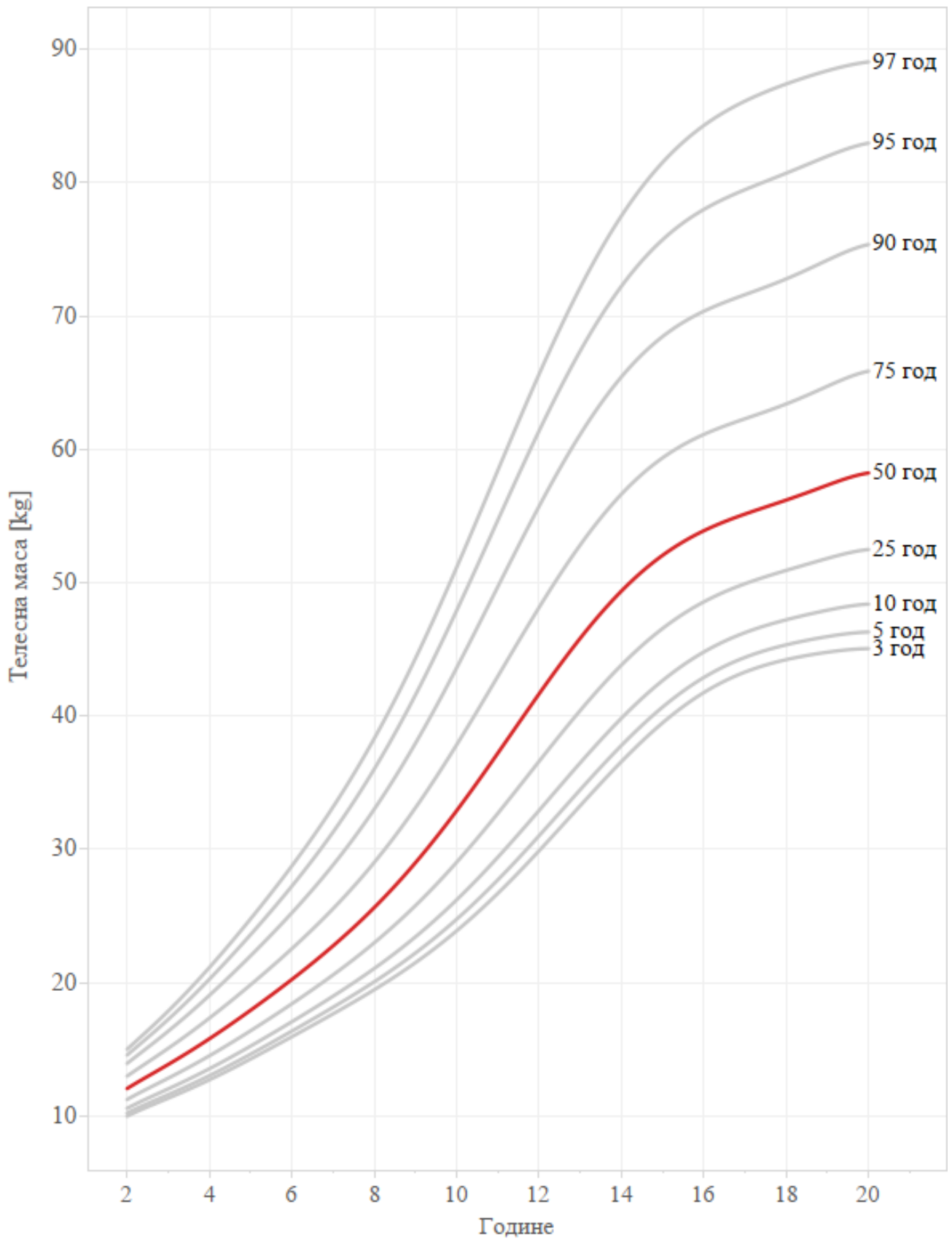
- ✚ Уздужна (лонгитудинална) димензија скелета: висина тела, седећа висина, распон руку, дужина руку и дужина ногу.
- ✚ Попречна (трансверзална) димензија скелета: ширина рамена (биакромиална ширина), ширина карлице (бикристална ширина), ширина кукова, ширина лактова и колена (биепикондиларне ширине).
- ✚ Телесна маса и обими: телесна тежина, обим грудног коша, обим абдомена, обими екстремитета (надлактица/подлактица и натколеница/потколеница).
- ✚ Поткожно масно ткиво: кожни набори надлактице, подлактице, трбуха, леђа, натколенице и потколенице – мере се калипером (32).

Одређивање одговарајућих антропометријских карактеристика омогућава и њихово међусобно повезивање чиме се добијају односи, то јест индекси две мерене варијабле. Однос базиран на висини и тежини тела (висинско-тежински однос или индекс телесне масе, енг. *Body Mass Index* (ВМІ)) најчешће је коришћен у научним истраживањима и указује на степен ухрањености одрасле особе код које су завршени раст и развој и достигнута матурација, а израчунава се према следећој формули: $\text{телесна маса}/(\text{телесна висина})^2 = \text{ВМІ (kg/m}^2\text{)}$. Проблем са свим индексима, па и са ВМІ, јесте да не уважавају специфичности везане за конституцију појединца. Стога, вредности ВМІ код деце могу бити нарушене због временске неусклађености раста у

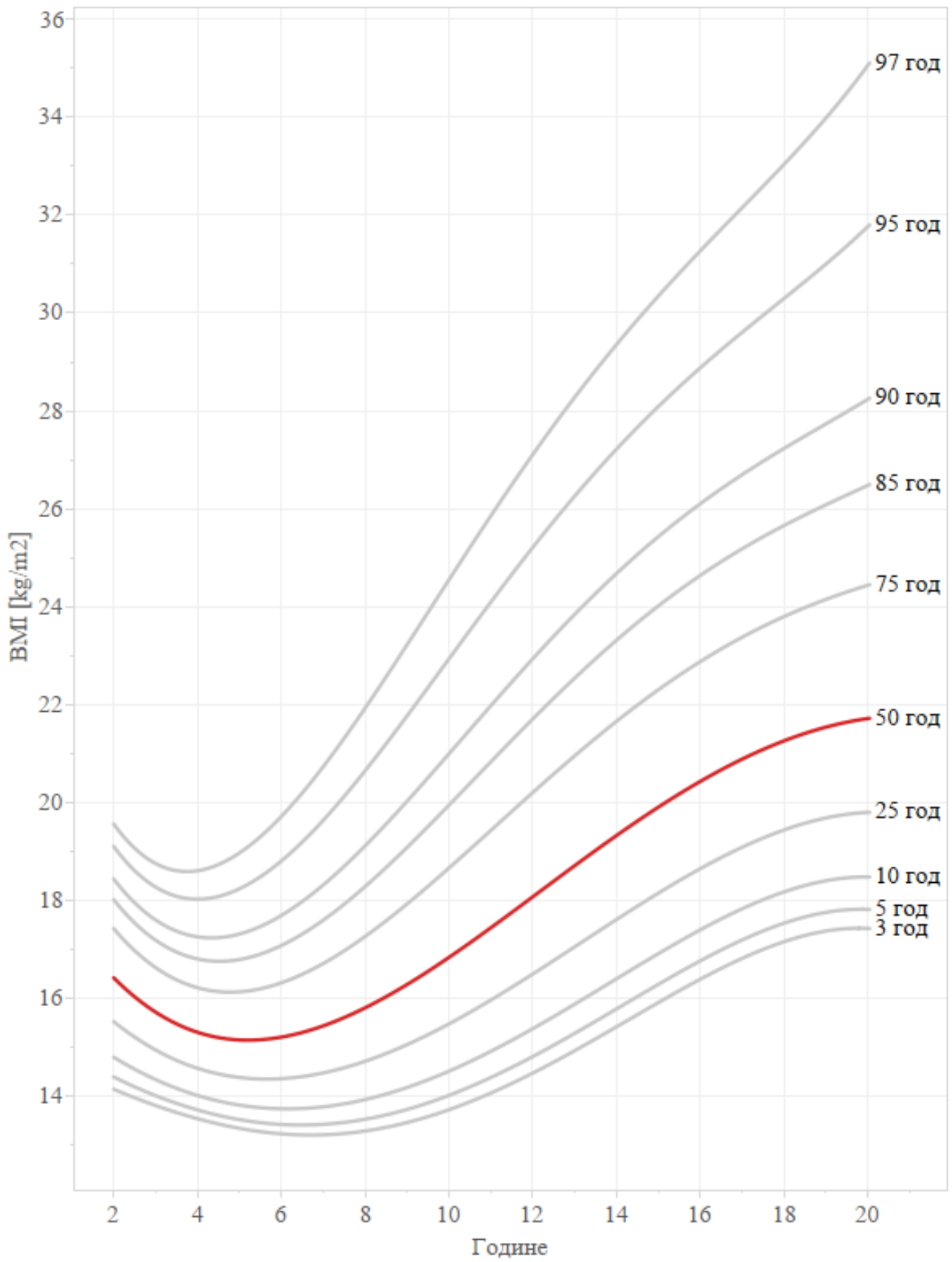
висину и самог телесног развоја и не могу се, саме по себи, користити за процену степена ухрањености. Због тога се за процену степена соматског раста и ухрањености деце користе вредности перцентилних норми за телесну висину, телесну масу и ВМІ, а које су представљене графиконима раста (Слике 2.4 – 2.9). Уколико се вредности мерених параметара налазе у распону 25-75% перцентила, сматра се да су деца нормалне телесне висине и тежине, односно ухрањености за своју животну доб (44).



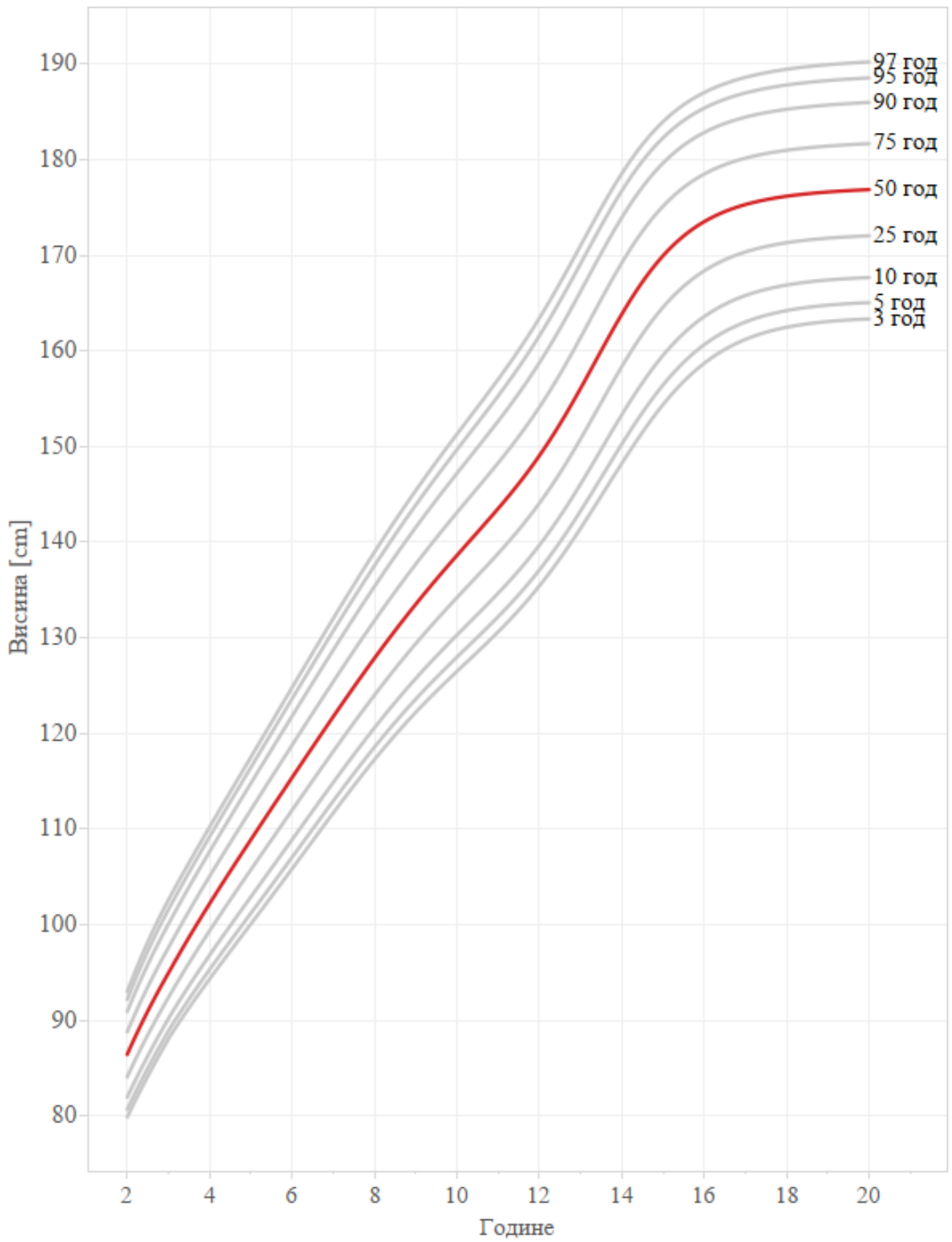
Слика 2.4. Перцентилне норме за телесну висину девојчица узраста 2 до 20 година (44).



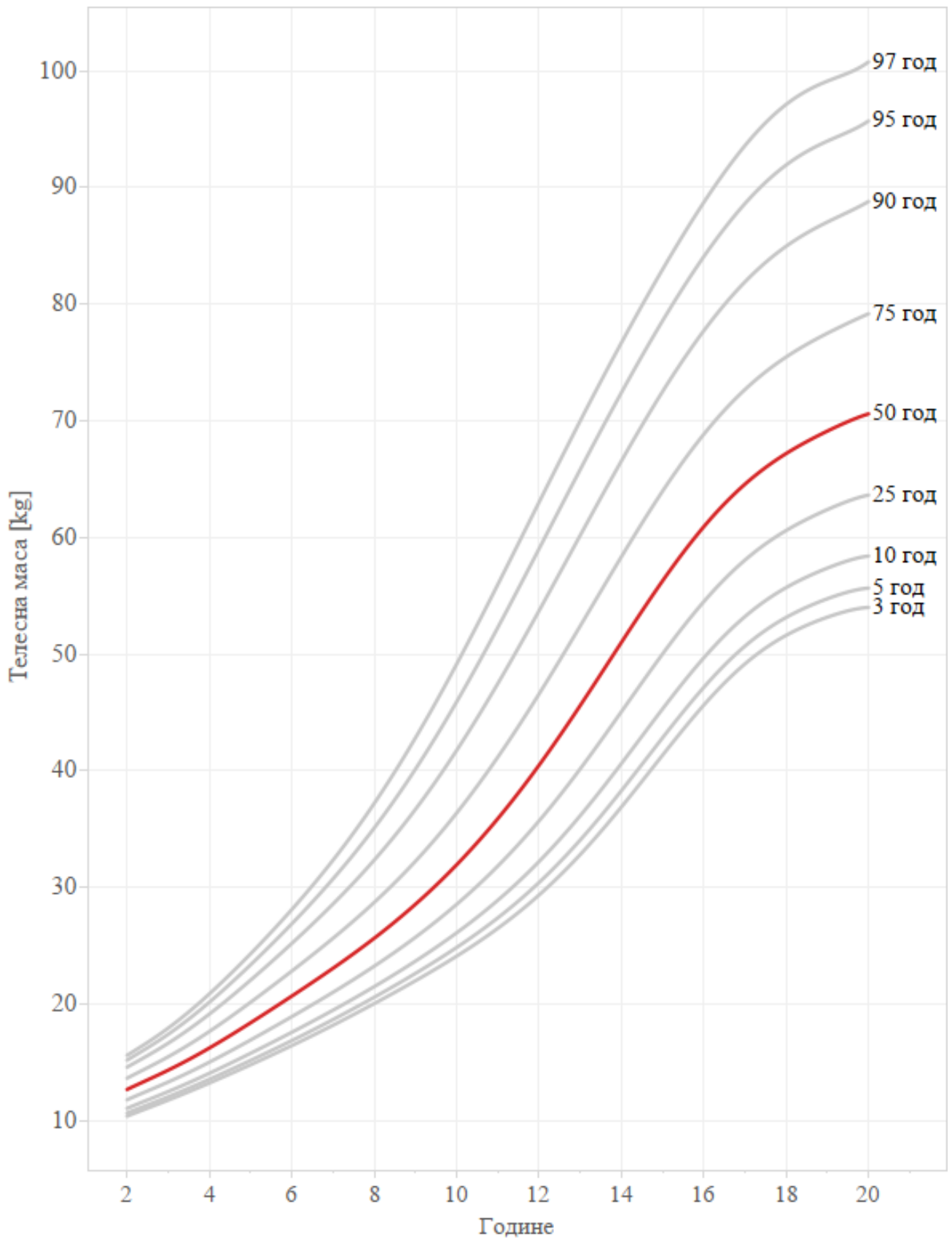
Слика 2.5. Перцентилне норме за телесну масу девојчица узраста 2 до 20 година (44).



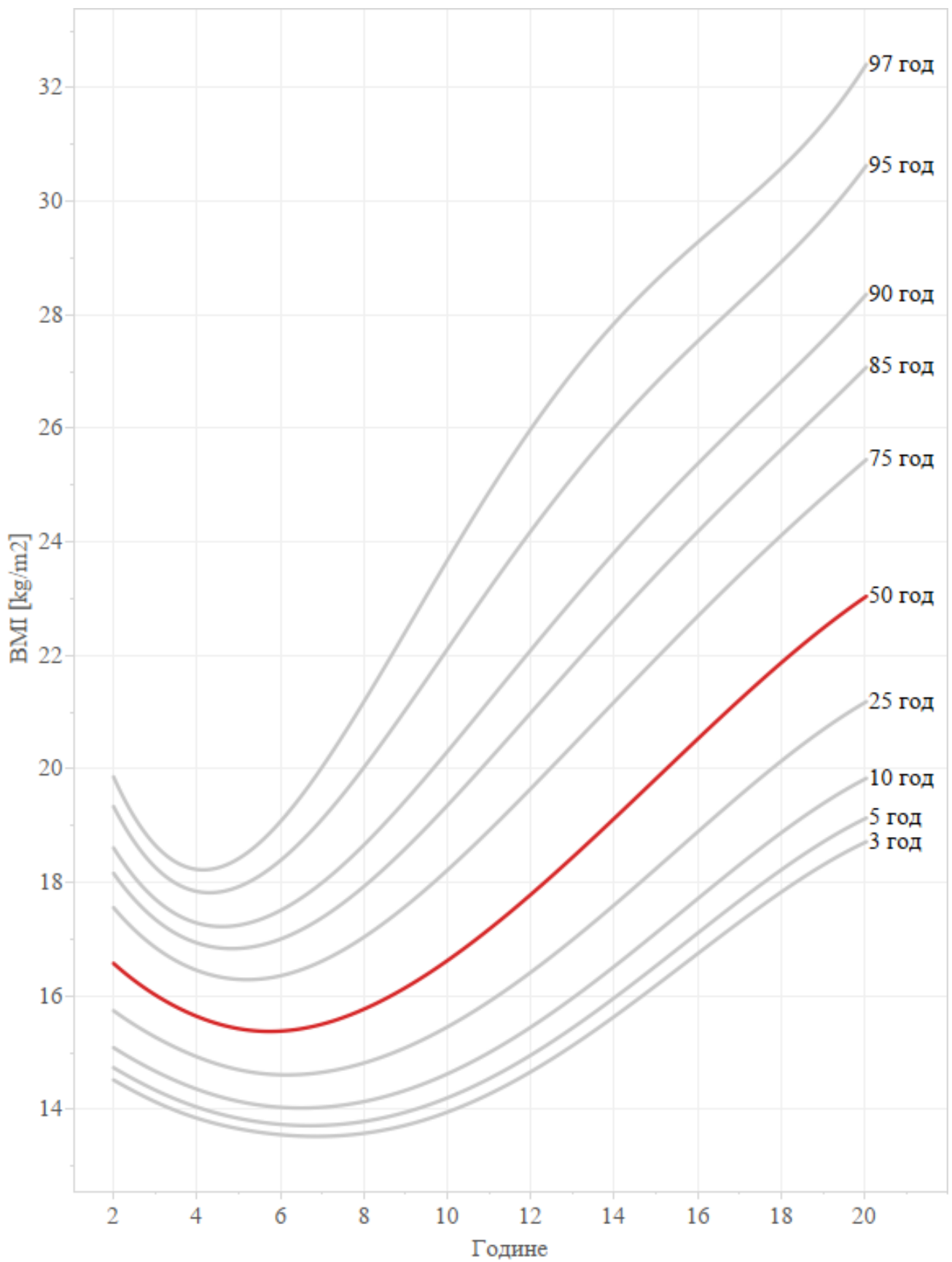
Слика 2.6. Перцентилне норме за ВМІ девојчица узраста 2 до 20 година (44).



Слика 2.7. Перцентилне норме за висину дечака узраста 2 до 20 година (44).



Слика 2.8. Перцентилне норме за телесну масу дечака узраста 2 до 20 година (44).



Слика 2.9. Перцентилне норме за ВМІ дечака узраста 2 до 20 година (44).

Са друге стране, подела и квантификација саме телесне масе на њене основне компоненте подразумева одређивање телесне композиције појединца. Сходно томе, састав тела може се сагледати на основу пет различитих нивоа (*Wang et al., 1992*), а за његово представљање може се користити један од такозваних вишекомпонентних модела (Табела 2.4):

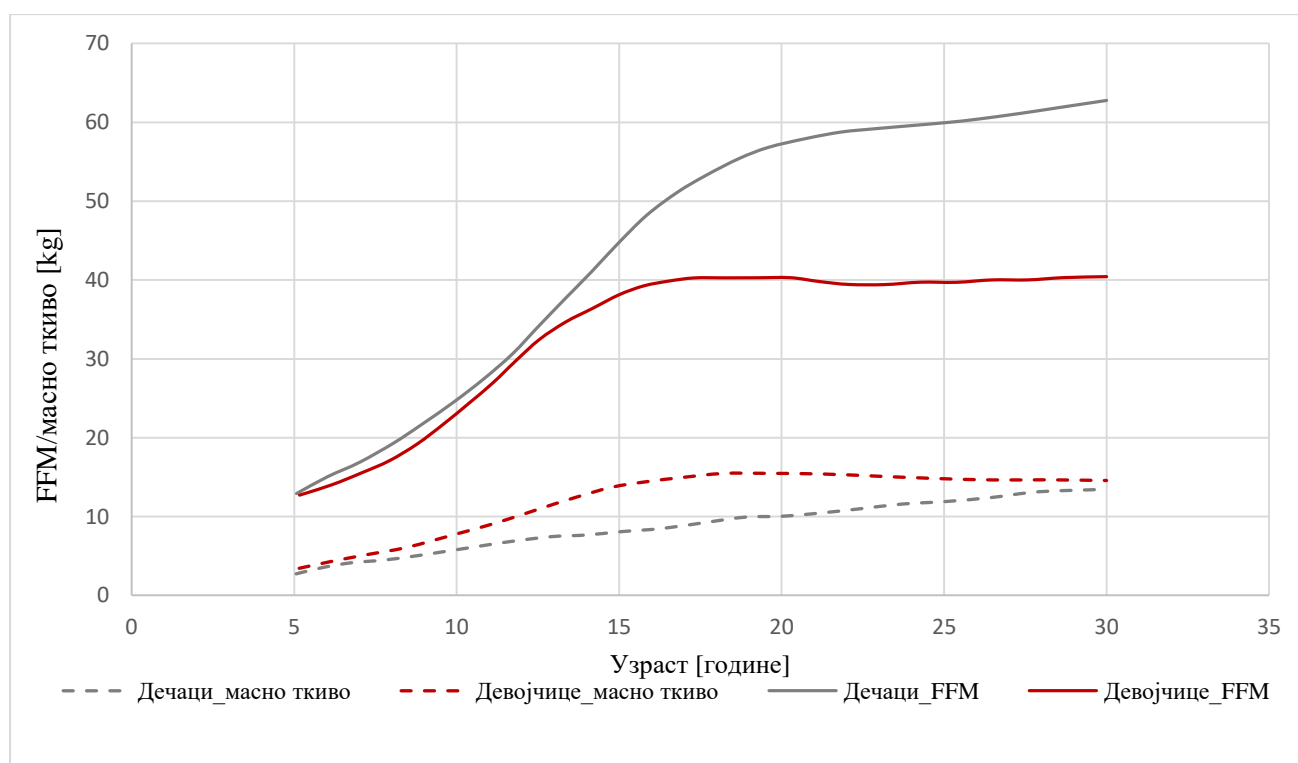
- ✚ ниво атома – хемијски елементи: кисеоник, угљеник, водоник и азот чине више од 95% телесне масе,
- ✚ молекуларни ниво – вода, протеини, минерали, гликоген и липиди,
- ✚ ћелијски ниво – ћелије и екстраћелијска течност и супстанце,
- ✚ ниво ткива – скелетни мишићи, масно ткиво, кости, органи,
- ✚ тело у целини – величина, облик, стас који се одређују антропометријским методама (45).

МОДЕЛ	ФОРМУЛА	ОПИС	МЕТОДЕ МЕРЕЊА
ДВОКОМПОНЕНТНИ МОДЕЛ	$TM = FFM + FM$	FFM представља хетерогену компоненту телесне композиције. Састоји се од воде, протеина, минерала и гликогена.	Антропометрија, подводно мерење, метода биоимпедансе.
ТРОКОМПОНЕНТНИ МОДЕЛ	$TM = TBW + FFDM + FM$	Овај модел подразумева поделу FFM на две компоненте: воду и суву безмасну телесну масу.	Подводно мерење, метода биоимпедансе, метода дилуције изотопа за одређивање TBW, СТ, MRI.
ЧЕТВОРОКОМПОНЕНТНИ МОДЕЛ	$TM = TBW + BM + FM + R$	У овом моделу, сува безмасна телесна маса даље је подељена на коштану масу (густина костију) и остатак који чини FFM.	DEXA, СТ, MRI, метода дилуције изотопа за одређивање TBW.

Табела 2.4. Мултикомпонентни модели телесне композиције (45, 46). TM – телесна маса; FFM – безмасна телесна маса (енг. *fat-free mass*); FM – масно ткиво (енг. *fat mass*), TBW – укупна телесна вода (енг. *total body water*); FFDM – безмасна телесна сува маса (енг. *fat-free dry mass*); BM – коштана маса (енг. *bone mineral*); R – остатак (енг. *residual*); СТ – компјутеризована томографија (енг. *computerized tomography*); MRI – магнетна резонанца (енг. *magnetic resonance imaging*); DEXA – остеодензитометрија (енг. *dual-energy X-ray absorptiometry*).

Најчешће коришћени модел за процену телесне композиције у научним истраживањима је двокомпонентни модел, нарочито код дечије популације. Међутим, са откривањем и усавршавањем нових и прецизнијих метода мерења, као и самих апарата, појавили су се и други

моделу за процену телесне композиције којима се добија увид у много више детаља, односно компоненти које улазе у састав тела (45, 46). Пошто су промене у телесној композицији деце врло бурне, као и сам процес одрастања, неопходно је пажљиво узети у обзир све специфичности везане за раст деце приликом одабира методе којом се мери телесна композиција. Најизраженије промене у погледу састава тела дешавају се током пубертета, односно почетка адолесценције захваљујући дејству полних хормона. У овом периоду виђа се нагли раст и повећање телесне тежине. Разлика у количини масног ткива постаје израженија на рачун девојчица (дејство естрогена), док се код дечака виђа нагли пораст безмасне телесне масе, односно мишићног ткива, услед дејства тестостерона (Слика 2.10). Код девојчица изостаје нагли пораст у мишићној маси, али се она ипак повећава са годинама на рачун хипертрофије, само спорије у односу на дечаке.



Слика 2.10. Промене у FFM и количини масног ткива код дечака и девојчица у односу на године старости (45). FFM – безмасна телесна маса (енгл. *fat-free mass*).

Такође, минерализација и повећање густине костију нагло се повећавају током адолесценције када се, адекватном исхраном и физичком активношћу, највише може утицати на правилан раст и развој костију деце (8, 46).

Утицај физичке активности на антропометријске карактеристике и телесну композицију деце

Сматра се да физичка активност нема утицаја на постизање веће коначне висине, нити утиче на стопу раста у висину. Са друге стране, велики број студија је показао да континуирана физичка активност нема ни негативних утицаја на раст, што одбацује тврдње мањег броја научних истраживања да се низак раст и спорија стопа раста могу објаснити утицајем интензивног тренинга (8, 47, 48).

Разлике у телесној тежини између деце која се баве спортом и физички неактивне деце су мале и нису статистички значајне (48). Међутим, сматра се да континуирани тренинг може утицати на одговарајуће компоненте телесне композиције. Мишићно, масно и коштано ткиво представљају основне компоненте телесне масе и у највећој мери се могу мењати под утицајем физичке активности. Редовна физичка активност, како аеробног, тако и анаеробног типа, може допринети повећању мишићне масе и смањењу масног ткива, а нарочито код девојчица у периоду пубертета када због повећаног лучења естрогена долази до израженог складиштења масти (нарочито у пределу груди и бедара), а стопа пораста мишићне масе се знатно успорава (22, 42, 49, 50). Ипак, неопходан је већи број лонгитудиналних студија како би се утврдило у којој мери је повећање мишићне масе условљено самим растом и развојем, а колико утицаја заиста има специфичан вид тренинга. Такође, количина масног ткива умногоме зависи од навика у исхрани деце, а не само од навика у погледу упражњавања физичке активности. Нису ретки случајеви да изразито активна деца имају вишак масног ткива, а да са друге стране деца која воде седентарни начин живота имају нормалну телесну композицију. Томе у прилог иде и значајан број истраживања чији резултати нису показали веће разлике у проценту телесне масти између активне и неактивне деце (20, 48, 51, 52). Додатно, сматра се да висок интензитет физичке активности, а не обим тренинга, утиче на промене у смислу потенцијалне редукције масног ткива тренингом (22, 48, 52).

Континуирани тренинг снаге, прилагођен узрасту детета, поред тога што утиче на раст мишићног ткива, омогућава и нормалан раст костију у смислу њихове ширине, густине и чврстине, што у одраслом животном добу може превенирати настанак остеопорозе која је врло честа код жена (34, 53). Сматра се и да плиометријске вежбе (вежбе скочности, то јест експлозивне снаге) умногоме доприносе формирању костију јер припоји мишића у пределу

зона/плоча раста костију својим наизменичним концентричним и ексцентричним контракцијама стимулишу ћелије хрскавице и доводе до повећања минерализације костију (8, 48, 53).

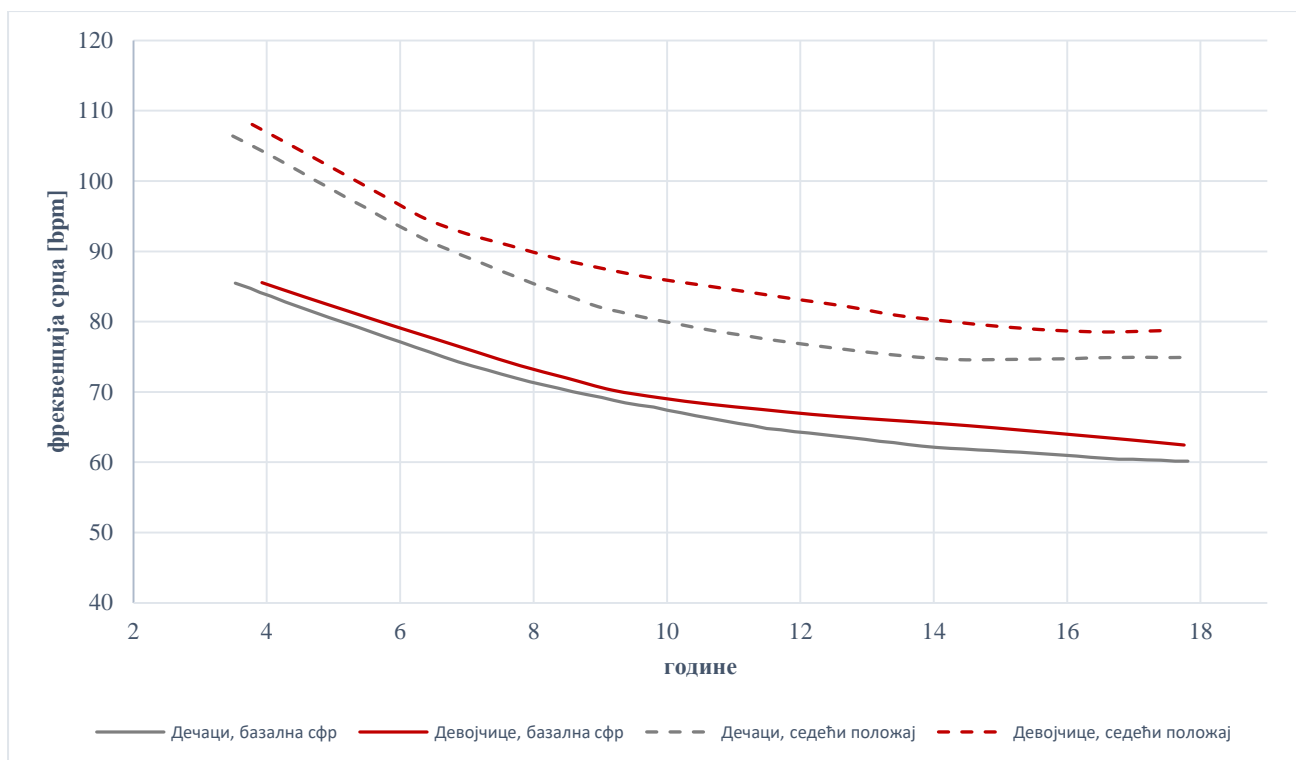
Функционалне карактеристике физичке способности деце

Физичка способност организма умногоме зависи од самог функционалног стања организма, односно од развијености и способности различитих органских система да се адаптирају на физичку активност и што ефикасније и ефективније створе енергију за рад. Ниво физичке способности зависи од функције кардиоваскуларног, респираторног, скелетно-мишићног, нервног, ендокриног и других органских система. Сви они, у мањој или већој мери, имају задатак да обезбеде енергију за физички рад, и у том смислу, представљају карике у ланцу који суштински дефинише физичку способност, то јест утренираност једног појединца. Јасно је да уколико нека од карика у ланцу не функционише адекватно, биће лимитирана не само физичка способност организма, већ ће бити нарушено и његово здравље. Већ раније је речено да су најбитније карике у поменутом ланцу кардиоваскуларни и респираторни систем, па се сходно томе већина научних истраживања базира на одређивању и праћењу карактеристика ових органских система са циљем евалуације њиховог развоја, функције и потенцијалних адаптационих промена на физичку активност током одрастања деце.

Кардиоваскуларни систем деце

Срчана фреквенција, ударни и минутни волумен срца, као и артеријски крвни притисак представљају основне детерминанте функције кардиоваскуларног система, како одраслих, тако и деце. Величина срца, у смислу волумена и масе, повећава се са повећањем телесне висине и тежине, од рођења до периода адолесценције. Промене у величини срца највише прате тренд криве раста за телесну тежину, што значи да се са порастом телесне масе, а нарочито безмасне телесне масе (FFM), повећава и величина самог срца (54).

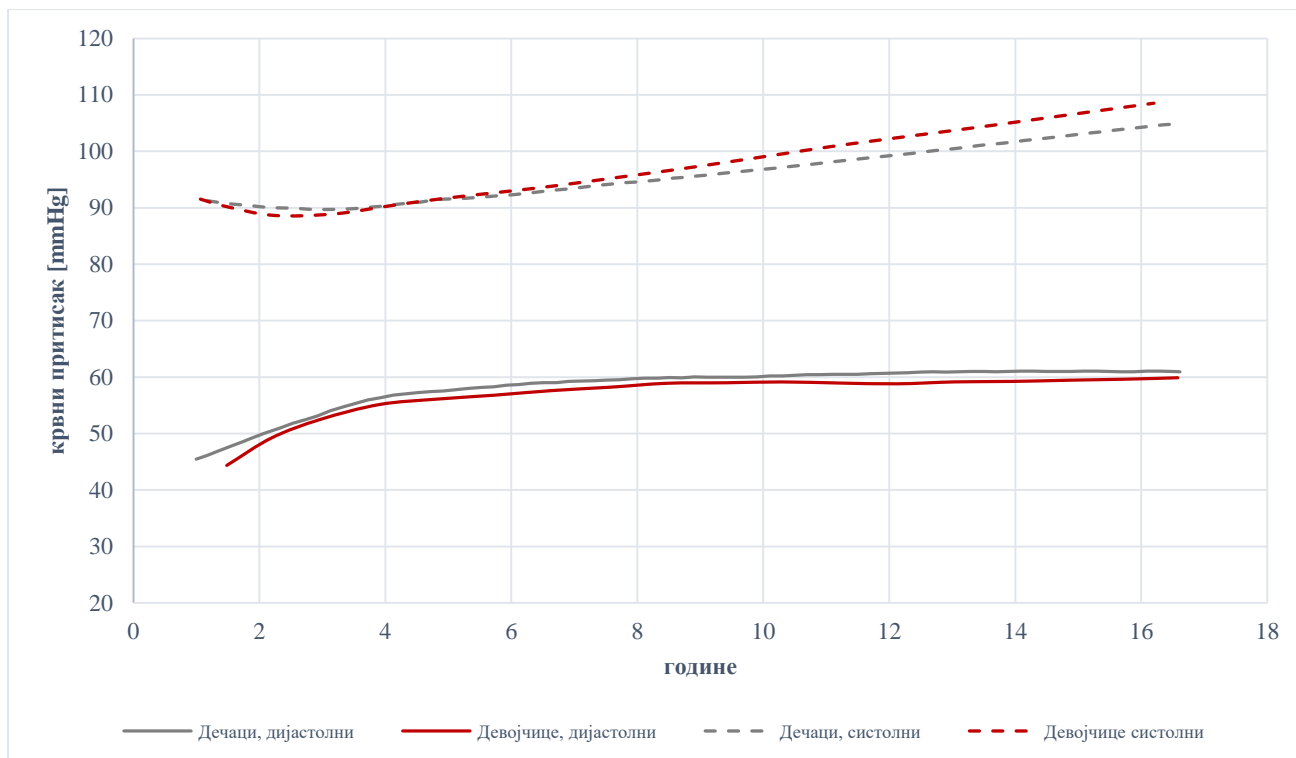
Због мањих димензија срца деца имају мањи ударни и минутни волумен у односу на адултну популацију. Ниже вредности ударног и минутног волумена срца деца компензују вишим вредностима срчане фреквенције (8, 54). Просечна срчана фреквенција на рођењу детета је око 140 ± 20 удара/минуто, да би са порастом телесне висине и тежине, па самим тим и повећањем димензија срца, већ око 10. године живота ове вредности спале на око 70-80 удара/минуто (Слика 2.11).



Слика 2.11. Промене у вредностима срчане фреквенције у лежећем (базалном) и седећем положају дечака и девојчица током одрастања (54).

Количина крви коју лева комора избаци током једне контракције (ударни волумен срца) на рођењу износи свега 3 до 4 mL. До почетка адолесценције ударни волумен срца износи око 40 mL, а током овог периода ове вредности нагло расту и приближавају се вредностима младе одрасле особе (~ 60 mL). Такође, вредности минутног волумена срца (производ срчане фреквенције и ударног волумена) расту од око 0.5 L/min на рођењу до око 5 L/min на крају адолесценције (54).

Вредности артеријског крвног притиска директно су повезане са величином тела. Стога, деца, због мањих димензија тела, имају и ниже вредности артеријског крвног притиска у односу на одрасле. Разлике у овим вредностима постоје и између деце исте хронолошке старости, али различитих биолошких година. Деца која у датом тренутку имају већу телесну висину, тежину и ВМІ, имају и више вредности крвног притиска у односу на своје хронолошке вршњаке, али млађе у смислу биолошке старости (8, 54). Сходно свему наведеном, током раста и развоја долази и до постепеног повећања артеријског крвног притиска код деце (Слика 2.12).



Слика 2.12. Промене у вредностима артеријског крвног притиска код дечака и девојчица током одрастања (54).

Због мањих димензија срца и мање телесне масе, укупни волумен крви код деце такође је знатно нижи него код одраслих. Волумен крви новорођенчета износи свега 300 до 400 mL и вишеструко је мањи у односу на волумен одрасле особе који износи око 5 L. Као и остале компоненте кардиоваскуларног система, и ова се постепено повећава током одрастања пратећи образац криве раста за телесну тежину. Са заврштеком соматског раста постижу се и адултне вредности укупног волумена крви, како у смислу крвне плазме, тако и у погледу ћелија крви (54).

Одговор кардиоваскуларног система деце на физичку активност

Ниже вредности ударног и минутног волумена срца, уз мањи укупни волумен крви, умногоме условљавају одговор кардиоваскуларног система деце на физички напор, нарочито у поређењу са адултном популацијом. Потрошња кисеоника од стране мишића, па самим тим и количина створене енергије за рад, условљена је такозваним Фиковим принципом. Овај принцип објашњава однос између ћелијског метаболизма и функције кардиоваскуларног система и суштински подразумева да потрошња кисеоника зависи од количине крви која се допреми у мишићно ткиво и количине кисеоника коју мишићи преузму из допремљене крви. Из овог принципа произилази и Фикова једначина која јасно показује да потрошња кисеоника зависи

од минутног волумена срца и разлике у концентрацији кисеоника артеријске и венске крви на нивоу мишићног ткива: $VO_2 = (MV \times (a-v)O_2)$. Стога, уколико се у обзир узму ниже вредности ударног и минутног волумена срца деце, јасно је да ће одговор њиховог организма на физичку активност бити значајно другачији у односу на адултну популацију.

Како у миру, тако и у напору, деца компензују мањи ударни волумен срца вишом срчаном фреквенцијом. Такође, ниже вредности крвног притиска код деце које се бележе не само у миру, већ и током напора условљене су мањим периферним отпором на нивоу мишића. Стога ће, током вежбања, доток крви у мишиће бити знатно повећан (прекомерна перфузија). Такође, још један начин дечијег организма да компензује нижи ударни волумен срца од којег доминантно зависи доток O_2 до мишића, па самим тим и стварање енергије за физички рад, јесте и већа артеријско-венска разлика у количини кисеоника $((a-v)O_2)$ што додатно повећава укупну потрошњу кисеоника од стране мишићног ткива. Ипак, више вредности срчане фреквенције, нижи периферни отпор и већа $(a-v)O_2$ само донекле могу компензовати нижи ударни волумен срца. Стога су и вредности минутног волумена срца деце знатно ниже током физичке активности у односу на одрасле, што битно лимитира њихове перформансе, нарочито током максималног оптерећења (8, 55). Сходно томе, током максималног напора, деца постижу и ниже вредности кисеоничког пулса (O_2 пулс) који представља индиректну меру ударног волумена срца. Количина O_2 коју срце допрема до мишића током физичке активности при свакој контракцији, мања је код деце у односу на одраслу популацију, што додатно иде у прилог нижег ударног и минутног волумена срца. Сматра се да утренирани појединци постижу знатно више вредности максималног O_2 пулса у односу на седентарну популацију, што индиректно иде у прилог повећања ударног волумена срца. Ипак, не постоји већи број студија који доказује или одбацује ове тврдње када су у питању деца (2, 22, 55). Како је већ речено, са порастом телесне масе, унапређује се и одговор кардиоваскуларног система деце на физичку активност, али није јасно дефинисано у којој мери вежбање утиче на функцију овог органског система током одрастања.

Респираторни систем деце

Са напретком раста и развоја деце, долази и до развоја и побољшања функције плућа. Сам респираторни процес има три компоненте и суштински се све три унапређују од рођења до краја адолесценције:

- ✚ дифузиони капацитет плућа на нивоу алвеола: омогућава несметану размену гасова (O_2 и CO_2) између организма детета и спољашње средине,
- ✚ транспорт O_2 до ткива и CO_2 ван организма у циљу одржавања његове хомеостазе,
- ✚ коришћење O_2 на ћелијском нивоу у циљу стварања енергије за рад (54).

Прва компонента респираторног процеса односи се на плућну вентилацију (VE) и размену гасова између циркулације и плућа, а дефинише се као спољашња респирација. Вентилација плућа представља производ фреквенције дисања респираторног волумена (тидал), односно процес дисања којим O_2 доспева у организм, а CO_2 се елиминише из истог, а изражава се у L/min (минутна плућна вентилација). Фреквенција дисања по рођењу износи око 40 респирација у минути, да би ова вредност до прве године живота спала на 30/минути. Након 6. године живота фреквенција дисања полако достиже вредности адултне особе и почетком периода адолесценције износи око 16-17 респирација у минути (54). Пошто се размена гасова (процес дифузије) дешава на нивоу алвеола, битно је напоменути да одређена количина O_2 која се удахне ипак не доспева до њих, односно не учествује у размени гасова. Ова количина ваздуха остаје заробљена у дисајним путевима у виду такозваног мртвог простора. Што је дисање брже и плиће, то је мртви простор већи, што значи да мања количина удахнутог ваздуха учествује у размени гасова. Следствено, ефикасност плућа да адекватно обезбеде снабдевање организма кисеоником се смањује, нарочито током физичке активности. Такође, у овом случају умањена је и ефикасност респираторног система да елиминише акумулирани CO_2 из организма. Уколико се у обзир узме чињеница да је респираторна фреквенција већа код деце него код одраслих, онда је јасно да је код њих дисање плиће и брже. Ово за последицу има већи мртви простор и смањену вентилаторну ефикасност деце у односу на адултну популацију, чиме су њихове спортске способности умногоме лимитиране (56-58).

Друга компонента респираторног процеса односи се на транспорт гасова у циркулацију и представља спону између спољашње и унутрашње респирације. Унутрашња респирација односи се на трећу компоненту респираторног процеса и подразумева размену гасова на нивоу капилара, односно дифузију O_2 и CO_2 између капиларне крви и мишића. Јасно је да је сам процес унутрашње респирације ограничен спољашњом респирацијом од које зависи количина O_2 која се допрема до мишића са циљем стварања енергије за рад. Са повећањем телесне висине и масе, долази и до повећања VE и вентилаторне ефикасности, па самим тим и ефикасности комплетног респираторног процеса. Такође, вредности плућних волумена, протока и капацитета у

позитивној су корелацији са соматским растом деце. Сматра се да раст у висину, а не сам узраст деце, највише доприноси повећању горе наведених параметара (8, 54).

Одговор респираторног система деце на физичку активност

Повећање вредности плућних волумена, протока и капацитета током одрастања деце доприноси и ефикаснијем одговору респираторног система на физичку активност у смислу лакшег снабдевања организма O_2 и успешније елиминације CO_2 . Такође, максимална VE постигнута током високоинтензивног вежбања расте са порастом антропометријских димензија тела. Забележене вредности VE током максималног напора код дечака узраста између 4-6 година износе око 40 L/min, док се на крају адолесценције бележе знатно веће вредности од чак 110-140 L/min. Код девојчица се бележи исти тренд у смислу пораста VE , али су вредности мање у односу на дечаке због мањих димензија тела, нарочито грудног коша (8, 56, 59). Како је већ речено, због мањих димензија тела, виших вредности респираторне фреквенције и већег мртвог простора, деца имају мању вентилаторну ефикасност у односу на одрасле, што битно лимитира њихове способности, нарочито при физичкој активности високог интензитета и пролонгираног трајања. Овоме у прилог иду и више вредности вентилаторних еквивалента за O_2 (VE/VO_2) и CO_2 (VE/VCO_2) деце у односу на адултну популацију, што умногоме отежава адекватно снабдевање организма O_2 и елиминацију CO_2 . Вентилаторна ефикасност плућа знатно се повећава почетком пубертета и достиже адултне вредности крајем адолесценције. Најбољи вид мерења вентилаторне ефикасности плућа током напора је VE/VCO_2 *slope* метода којом се одређује нагиб криве односа између вентилације и произведеног CO_2 током кардиопулмоналног теста оптерећењем (енг. *cardiopulmonary exercise testing* – СРЕТ). Нагиб ове криве представља количину вентилације (L/min) неопходне за елиминисање 1 литра CO_2 (58, 59). Нормалне вредности крећу се између 20 и 30 и указују на нормалну функцију плућа и одговор респираторног система на максимално оптерећење. Вредности VE/VCO_2 *slope* изнад 30 подразумевају, или опструкцију на нивоу респираторног система, која се у том случају мора потврдити или одбацити додатним пулмолошким испитивањима, или изузетно лоше кондиционо стање организма (60).

Метаболички одговор организма на физичку активност

Енергија потребна за обављање физичког рада може се обезбедити анаеробним или аеробним метаболизмом, а све у зависности од интензитета и трајања вежбања.

Анаеробни метаболизам заслужан је за брзо обезбеђивање енергије, али количина аденозин трифосфата (АТР) добијена на овај начин брзо се троши јер се енергија у условима без кисеоника ствара за обављање високоинтензивног, краткотрајног рада који врло брзо црпи енергетске резерве. Два система кључна су за функцију анаеробног метаболизма. Први је систем „АТР - креатин фосфат“ који врло брзо обезбеђује енергију за рад у виду АТР-а, али за високо интензивну физичку активност трајања свега 10-15 секунди. Практично, један молекул креатин фосфата даје само 1 mol АТР-а. Током овог процеса не долази до стварања и акумулације лактата у крви и мишићима (алактатни анаеробни метаболизам). Уколико високоинтензивна физичка активност траје дуже од 10-15 секунди, енергију за рад, у том случају, обезбеђује анаеробни гликолитички систем, када се разградњом гликогена из јетре (гликогенолиза) или глукозе из хране (гликолоза), у условима без кисеоника, добија 3 mol АТР-а гликогенолизом, односно 2 mol АТР-а гликолизом. Током овог процеса долази до стварања и акумулације лактата у крви и мишићима, што последично доводи до инхибиције мишићне контракције и замора (лактатни анаеробни метаболизам). Стога, енергија добијена овим путем обезбеђује физички рад у трајању од 10-15 секунди до 2-3 минута (61).

Са друге стране, аеробни метаболизам обезбеђује енергију за вршење физичког рада ниског до умереног интензитета, знатно спорије у односу на анаеробни метаболизам, али у дужем временском периоду. Процесом оксидативне фосфорилације, у митохондријама ћелија, долази до разградње гликогена из јетре или глукозе из хране (аеробна гликогенолиза, односно гликолоза), при чему се, када се у обзир узме и утрошак енергије за транспорт АТР-а дуж митохондријалне мембране, укупно добија 33, односно 32 mol АТР-а, што је знатно више у односу на енергију добијену анаеробним метаболизмом. Такође, у аеробним условима долази и до разградње триглицерида (липолиза), при чему се разградњом 1 молекула палмитинске киселине (16 угљеникових атома у ланцу) добија чак 129 mol АТР-а, што обезбеђује знатну количину енергије за вршење изузетно дуготрајног рада, али искључиво у аеробним условима (61).

Ниједна физичка активност никада није 100% аеробна или 100% анаеробна. Током сваког типа вежбања увек долази до преплитања аеробног и анаеробног метаболизма, и сваки, у мањој или већој мери, обезбеђује енергију за физички рад. Суштински, приликом започињања аеробне физичке активности, респираторни и васкуларни систем не обезбеђују моментално довољну количину кисеоника која треба да се допреми до мишића за вршење рада. Стога су, анаеробни

метаболизам (АТР и креатин фосфат), као и депои O_2 у организму (миоглобион, хемоглобин) ти који обезбеђују енергију за почетак вежбања. Тек након неколико минута потрошња O_2 (mL/min) достиже ниво који може да обезбеди енергију за вежбање током стабилног стања организма (енг. *steady state*), када је аеробни метаболизам најфункционалнији и обезбеђује онолико кисеоника колико је довољно мишићима да створе енергију за рад датог интензитета (постиже се равнотежа између потражње и производње енергије). Разлика у потреби организма за O_2 на почетку вежбања и тренутној количини O_2 која се допрема до активних мишића назива се кисеонички дефицит (62). Како физичка активност прогредира и интензитет расте, тако долази и до повећане продукције и акумулације лактата у крви и мишићима (организам се више не налази у стабилном стању). Када продукција лактата почне да превазилази способност организма да их одстрани достиже се аеробни праг (енг. *aerobic treshold* - АТ). Сматра се да је концентрација лактата на овом прагу око 2 mmol/L. У зависности од тога како се одређује и у којој литератури се користи, аеробни праг се још назива и „лактатни праг“, „први вентилаторни праг“ или „анаеробни праг“ (63). Достижање АТ подразумева постепен прелазак организма са аеробних на анаеробне изворе енергије. На овом интензитету физичке активности долази до преплитања аеробног и анаеробног метаболизма. Компензаторни одговор организма на повишену концентрацију лактата и водоникових јона, односно снижење рН вредности крви, јесте процес пуферовања бикарбонатима (изокапнијско пуферовање – период стабилног лактатног стања). У тренутку када се исцрпе пуферске резерве организма, наступа период нестабилног лактатног стања, када долази до поновног наглог скока концентрације лактата и водоникових јона у крви. Овај тренутак подразумева достизање анаеробног прага (енг. *anaerobic treshold* - АnТ) или „други вентилаторни праг“, „други лактатни праг“, односно „тачку респираторне компензације“. Концентрација лактата на овом прагу је око 4 mmol/L. Изнад АnТ организм компензује насталу ацидозу само хипервентилацијом, а енергија се ствара искључиво у анаеробним условима. Физичка активност изнад АnТ је високоинтензивна, максимална активност и брзо доводи до појаве замора и прекида вежбања (64). Овоме у прилог иду и вредности коефицијента респираторне размене гасова (енг. *respiratory exchange ratio* = CO_2/O_2 - RER) које при максималном напору износе 1.10 и више и тиме представљају објективну меру постигнутог напора (Табела 2.5). На овај начин организм помоћу респираторног система покушава да елиминира акумулирани CO_2 и тиме компензује насталу ацидозу. Обзиром на висок интензитет напора, количина удахнутог ваздуха, па самим тим и O_2 се смањује, чиме вредности RER расту. Суштински, постигнуте вредности RER током напора

одраз су способности организма да толерише повишене концентрације лактата у крви и мишићима, то јест физичку активност у искључиво анаеробним условима, што често могу да остваре само добро утренирани појединци. Додатно, RER у напору, који се односи на размену гасова на нивоу плућа, индиректно одсликава метаболички одговор организма на високоинтензивну физичку активност. Треба напоменути да је RER у миру и током „*steady state*“ вежбања исто што и респираторни количник (енг. *respiratory quotient* – RQ), који представља однос продукованог CO₂ и утрошеног O₂ на нивоу ћелија (метаболизам на нивоу ћелија). Вредности RQ указују на супстрат (угљени хидрати, масти, протеини) који је доминантно заступљен у исхрани, али и који се доминантно користи као гориво за стварање енергије током вежбања (Табела 2.6).

RER вредности	ОСТВАРЕН ИНТЕНЗИТЕТ/НАПОР	% у односу на максималну срчану фреквенцију
< 1	врло низак, низак /слаб	50-70%
1.00 – 1.10	умерен/субмаксимални	70-80%
1.10 – 1.20	висок/максимални	80-90%
> 1.20	врло висок/изразит, супрамаксимални	од 90% до ≥ 100%

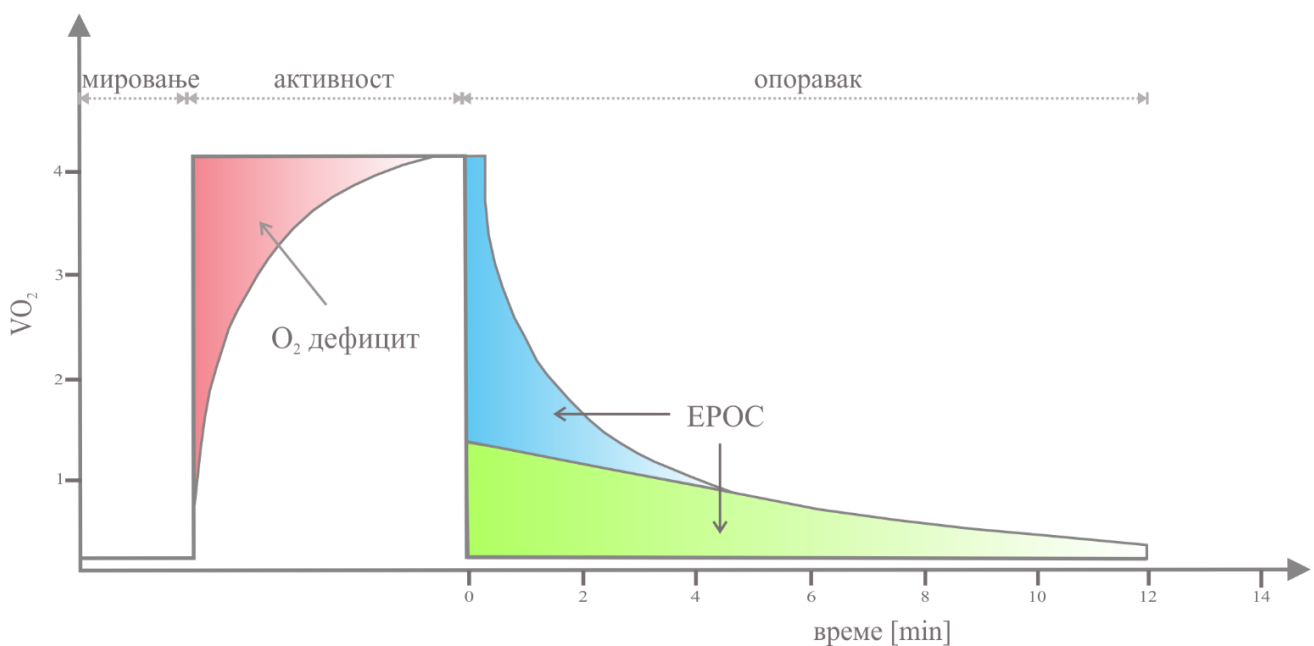
Табела 2.5. Вредности коефицијента респираторне размене гасова - RER (енг. *respiratory exchange ratio*) при различитим интензитетима физичке активности

	СУПСТРАТ ЗА СТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ		
	МАСТИ	МЕШОВИТА ИСХРАНА (укључујући протеине)	УГЉЕНИ ХИДРАТИ
RQ = CO₂/O₂	0.70	0.80	1.0
количина Е добијена оксидацијом (кcal/1L O₂)	4.69	4.8 – мешовита исхрана 4.46 – протеини	5.05

Табела 2.6. Вредности респираторног количника у зависности од супстрата који се доминантно користи као гориво за стварање енергије. RQ – респираторни количник (енг. - *respiratory quotient*); Е - енергија.

Након завршетка физичке активности, током првих минута опоравка, потрошња O₂ се не смањује до почетних вредности, штавише, она остаје повишена одређено време и након престанка вежбања. Овај повишени утрошак кисеоника током првих минута опоравка, у

односу на потребне вредности у миру, назива се кисеонички дуг (енг. *excess postexercise oxygen consumption* - EPOC). Кисеонички дуг суштински служи за отплату кисеоничког дефицита, то јест попуњавање депоа O_2 и обнову АТФ-а и креатин фосфата (брза компонента EPOC криве), што се дешава одмах при престанку вежбања. Овоме у прилог иде и даљи пораст RER у односу на вредност постигнуту при максималном напору, одмах по престанку физичке активности. Након иницијалне отплате O_2 дефицита, следи спора компонента EPOC криве која представља процес уклањања акумулираних лактата из крви и мишића током вежбања и обнове резерви гликогена (Слика 2.13).



Слика 2.13. Кисеонички дуг (енг. *excess postexercise oxygen consumption* – EPOC). VO_2 – потрошња кисеоника (mL/min); плави део EPOC криве – брза компонента криве; зелени део EPOC криве – спора компонента криве.

Такође, хипервентилација, повишена телесна температура и повишене вредности адреналина и норадреналина представљају нормалну реакцију организма на физичку активност и трају једно време и након престанка вежбања. Ова стања захтевају повишени утрошак O_2 како би се организм вратио у стање хомеостазе, што такође објашњава присуство O_2 дуга.

Аеробни и анаеробни праг, као и максимални кисеонички дуг одсликавају анаеробни метаболизам организма током вежбања. Са друге стране, кисеонички дефицит и кисеонички дуг постигнут током субмаксималног напора („*steady state*“) одраз су аеробног метаболизма.

Суштински, што су O_2 дефицит и субмаксимални O_2 дуг мањи, а што је максимални O_2 дуг већи и што се АТ и АпТ касније достижу током вежбања, то је особа боље физички утренирана, то јест има ефикаснији метаболички одговор на физичку активност (62, 65).

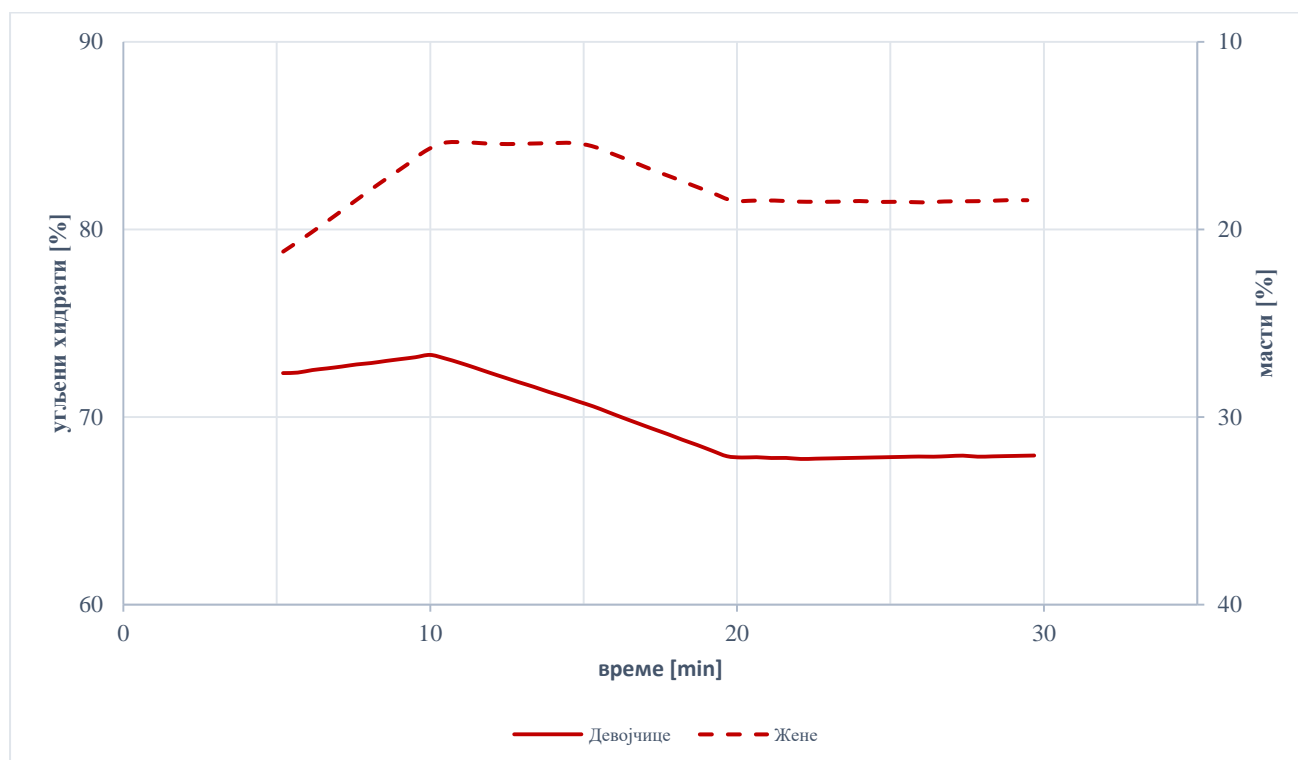
Анаеробни метаболизам и физичка активност деце

Како је већ раније речено, физичка активност деце умногоме подсећа на тренинг интервалног типа који подразумева краткотрајне, високоинтензивне деонице, за које је неопходно брзо обезбеђивање енергије. Сходно томе, јасно је колико је анаеробни метаболизам важан за добијање АТР-а неопходног за физичку активност деце. Међутим, у поређењу са адултном популацијом, деца имају снижен гликолитички капацитет (50-60% гликогена у мишићима имају деца у односу на одрасле) и стога се код њих бележе ниже концентрације лактата, како у крви, тако и у мишићима током максималног и супрамаксималног напора. Ниже концентрације лактата могу се објаснити нижим концентрацијама фосфофруктокиназе и сниженом активношћу лактат-дехидрогеназе, ензима који представљају кључне карике у процесу анаеробне гликолизе. Такође, мања мишићна маса, већи клиренс лактата и ослањање организма деце на аеробни метаболизам током физичке активности могу ићи у прилог сниженог гликолитичког капацитета. Међутим, депои АТР-а и креатин фосфата исти су као и код одраслих, тако да физичка активност која траје до 15 секунди код деце није лимитирана, што практично објашњава и сам начин дечије игре. Са друге стране, анаеробна активност која траје од 15-20 секунди до 2-3 минута, умногоме је лимитирана код деце у односу на адултну популацију из горе наведених разлога (8, 59, 66).

Аеробни метаболизам и физичка активност деце

Пролонгирана физичка активност ниског до умереног (субмаксималног) интензитета добро се толерише од стране деце. Међутим, не постоји већи број студија које истражују реакције дечијег организма на континуирану физичку активност (у трајању од 30 минута и дуже), нарочито у поређењу са адултном популацијом, обзиром на начин дечије игре и монотоност коју ова врста физичке активности са собом носи, а није у складу са карактером и темпераментом деце (56). Ипак, сматра се да се деца, у поређењу са одраслима, више ослањају на аеробни метаболизам током физичке активности. Овоме у прилог иде чињеница да је код деце у већем проценту заступљен тип I мишићних влакана (спора, црвена мишићна влакна), а то им обезбеђује већи оксидативни капацитет у односу на одрасле. Такође, активност

оксидативних ензима, густина капилара и број митохондрија значајно су већи код дечије популације (59, 66). Током пролонгиране физичке активности умереног интензитета (*steady state*) вредност RQ, односно произведеног CO₂ и утрошеног O₂ на нивоу ћелија, нижа је код деце у односу на адултну популацију (56). RQ за дати интензитет физичке активности ближи је вредностима од 0.70 код млађе популације (Табела 2.6). Ово указује на чињеницу да деца у већој мери користе липиде, а у мањој мери угљене хидрате као извор енергије током аеробног типа вежбања у односу на одрасле и тиме компензују нижи гликолитички капацитет (Слика 2.14).



Слика 2.14. Коришћење супстрата за стварање енергије за рад током пролонгиране физичке активности (трчање на покретној траци интензитетом 70% од VO₂ max у трајању од 30 минута) девојчица пред пубертетом и младих жена (56).

Базичне моторичке способности деце

Раније је речено да се базичне моторичке способности, са аспекта спортског учинка, могу поделити на: издржљивост (аеробну и анаеробну), снагу, брзину, координацију, равнотежу, прецизност и гипкост (31, 32). Сматра се да развој ових способности напредује са одрастањем деце, али није у потпуности разјашњено колико сам раст, развој и сазревање имају утицаја на усавршавање моторике, а колико физичка активност може утицати на ову прогрессију. Са једне стране, поједине студије показују да развој моторике примарно зависи од развоја нервног и

ендокриног система, а да је физичка активност у мањој мери одговорна за ове промене (8). Са друге стране, одређена истраживања су показала да се базичне моторичке способности у потпуности могу развити само уколико се поштују сензитивни периоди и критичне фазе за развој моторике. Ово указује на чињеницу да је адекватна стимулација, односно тренинг, пре свега одговарајућег типа, а потом и интензитета, у тачно одређено време, неопходан за постизање оптималног развоја базичних моторичких способности (28, 33, 67, 68). У сваком случају, адекватно развијене, доприносе нормалном развоју мишићно-скелетног система деце, позитивно утичу на раст и густину костију, превенирају повреде и мишићно-скелетна болна стања честа током одрастања деце, и доприносе унапређењу кардиореспираторне способности (34, 69-72). Прогресивни напредак у развоју ових способности бележи се до 17. године живота код дечака, а код девојчица достиже плато у периоду пубертета. Повећане концентрације естрогена код девојчица, које се јављају у овом периоду, доводе до повишених вредности масних наслага чиме се умањују њихове моторичке способности. Такође, девојчице имају и мању количину мишићног ткива (почетком адолесценције не виђа се нагли пораст у безмасној телесној маси, као код дечака), а истраживања су показала да се, управо у периоду пубертета, ниво физичке активности код девојчица знатно редукује, што указује на сталну потребу усмеравања и мотивисања девојчица ка упражњавању редовног вежбања, са циљем адекватног развоја ових способности (8, 10, 16).

Издржљивост

Издржљивост, као моторичка способност, може се дефинисати као способност појединца да што дуже истраје у обављању физичког рада одговарајућег интензитета, без смањења ефикасности рада (32, 33). У зависности у којим условима се рад обавља (у присуству, или без присуства O_2), односно о ком интензитету физичке активности је реч (врло низак, низак, умерен, висок, врло висок, то јест максималан), издржљивост се може поделити на аеробну и анаеробну.

Аеробна издржљивост

Аеробна издржљивост представља способност организма да врши дуготрајни рад, ниског до умереног интензитета, у аеробним условима. Енергија за вршење овог типа рада добија се аеробним метаболизмом, односно процесима аеробне гликолизе и липолизе на нивоу митохондрија ћелија. Суштински, аеробна издржљивост представља аеробни капацитет

организма, односно укупну количину хемијске енергије доступне организму за вршење аеробног рада. Са друге стране, аеробна моћ, односно аеробна снага, односи се на брзину ослобађања енергије током метаболичких процеса у присуству O_2 , односно на највећу количину хемијске енергије која се може добити у виду АТФ-а у јединици времена (максимални капацитет за синтезу АТФ-а). Аеробна моћ/снага одређује се мерењем максималне потрошње кисеоника, односно VO_{2max} , и може се изразити апсолутним (mL/min), или релативним вредностима (mL/kg/min). Максимална потрошња кисеоника мера је кардиореспираторне способности и представља ону количину кисеоника коју треба утрошити како би се створила енергија за вршење рада максималног интензитета (56). Треба напоменути да две особе могу имати исте вредности VO_{2max} , односно исту аеробну моћ, али да једна особа може бити мање или више аеробно ефикасна у односу на другу. Аеробна ефикасност, односно економичност, односи се на способност организма да ефикасније, односно „штедљивије“ користи O_2 у циљу стварања енергије за дати интензитет рада. Потрошња кисеоника (VO_2), за дати интензитет рада, биће знатно мања код особе која има већу аеробну ефикасност. Такође, боља економичност покрета допринеће и каснијем достизању АТ и АпТ и последично каснијем наступању замора (62). Из свега наведеног, јасно је да аеробну способност појединца дефинишу три компоненте: аеробна издржљивост/капацитет, аеробна моћ/снага и аеробна ефикасност/економичност. Пошто нема стандардизованих протокола за одређивање аеробног капацитета, меру аеробне способности практично представља VO_{2max} (56).

Вредности VO_{2max} код деце, уколико се изражавају као апсолутне вредности, знатно су ниже у односу на одраслу популацију као последица мањег минутног волумена срца. Међутим, уколико се VO_{2max} изрази као релативна вредност (узима се у обзир разлика у телесној тежини деце и одраслих), онда нема већих разлика у VO_{2max} између деце и адултне популације. Ипак, аеробна способност деце лимитирана је у односу на одрасле на рачун знатно ниже аеробне ефикасности, односно економичности. Мање димензије тела захтевају већу цену покрета и већу VO_2 за дати интензитет рада (8). Такође, сматра се да физичка активност у мањој мери утиче на пораст VO_{2max} у односу на адултну популацију и да је питање у којој мери је забележени пораст VO_{2max} резултат одрастања, а колики утицај заиста има тренинг аеробног типа (8). Више ранијих студија показало је да се вредности VO_{2max} нису повећавале у већој мери на рачун аеробног тренинга (27, 28). Сматра се да је функционално стање организма умногоме лимитирано ударним волуменом срца, па се пораст вредности VO_{2max} код деце објашњава

повећањем величине срца, па самим тим и порастом вредности ударног и минутног волумена, а не самим вежбањем (20, 22, 29, 50). Такође, са годинама, долази и до повећања плућне вентилације, па се сматра да $VO_2\max$ расте и на рачун повећаног капацитета организма за транспорт O_2 до активних мишића (56). Са друге стране, више студија је показало да организована физичка активност може повећати аеробну економичност деце, у смислу каснијег достигања АТ и АпТ (на вишим срчаним фреквенцијама и већем % од $VO_2\max$), уз ефикаснији утрошак кисеоника током физичке активности, а да при томе не долази до израженијег повећања вредности $VO_2\max$ (21, 30). Насупрот горе наведеним тврдњама, постоје и бројна истраживања која показују да континуирани и организовани тип физичке активности доводи до повећања $VO_2\max$ код деце у периоду пубертета, а нарочито ране адолесценције (73-76). Ипак, недостаје већи број лонгитудиналних студија који би потврдио или одбацио све горе наведене резултате.

Анаеробна издржљивост

Анаеробна издржљивост представља способност организма да, у што дужем временском периоду, врши рад високог или врло високог/максималног интензитета у анаеробним условима (без присуства O_2). Анаеробна издржљивост суштински се односи на анаеробни капацитет организма, то јест највећу количину енергије која се може добити анаеробним метаболизмом, односно системом „АТФ - креатин фосфат“ и процесом анаеробне гликолизе. Са друге стране, анаеробна моћ, односно снага, представља брзину ослобађања енергије од стране метаболичких процеса у условима без присуства O_2 , као и способност организма да производи лактате (максимални капацитет за анаеробну синтезу АТФ-а). За разлику од могућности процене аеробне моћи одређивањем $VO_2\max$, за процену анаеробне снаге не постоје стандардизовани лабораторијски протоколи. У пракси се најчешће користе методе одређивања концентрације акумулираних лактата у крви након максималног напора, вредности кисеоничког дефицита и дуга, одређени лабораторијски тестови (енг. *Wingate test* и *Critical Power Test*), као и одговарајући теренски тестови за процену ове моторичке способности (77). Такође, вредности RER постигнуте на крају максималног напора индиректно могу указивати на анаеробну моћ организма, у смислу толеранције истог на повишене концентрације лактата у крви и мишићима и што дуже обављање рада у анаеробним условима. Што су максималне вредности RER веће, то је и анаеробна издржљивост појединца боља (78). Основна разлика између утренираних и неутренираних особа у погледу вредности RER јесте да су оне ниже код утренираних људи за

дати субмаксимални напор, што индиректно значи да је оксидативни капацитет мишића за стварање енергије знатно већи код њих него код неутренираних појединаца (79). Другим речима, утренирана особа ефикасније и у већој мери користи масти као извор енергије за дати субмаксимални напор ($RER < 1$), а истовремено штеди угљене хидрате који представљају основно гориво за стварање енергије у анаеробним условима. Стога, иако су за дати субмаксимални напор, RER вредности ниже код утренираних особа, ови појединци су способнији да остваре знатно већи напор у анаеробним условима ($RER \geq 1$) и самим тим постижу више максималне вредности RER у односу на неутрениране појединце (78).

Сматра се да се анаеробна издржљивост деце повећава на рачун анаеробног тренинга (8, 80, 81). За разлику од аеробне издржљивости, која се може развијати од најранијег узраста, сензитивни период за развој анаеробне способности наступа након завршетка пубертета, односно током саме адолесценције. Унапређење анаеробне издржљивости иде у прилог повећања депоа АТФ-а, креатин фосфата и гликогена. Такође, долази и до повећане активности ензима фосфофруктокиназе, као и пораста максималних концентрација лактата у крви. Другим речима, развија се гликолитички капацитет деце, који је иначе лимитиран током раста, развоја и сазревања. Овоме у прилог могу ићи и потенцијално више максималне вредности RER и O_2 дуга које физички активна деца могу постићи током напора у анаеробним условима, а у поређењу са својим седентерним вршњацима (82, 83). Ипак, и у овом случају недостају лонгитудиналне студије које би потврдиле или одбациле ове претпоставке.

Снага

Снага представља способност појединца да савлада спољашњи отпор или да му се супротстави активирањем моторних јединица, односно, мишићним напрезањем. Практично, сваки покрет тела подразумева коришћење неког вида снаге. Испољавање саме снаге зависи од дужине мишића, брзине покрета, физиолошког пресека мишића и броја укључених моторних јединица у сам покрет (33, 34). Снага, као моторичка способност, може се поделити на различите типове на основу акционих и тополошких критеријума. Акциони критеријуми поделе разликују: статичку снагу (силу), репетитивну и експлозивну снагу. Према тополошком критеријуму, снага се може поделити на снагу руку, снагу трупа и снагу ногу. Такође, уколико се у обзир узме однос телесне масе и мишићне снаге, онда се може разликовати апсолутна (максимална) и релативна снага.

Статичка снага је способност мишића да генерише велику мишићну силу у изометријским условима (не мења се дужина мишића, само расте тонус у истом) или против великог спољашњег оптерећења при малим брзинама (квази-изометријски услови). Стога, статичка снага суштински представља силу (брзина извођења покрета није важна и обично је врло мала или тежи нултим вредностима), али и апсолутну, односно максималну снагу јер се генерише велика мишићна сила која мора да савлада велико, то јест максимално оптерећење. Репетитивна снага или издржљивост у снази, представља способност мишићног система да издржи рад релативне снаге који траје одређено време, односно да континуирано савладава оптерећење које не прелази 75% од максималног. Уколико је реч о савладавању неког спољашњег оптерећења (нпр. тегови), ради се о апсолутној репетитивној снази, а уколико појединац савладава сопствену тежину (калистеничке вежбе) ради се о релативној репетитивној снази. Такође, у зависности од типа мишићне контракције, разликује се динамичка издржљивост у снази (изотоничке контракције; мења се дужина мишића, али тонус остаје исти) и статичка издржљивост у снази (изометријске контракције; не мења се дужина мишића, расте тонус). Експлозивна снага подразумева способност мишића да максималном могућом брзином савладају што веће оптерећење, односно да за врло кратко време остваре велику снагу. Поред експлозивне, постоји и брзинска снага, која се од исте разликује у величини отпора који се савладава. Ниво оптерећења који се савладава приликом развоја експлозивне снаге износи 50-85% од максималне изометријске силе, док се за развој брзинске снаге користе знатно мања оптерећења (20-40% од максималне снаге). Експлозивна и брзинска снага представљају динамички тип снаге, где је, за разлику од силе, брзина покрета којим се савладава отпор битна и дефинише величину нечије снаге (33).

Обзиром на различите типове снаге, постоје и различити сензитивни периоди и критичне фазе када се развија ова моторичка способност код деце (Табела 2.7).

	СЕНЗИТИВНИ ПЕРИОД	КРИТИЧНЕ ФАЗЕ
ЕКСПЛОЗИВНА и БРЗИНСКА СНАГА	узраст: 8-17 година	узраст: 13-14 година ♀ узраст: 14-15 година ♂
ИЗДРЖЉИВОСТ У СНАЗИ	узраст: 8-17 година	узраст: 13-14 година ♀ узраст: 14-15 година ♂
МАКСИМАЛНА СНАГА (СИЛА)	узраст: 12/13 – 18 година	узраст: 15-16 година ♀ узраст: 16-17 година ♂

Табела 2.7. Сензитивни периоди и критичне фазе у развоју појединих типова снаге (32). ♀ - девојчице; ♂ - дечаци.

Раније се сматрало да је тренинг снаге контраиндикован током раста, развоја и сазревања деце и да може да доведе до повреда мишићно-скелетног система. Међутим, данас се верује да тренинг снаге итекако може имати позитиван утицај на одрастање детета, а уколико је адекватно примењен доводи и до превенције повреда јачањем мишића који се припајају на одговарајућим костима (8, 34, 84, 85). Динамички типови снаге (релативна, експлозивна и брзинска снага), као и статичка и динамичка издржљивост у снази, могу се развијати специфичним тренингом још од најранијег узраста, то јест у фази детињства. Оно што треба напоменути јесте да до повећања снаге у препубертетском периоду долази на рачун нервних адаптација, у смислу повећања активације моторних јединица и побољшања координације моторних вештина. Максималан развој снаге није могућ уколико дете није достигло потпуну матурацију нервног система, у смислу мијелинизације моторних неурона, која је неопходна за нормалну мишићну контракцију. Стога, у овој фази одрастања изостаје напредак у снази на рачун хипертрофије мишића. Комплетна матурација нервног система завршава се када и наступа сексуална зрелост, и тек тада може доћи до повећања снаге на рачун повећања величине мишића. У периоду адолесценције, снага се развија и на рачун нервне компоненте, али и на рачун хипертрофије мишића. Самим тим, апсолутну (максималну) снагу треба развијати искључиво у овом периоду. Такође, са годинама долази и до повећања безмасне телесне масе (енг. *fat-free mass* - FFM), па се сматра да самим тим долази и до повећања мишићне снаге. Међутим, без адекватне стимулације, односно тренинга, питање је у ком опсегу се ова моторичка способност заиста развија само на рачун одрастања (8, 86).

Брзина

Брзина представља комплексну моторичку способност човека и има хетерогени карактер. Односи се на извођење појединачних или комплексних покрета за кратко време и у конкретним условима. Постоји више елемената брзине: брзина реаговања, фреквенција покрета, брзина појединачног покрета, способност убрзања и максимална брзина. Ови елементи брзине не развијају се истовремено (Табела 2.8). Развој брзине реаговања и фреквенције покрета најдинамичнији је у периоду пубертета када долази и до динамичког развоја централног нервног система. Управо у овом периоду, због велике активност нервних процеса, омогућено је брзо усвајање условно-рефлекских веза и самим тим долази до развоја свих елемената брзине, а нарочито брзине реаговања и фреквенције покрета. Брзина појединачног покрета, способност убрзања и максимална брзина такође се требају развијати од најранијег узраста, али пошто ови елементи брзине умногоме зависе од експлозивне снаге, сензитивни периоди и критичне фазе за њихов развој почињу знатно касније (33, 87).

	СЕНЗИТИВНИ ПЕРИОД	КРИТИЧНЕ ФАЗЕ
БРЗИНА РЕАГОВАЊА	узраст: почевши од 4-7 година, па надаље	узраст: 6-11 година ♀ узраст: 7-12 година ♂
ФРЕКВЕНЦИЈА ПОКРЕТА	узраст: почевши од 4-7 година, па надаље	узраст: 6-8 година ♀ узраст: 7-9 година ♂
БРЗИНА ПОЈЕДИНАЧНОГ ПОКРЕТА	узраст: 7–15 година	узраст: 11-15 година
СПОСОБНОСТ УБРЗАЊА	узраст: 13–15 година	
МАКСИМАЛНА БРЗИНА	узраст: 16–18 година	узраст: 11-15 година

Табела 2.7. Сензитивни периоди и критичне фазе у развоју различитих елемената брзине (32). ♀ - девојчице; ♂ - дечац.

Координација, равнотежа, прецизност

Координација представља једну од најсложенијих моторичких способности човека и омогућава управљање и контролу покрета целог тела или делова тела у простору. Захваљујући координацији појединац може прецизно и брзо да решава и изводи сложене моторичке задатке. Стога, ова моторичка способност се још назива и „моторичка интелигенција“ (88). Развој координације условљен је радом централног нервног система, тако да са неуралном

матурацијом долази и до напретка у координацији. За решавање сложених моторичких задатака неопходна је синхронизација центара у кори великог мозга и субкортикалним деловима централног нервног система са мишићима на периферији. Особе са бољом координацијом брже усвајају нове вештине, ефикасније их користе и обављају покрет уз мањи утрошак енергије (мања цена покрета). Треба напоменути да је координација умногоме повезана за развијеношћу осталих моторичких способности, а нарочито са равнотежом и прецизношћу које условљавају њен развој.

Равнотежа представља способност да се тело задржи у равнотежном, динамичком или статичком, положају. Сматра се да особа са добром равнотежом има способност да брзо успоставља изгубљену равнотежу, а не да је никада не губи (88). Ова моторичка способност се побољшава са одрастањем, али подаци из литературе показују да се јављају и периоди заостајања у развоју ове способности, а који су везани за период наглог раста у висину, који није праћен синхроним повећањем мишићне масе (84). У овим фазама раста, развоја и сазревања не треба инсистирати на учењу нових моторичких вештина јер ће ефекат специфичног тренинга изостати, уз опасност да се поједине вештине усвоје на погрешан начин. Исти принципи важе и за координацију, али и за прецизност која се карактерише прецизним одређивањем правца и интензитета кретања, а може се сагледати са два аспекта, као прецизност гађањем и прецизност циљањем. Основа високе прецизности заснива се на израженој способности перцепције простора и локализације циља (88). Јасно је да су и за развој ове моторичке способности неопходне добра координација и равнотежа покрета, тако да сензитивни периоди и критичне фазе развоја ових способности наступају и теку истовремено (Табела 2.1).

Иако не спада у базичне моторичке способности, агилност као моторичка вештина, која представља способност контролисаног и брзог извођења покрета са циљем брзе и ефикасне промене правца кретања, врло често се описује и тестира са циљем процене моторичких способности појединца. Ова моторичка способност захтева брзе рефлексе, добру координацију, равнотежу и прецизност покрета, као и оптимално развијену брзину како би се одговарајући моторички задатак спровео на адекватан начин (88).

Флексибилност

Флексибилност представља способност извођења покрета великом амплитудом. Обим покрета у зглобу, еластичност мишића, тетива и лигамената условљавају и нечију флексибилност (88). Ова моторичка способност може се поделити на:

- ✚ динамичку: извођење покрета кроз пун опсег покрета у одговарајућем зглобу,
- ✚ статичку – активну флексибилност: постизање и задржавање одређене позиције у одговарајућем зглобу уз коришћење мишића агониста и синергиста, док су антагонисти истегнути,
- ✚ статичку – пасивну флексибилност: постизање и задржавање одређене позиције у одговарајућем зглобу уз коришћење властите тежине тела, делова тела или справа, без рада мишића агониста и синергиста (89).

Сматра се да добро развијена флексибилност доприноси бољој економичности покрета, унапређује спортске способности и смањује ризик за настанак повреда (89, 90). Стога, пасивну флексибилност треба развијати од најранијег узраста, па до почетка пубертета, јер фактори који иначе ограничавају флексибилност (дужина и еластичност мишића, тетиве, лигаменти, фасције, скелет) у овом периоду најлакше се прилагођавају тренажним методама за развој ове способности. Сензитивни период за развој активне флексибилности наступа касније (између 8 и 12/13 година), јер иста зависи од нивоа снаге, то јест захтева контракције одговарајућих мишића (33). Током одрастања, на флексибилност може утицати и сам процес соматског раста. Сматра се да нагли пораст дужине доњих екстремитета, без одговарајућег пораста висине трупа и горњих екстремитета, утиче на смањену флексибилност деце. Обрнуто, период у коме долази до наглог пораста висине седења и дужине горњих екстремитета, доводи и до повећања флексибилности, нарочито доњег дела леђа, кукова и задње ложе натколеница (84). Стога, при праћењу развоја флексибилности у обзир треба узети све динамичке промене које су карактеристичне за период одрастања.

ЦИЉЕВИ СТУДИЈЕ

А. Генерални циљ

Испитивање утицаја кошаркашког тренинга (физичке активности) на компоненте раста, развоја и сазревања девојчица у периоду пубертета и ране адолесценције у трајању од три године.

Б. Специфични циљеви

1. Испитати утицај кошаркашког тренинга на антропометријске карактеристике и телесну композицију девојчица: телесна висина, распон руку, телесна маса, BMI, FFM и проценат масног ткива (енг. *fat percentage*; FAT%).
2. Испитати утицај кошаркашког тренинга на кардиоваскуларни систем (срчана фреквенција у миру и напору, вредности артеријског крвног притиска у миру и напору, вредности кисеоничког пулса као одраза функције леве коморе).
3. Испитати утицај кошаркашког тренинга на респираторни систем (вентилација и вентилаторна ефикасност плућа у напору).
4. Испитати утицај кошаркашког тренинга на метаболичке функције организма (вентилаторни прагови: AT и AnT; аеробна економичност; RER, EPOC).
5. Испитати утицај кошаркашког тренинга на развој базичних моторичких способности девојчица:
 - аеробна и анаеробна издржљивост
 - снага (статичка снага, експлозивна снага, репетитивна снага)
 - брзина, координација, равнотежа, прецизност = агилност
 - флексибилност
6. Испитати утицај кошаркашког тренинга на соматско и сексуално сазревање девојчица.

ХИПОТЕЗЕ СТУДИЈЕ

1. Кошаркашки тренинг позитивно утиче на телесну композицију девојчица у периоду раста, развоја и сазревања.
2. Кошаркашки тренинг доводи до смањења срчане фреквенције у миру, повећања ударног волумена срца (пораст вредности кисеоничког пулса као одраза функције леве коморе), повећања вентилације плућа и боље вентилаторне ефикасности респираторног система током напора.
3. Кошаркашки тренинг повећава аеробну и анаеробну ефикасност/економичност и позитивно утиче на развој базичних моторичких способности.
4. Кошаркашки тренинг нема негативне ефекте на сексуално сазревање девојчица.

МАТЕРИЈАЛ

Врста студије

Експериментална лонгитудинална клиничка студија у трајању од 3 године.

Популација која се истражује

Планирано истраживање обухватило је 25 девојчица узраста 13.84 ± 0.94 година које тренирају кошарку и 25 девојчице узраста 13.83 ± 0.98 година које се не баве ни једним спортом (укупан узорак од 50 девојчица). Испитивања су се вршила на сваких 6 месеци у укупном трајању од 3 године. Пред свако одређивање испитиваних параметара све девојчице и/или њихови родитељи попунили су упитник о својим основним подацима, личној и породичној анамнези, менархи и менструалном циклусу. Такође, све девојчице попуњавале су и „Скалу самопроцене пуберталног развоја“ (енг.: „*A Self-Administered Rating Scale for Pubertal Development*“) са циљем евалуације пубертетске зрелости и сексуалне матурације. Додатно, девојчице које су тренирале кошарку попуњавале су и упитник везан за број и сате тренинга у току недеље, као и године тренирања кошарке.

Експериментални протокол предат је Етичком одбору Удружења за медицину спорта Србије (УМСС) и одобрен је од стране истог. Све испитанице и њихови родитељи упознати су са свим процедурама, користима и ризицима истраживања, а пре укључења у студију дали су свој писмени пристанак за учествовање у истраживању.

Узорковање

Група испитаница које тренирају кошарку оформљена је од девојчица које су биле чланице три београдска женска кошаркашка клуба: ЖКК „Flash“, ЖКК „Girl Basket“ и ЖКК „Црвена звезда“. Упитник везан за број и сате тренинга у току недеље, као и године тренирања кошарке дао је увид у просечан број и сате тренинга током недеље, као и просечан број година тренирања кошарке на самом почетку студије. Промене у учесталости и трајању кошаркашког тренинга којем су девојчице биле изложене током трогодишње студије праћен је попуњавањем истог упитника пред свако одређивање варијабли студије, а у циљу процене утицаја учесталости кошаркашког тренинга на одговарајуће параметре. Критеријуми за искључење из студије били су: здравствене контраиндикације за учешће у испитивањима и престанак тренирања кошарке у било ком периоду током трајања трогодишњег истраживања.

Група испитаница које се не баве ни једним спортом била је оформљена од девојчица истог узраста, из исте школе и сличног социо-економског статуса као и девојчице које тренирају кошарку. Критеријуми за искључење из студије били су: здравствене контраиндикације за учествовање у испитивањима, раније тренирање кошарке или бављење било којим другим типом организоване физичке активности, као и започињање било којег типа организоване физичке активности током трајања трогодишњег истраживања.

Све испитанице обавиле су основни спортско-медицински преглед пред свако испитивање у ординацији спортске медицине „Vita Maxima“ у Београду, чиме се добио увид у њихово здравствено стање и проценила здравствена способност за учествовање у студији. Основни спортско-медицински преглед обухватио је: антропометријска мерења (телесна висина и распон руку), процену комплетне телесне композиције (телесна тежина, висинско-тежински однос, безмасна телесна маса, проценат телесне масти) методом биоимпенданце помоћу професионалне ваге *Tanita® BC-418MA*, 12-канални електрокардиограм у миру са одређивањем срчане фреквенције, мерење артеријског крвног притиска на обе руке и аускултацију срца и плућа.

МЕТОДЕ

Варијабле које су се одређивале и пратиле током трогодишње студије су:

Антропометријска мерења и телесна композиција

Телесна висина одређивана је помоћу *Seca* висинометра (јединица мере је 1 cm). Такође, вршило се и мерење распона руку (cm). За одређивање телесне тежине (kg), BMI (kg/m²), FFM (kg) и FAT% коришћена је метода биоимпеданце помоћу ваге *Tanita® BC-418MA*.

Кардиоваскуларни систем

Функција кардиоваскуларног система (КВС) процењивана је у миру и напору. У миру је рађен 12-канални ЕКГ (*Fukuda*), одређивана је срчана фреквенција и мерен артеријски крвни притисак на обе руке. Помоћу СРЕТ праћена је функција КВС у напору: ЕКГ запис током напора, одређивана је максимална срчана фреквенција, као и максималне вредности артеријског крвног притиска и кисеоничког пулса као одраза функције леве коморе срца. Добијене вредности за обе групе испитаница упоређиване су у циљу процене утицаја кошаркашког тренинга на функцију КВС, како у миру, тако и напору.

Покретна трака (*H-P-COSMOS®*) коришћена је за спровођење СРЕТ, а сви параметри везани за функционално стање организма и његов кардиореспираторни и метаболички одговор на физичку активност одређивани су помоћу *Quark* СРЕТ система (*Cosmed®*) директним праћењем размене гасова (O₂ и CO₂). За тест је коришћен степенести *incremental* протокол са почетном брзином од 2.5 km/h и елевацијом од 3°. На сваких 30 секунди брзина покретне траке се повећавала за 0.5 km/h, док је елевација била константна током трајања теста. Испитанице су носиле маску на лицу и мобилни ЕКГ уређај (*Quarck® T 12x, Wireless 12-lead ECG*) на леђима у циљу директног праћења размене гасова и рада срца током напора.

Пре сваког тестирања све девојчице обавиле су основни спортско-медицински преглед у циљу утврђивања здравствене способности за извођење максималног теста физичким оптерећењем. Тест се сматрао максималним уколико су се достигла минимум три од следећа четири критеријума за прекид теста:

- ✚ вредност достигнуте срчане фреквенције од 90% или више од предвиђеног теоријског срчаног максимума за пол и узраст који се израчунава на основу формуле:
220 – број година
- ✚ RER > 1.10
- ✚ плато у максималној потрошњи кисеоника и поред повећања оптерећења (разлике у вредностима VO_{2max} мање од 150 mL/min пред сам крај СРЕТ)
- ✚ субјективни осећај исцрпљености

Кардиопулмонални тест физичким оптерећењем изводила су обучена и стручна лица, а калибрација према тзв. STPD критеријумима (енг.: ST–standard temperature/стандардна температура гаса: 0°; P–pressure/притисак: 760 mmHg; D–dry equivalent/суви ваздух) Quark СРЕТ система (Cosmed®) вршила се након сваког петог тестирања у циљу адекватног одређивања мерених параметара.

Респираторни систем

Испитивање функције респираторног система, као и утицај кошаркашког тренинга на вентилаторне параметре процењивао се током СРЕТ. Одређивана је максимална VE на крају СРЕТ, као и вентилаторна ефикасност плућа путем нагиба криве који представља однос између вентилације плућа и укупне количине произведеног угљен диоксида (*VE/VCO₂ slope*). Линеаран нагиб ове криве показује количину вентилације која је неопходна за елиминисање једног литра угљен диоксида. Вредности мање од 30 подразумевале су нормалну вентилаторну ефикасност, која указује на нормалну функцију плућа и одговор респираторног система на максимално оптерећење.

Метаболички одговор организма на физичку активност

Метаболички одговор организма на физичку активност праћен је током СРЕТ, а одређивани су следећи параметри: АТ и АпТ, као и срчане фреквенције постигнуте на овим праговима; остварене брзине (km/h) на АТ, АпТ и на крају СРЕТ; % од VO_{2max} на АТ са циљем процене аеробне економичности, то јест ефикасности; максималне вредности RER; укупно трајање теста; величина ЕРОС-а током триминутног опоравка након СРЕТ (рачунат је као разлика између VO_2 на почетку и крају триминутног опоравка – брза компонента ЕРОС криве).

Базичне моторичке способности

1. Издржљивост

- ✚ аеробна издржљивост: мерене су вредности VO_{2max} (mL/kg/min) помоћу СРЕТ
- ✚ анаеробна издржљивост: тест 300 јарди (енг. „300 yard shuttle test“): кошаркашки терен коришћен је за извођење теста. Измерена је дужина од 30 јарди (27.4 метра), а испитанице су имале задатак да истриче 10 дужина од 30 јарди (горе-доле) за што краће време. Тест је извођен два пута са паузом између два тестирања од 5 минута. Крајњи резултат теста представљао је просечну вредност два изведена покушаја. За мерење времена потребног за извођење теста коришћене су фото ћелије (*UNO-LUX NS*).

2. Снага

- ✚ статичка/изометријска снага: тест стиска шаке помоћу динамометра (*Takie A5001 Hand Grip Dynamometer*): тест је рађен десном и левом руком, а збир оба покушаја представљао је крајњи резултат теста (десна + лева рука = статичка снага у килограмима). Све испитанице имале су два покушаја, а бољи резултат према таблицама (Simonin et al., 1956) се узимао као валидан.
- ✚ експлозивна снага: одређивана је висина скокова: скок из чучња, скок из стојећег става са рукама на куковима, вертикални скок и скок на једној ноzi (енг.: *squat jump, counter movement jump, vertical jump, one leg jump*) на ерго платформи (*Globus Ergo Tester*): сваки скок извођен је по два пута, а бољи покушај је узиман за крајњи резултат тестирања.
- ✚ издржљивост у снази (репетитивна снага): одређиван је максималан број урађених склекова и трбушњака (тестови су рађени до отказа). Склекови су рађени у форми „женских склекова“, са коленима на подлози, а рукама у ширини рамена, док су трбушњаци извођени са ногама савијеним у коленима под углом од 90 степени, стопала су била фиксирана за подлогу од стране других испитаница, док су руке биле прекрштене иза главе и држане у пределу врата. Само правилно изведени покушаји узети су у обзир приликом бројања урађених склекова и трбушњака.

✚ брзина, координација, равнотежа и прецизност праћене су помоћу теста агилности – Т тест агилности (енг. „*agility T test*“). Начин извођења теста детаљно је описан и прихваћен од стране *American Council On Exercise*. За мерење времена за које је тест завршен коришћене су фото ћелије (*UNO-LUX NS*). Сваки тест урађен је по два пута, а бољи покушај узет је као крајњи резултат и коришћен је у студији.

3. Флексибилност је одређивана помоћу теста претклона у седу (енг. „*sit and rich*“ тест). Од два покушаја, бољи резултат резултат према таблицама (*Canadian Public Health Association Project, 1977*) је коришћен у студији за анализу добијених података. Вредности између -8 и -16 cm узете су као референтне за пол и узраст испитаница (90).

Соматско и сексуално сазревање девојчица

Соматски раст девојчица и евентуални утицај кошаркашког тренинга на исти процењивао се праћењем телесне висине и распона руку кроз трогодишњу студију. Сексуална матурација одређивана је помоћу „Скале самопроцене пуберталног развоја“ (енг. „*A Self-Administered Rating Scale for Pubertal Development*“) са циљем евалуације пубертетске зрелости. Девојчице су саме себе оцењивале попуњавањем упитника везаног за: менарху (оцена 1 – нема менархе, оцена 4 – менарха), раст у висину (оцене од 1 до 4; 1 – још увек није кренуо нагло, 2 – једва је почео, 3 – раст је у току, 4 – раст је завршен), маљавост која одговара секундарним полним карактеристикама (оцене од 1 до 4; 1 – нема маљавости, 2 – једва да су почеле да расту, 3 – раст је у току, 4 – раст је завршен), промене на кожи, нарочито бубуљице (оцене од 1 до 4; 1 – кожа још увек није почела да се мења, 2 – постоје једва видљиве промене, 3 – промене су у току, 4 – промене су завршене) и развој груди (оцене од 1 до 4; 1 – није почео раст, 2 – једва да су почеле да расту, 3 – раст је у току, 4 – завршен раст). Пубертетска зрелост, у зависности од укупног скорa који се добија сабирањем свих оцена, градирана је у следеће категорије: препубертет (скор = 2 + нема менархе), рани пубертет (скор = 3 + нема менархе), средњи пубертет (скор = > 3 + нема менархе), касни пубертет (скор = < 7 + менарха) и постпубертет (скор = 8 + менарха) - (енг.: *prepubertal, early puberty, midpubertal, late puberty, postpubertal*).

Статистичка обрада података

Статистичка обрада података вршила се на следећи начин:

1. За опис параметара од значаја, у зависности од њихове природе, коришћени су: фреквенција, проценти, узорачка средња вредност, узорачка медијана, узорачка стандардна девијација, ранг и 95% интервали поверења.
2. За испитивање нормалности расподеле коришћени су тестови *Kolmogorov Smirnov* и *Shapir Wilk*, и графици: хистограм и *normal QQ plot*.
3. За тестирање разлика између параметара, у зависности од њихове природе, унутар исте групе девојчица (на почетку и на крају студије), коришћен је Студентов т-тест упарених узорака (*paired sample T test*). За испитивање разлика у мереним параметрима између две различите групе девојчица, у зависности од њихове природе, употребљен је Студентов Т-тест за независне узорке (*idenpendent samples T test*). ANOVA тест (*general linear model two-way analysis of variance with repeated measures*) коришћен је у циљу праћења промена добијених параметара током трогодишњег трајања студије унутар исте групе (утицај времена на мерене параметре) и у циљу праћења промена и разлика добијених параметара између испитиваних група (утицај кошаркашког тренинга на мерене параметре).
4. Статистичка обрада података рађена је у статистичком пакету *SPSS 20.0 for Windows*.
5. Разлике су сматране за значајне када је p вредност била мања од 0.05.

РЕЗУЛТАТИ

Антропометријска мерења и телесна композиција

Антропометријске карактеристике и телесна композиција за обе групе девојчица приказане су табеларно (Табела 7.1 и Табела 7.2). Такође, у Табели 7.1 приказан је и просечан број сати тренинга током недеље којем су девојчице које су тренирале кошарку биле изложене током трајања студије. Попуњавањем упитника везаног за године и сате тренинга добијено је да су девојчице из активне групе, на самом почетку студије, у просеку већ тренирале кошарку 3.65 ± 1.67 година.

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Узраст	13.84 \pm 0.94	14.16 \pm 1.11	14.8 \pm 0.96	15.2 \pm 1.16	15.8 \pm 0.96	16.32 \pm 1.21
Висина (cm)	169.3 \pm 6.48	170.1 \pm 6.26	170.6 \pm 6.04	171.2 \pm 5.94	171.6 \pm 5.92	172.0 \pm 5.88
Распон руку (cm)	167.5 \pm 8.20	168.8 \pm 7.96	169.4 \pm 7.62	169.9 \pm 7.97	170.1 \pm 7.97	170.4 \pm 7.84
Телесна маса (kg)	59.76 \pm 7.67	61.7 \pm 7.63	62.03 \pm 7.30	62.23 \pm 6.60	62.88 \pm 6.51	63.24 \pm 6.58
BMI (kg/m ²)	20.95 \pm 2.50	21.31 \pm 2.67	21.44 \pm 2.55	21.34 \pm 2.35	21.62 \pm 2.35	21.74 \pm 1.98
FAT %	25.38 \pm 3.37	25.53 \pm 4.01	25.81 \pm 3.84	25.0 \pm 3.63	25.64 \pm 4.01	25.28 \pm 4.01
FFM (kg)	44.44 \pm 4.82	45.23 \pm 5.18	45.58 \pm 4.48	46.40 \pm 4.22	46.75 \pm 4.52	47.42 \pm 4.15
h/недељно	5.7 \pm 2.13	6.3 \pm 2.51	7.5 \pm 2.20	7.6 \pm 1.92	8.1 \pm 1.50	8.4 \pm 1.52

Табела 7.1. Антропометријске карактеристике и телесна композиција девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије. h/недељно – укупан број сати кошаркашког тренинга током недеље.

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Узраст	13.83 \pm 0.98	14.09 \pm 0.95	14.83 \pm 0.98	15.39 \pm 0.99	16.0 \pm 1.09	16.65 \pm 0.88
Висина (cm)	165.0 \pm 7.39	166.0 \pm 6.89	166.8 \pm 6.93	167.2 \pm 6.71	167.2 \pm 6.72	168.2 \pm 6.30
Распон руку (cm)	163.6 \pm 8.88	164.0 \pm 8.82	165.4 \pm 8.23	166.0 \pm 7.92	166.0 \pm 7.94	166.6 \pm 7.84
Телесна маса (kg)	56.52 \pm 9.22	58.19 \pm 9.80	59.25 \pm 9.67	60.27 \pm 10.60	60.32 \pm 10.61	61.74 \pm 10.05
BMI (kg/m ²)	20.59 \pm 2.74	21.13 \pm 2.96	21.17 \pm 2.49	22.07 \pm 3.19	22.07 \pm 3.19	23.05 \pm 2.95
FAT %	26.57 \pm 4.35	26.18 \pm 4.63	26.89 \pm 4.47	27.34 \pm 4.97	27.42 \pm 4.98	28.59 \pm 4.21
FFM (kg)	41.32 \pm 5.25	42.53 \pm 5.56	43.02 \pm 4.93	43.78 \pm 4.90	43.84 \pm 4.90	44.69 \pm 4.75

Табела 7.2. Антропометријске карактеристике и телесна композиција девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије.

Промене у мереним параметрима унутар исте групе испитаница

Утицај времена (трајање студије) на мерене параметре приказан је у Табели 7.3. Сам процес одрастања (раст, развој, сазревање = утицај времена) довео је до статистички значајног повећања висине, распона руку, телесне масе, BMI и FFM код испитаница у обе групе. Такође, на крају студије забележен је и статистички значајан пораст FAT% код девојчица које се не

баве спортом у поређењу са почетним вредностима (*paired samples t-test*, $p < 0.01$). Са друге стране, забележене промене у вредностима FAT% нису биле статистички значајне код девојчица које су тренирале кошарку (*paired samples t-test*, $p > 0.05$; нс), што значи да се FAT% није битније мењао током три године испитивања.

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA p вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
Висина (cm)	169.3±6.48	172.0±5.88	165.0±7.39	168.2±6.30	$p < 0.001$	$p < 0.05$	нс
Распон руку (cm)	167.5±8.20	170.4±7.84	163.6±8.08	166.6±7.84	$p < 0.001$	нс	нс
Телесна маса (kg)	59.76±7.67	63.24±6.58	56.52±9.22	61.74±10.05	$p < 0.001$	нс	нс
ВМИ (kg/m²)	20.95±2.50	21.74±1.98	20.59±2.74	23.05±2.95	$p < 0.001$	нс	$p < 0.001$
FAT %	25.38±3.37	25.28±4.01	26.57±4.35	28.59±4.21	$p < 0.05$	нс	$p < 0.01$
FFM (kg)	44.44±4.82	47.42±4.15	41.32±5.25	44.69±4.75	$p < 0.001$	$p < 0.05$	нс

Табела 7.3. Утицај времена (одрастање) и групе (кошаркашки тренинг) на антропометријска мерења и телесну композицију девојчица током трајања студије.

Разлике у мереним параметрима између две испитиване групе

Разлике између две групе, на почетку и крају студије, као и утицаји међусобне интеракције одрастања (утицај времена) и кошаркашког тренинга (утицај групе) на мерене параметре (време*група) приказани су у Табели 7.3. ANOVA тест показао је статистички значајну разлику између две групе у висини и FFM ($p < 0.05$). Није било статистички значајне разлике у погледу вредности распона руку, телесне масе и ВМИ између две групе девојчица на почетку, ни на самом крају студије (*independent sample t-test*, $p > 0.05$). Са друге стране, девојчице које су тренирале кошарку и оне које нису биле физички активне нису се разликовале у погледу FAT% ($p > 0.05$) на самом почетку студије. Међутим, финална мерења показала су статистички значајну разлику у вредностима ове варијабле између две групе испитаница (*independent sample t-test*, $p < 0.01$). Додатно, ANOVA тест показао је значајан ефекат интеракције времена и групе (време*група) на ВМИ ($p < 0.001$) и FAT% ($p < 0.01$), што иде у прилог чињеници да је на ове параметре, поред самог процеса одрастања, утицао и кошаркашки тренинг.

Кардиоваскуларни систем

Вредности срчане фреквенције (енг. heart rate; HR) и артеријског крвног притиска у миру, као и максималне вредности HR, артеријског крвног притиска и кисеоничког пулса постигнутих на крају СРЕТ представљене су табеларно за обе групе девојчица (Табела 7.4 и Табела 7.5).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
HR у миру (u/min)	65.5±12.3	63.6±9.6	63.3±8.8	63.7±7.9	62.3±7.9	60.4±7.9
HR max (u/min)	197.8±6.5	195.6±6.7	194.8±8.1	194.2±7.2	194.6±7.6	197.2±5.4
TAs у миру (mmHg)	101.4±5.8	99±6.6	101.8±8.1	104.8±7.1	102.2±9.3	105.8±10.8
TAd у миру (mmHg)	61.8±3.8	63.2±5.4	64.2±6.2	64.8±5.5	63.3±5.2	65.6±7.5
TAs max (mmHg)	145.3±10.8	144±10.6	145.2±10.9	144.8±11.1	146.8±10.8	147.8±11.2
TAd max (mmHg)	62.4±8.6	62±8.3	61.5±8.7	61.4±8.2	61±7.8	61.8±7.4
O ₂ пулс (mL/u)	12.2±2.1	13.2±2.6	13.8±2.9	14.8±2.5	15.8±2.8	16.6±2.6

Табела 7.4. Кардиоваскуларне карактеристике девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије. HR (енг. heart rate) – срчана фреквенција (удара/минути); TAs – систолни артеријски крвни притисак; TAd – дијастолни артеријски крвни притисак; max – максимална вредност на крају СРЕТ; O₂ пулс – кисеонички пулс (mL/удару).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
HR у миру (u/min)	78.6±10.0	76.8±9.5	72.4±8.7	73.3±7.1	73.4±7.1	73.6±7.7
HR max (u/min)	196.3±6.8	193.9±6.8	193.7±6.4	194.5±6.3	194.6±6.4	195.4±4.1
TAs у миру (mmHg)	103.3±8.5	102.4±7.4	102.6±7.2	101.1±8.0	104.6±10.0	107.4±9.6
TAd у миру (mmHg)	64.6±5.5	65±5.4	65.6±5.1	63.8±5.2	63.9±6	67.0±8.4
TAs max (mmHg)	143.8±11.2	144.8±10.8	143.4±10.4	144.1±11.1	143.6±10.6	143.7±10.8
TAd max (mmHg)	62.3±8.2	62.6±8.5	61.5±8.8	61.4±8.4	62.6±7.8	61.6±7.2
O ₂ пулс (mL/u)	10.3±1.6	10.8±2.1	11.5±2.2	11.8±2.5	12.2±2.4	12.8±1.8

Табела 7.5. Кардиоваскуларне карактеристике девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије. HR (енг. heart rate) – срчана фреквенција (удара/минути); TAs – систолни артеријски крвни притисак; TAd – дијастолни артеријски крвни притисак; max – максимална вредност на крају СРЕТ; O₂ пулс – кисеонички пулс (mL/удару).

Поређењем вредности HR и артеријског крвног притиска у миру, као и максималног O₂ пулса, на почетку и крају студије, забележена је статистички значајна разлика код девојчица које су тренирале кошарку (*paired samples t-test*, $p < 0.05$), док ове разлике није било у погледу HR max, као и TAs max и TAd max вредности ($p > 0.05$). Унутар групе девојчица које се нису бавиле спортом, статистички значајна разлика добијена је само у погледу вредности HR у миру и O₂ пулса (*paired samples t-test*, $p < 0.05$), док се остали праћени параметри нису битније мењали током трајања студије. Такође, на самом почетку испитивања, уочена је статистички значајна разлика између две групе испитаница у погледу вредности HR у миру, као и TAs max и O₂ пулса, док се на крају студије бележи статистички значајна разлика између две групе испитаница за

вредности HR у миру, TAs и TAd у миру, као и вредности TAs max и O₂ пулса (*independent sample t-test*, $p < 0.05$). Додатно, ANOVA тест показао је значајан ефекат интеракције времена и групе (време*група), односно значајан утицај кошаркашког тренинга на вредности TAs max и O₂ пулса (Табела 7.6).

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA p вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
HR у миру (u/min)	65.5±12.3	60.4±7.9	78.6±10.0	73.6±7.7	p < 0.01	p < 0.001	нс
HR max (u/min)	197.8±6.5	197.2±5.4	196.3±6.8	195.4±4.1	p < 0.001	нс	нс
TAs у миру (mmHg)	101.4±5.8	105.8±10.8	103.3±8.5	107.4±9.6	p < 0.001	нс	нс
TAd у миру (mmHg)	61.8±3.8	65.6±7.5	64.6±5.5	67.0±8.4	p < 0.05	нс	нс
TAs max (mmHg)	145.3±10.8	147.8±11.2	142.8±11.2	143.7±10.8	нс	p < 0.05	p < 0.05
TAd max (mmHg)	62.4±8.6	61.8±7.4	62.3±8.2	61.6±7.2	нс	нс	нс
O ₂ пулс (mL/u)	12.2±2.1	16.6±2.6	10.3±1.6	12.8±1.8	p < 0.01	p < 0.01	p < 0.001

Табела 7.6. Утицај времена (одрастање) и групе (кошаркашки тренинг) на кардиоваскуларне карактеристике девојчица током трајања студије. HR (енг. heart rate) – срчана фреквенција (удара/минуто); TAs – систолни артеријски крвни притисак; TAd – дијастолни артеријски крвни притисак; max – максимална вредност на крају СРЕТ; O₂ пулс – кисеонички пулс (mL/удару).

Респираторни систем

Вредности праћених параметара који одсликавају респираторни систем девојчица, за обе групе испитаница, представљене су табеларно за сва тестирања обављена током трогодишње студије (Табела 7.7 и Табела 7.8).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
VE max (L/min)	68.3±16.8	69.9±17.5	70±18.4	75.5±18.3	76.6±18.8	78.4±17.8
VE/VCO ₂ slope	26.4±2.6	26.6±2.1	25.1±2.4	22.6±2.2	21.8±2.4	21.3±2.5

Табела 7.7. Параметри респираторног система девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије.

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
VE max (L/min)	63.3±18.8	63.9±17.6	65.1±18.2	68.5±17.3	70.6±19.4	71±19.6
VE/VCO ₂ slope	28.4±2.1	27.5±2.0	27.1±1.8	25.6±2.2	24.8±2.4	24.3±2.2

Табела 7.8. Параметри респираторног система девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије.

Поређењем одређиваних параметара, на почетку и крају студије, унутар исте групе девојчица, добијена је статистички значајна разлика у обе испитиване групе у погледу свих праћених карактеристика респираторног система (*paired samples t-test*, $p < 0.01$). Такође, статистички значајна разлика уочена је и између две групе испитаница поређењем свих испитиваних варијабли, како на почетку, тако и на крају студије (*independent sample t-test*, $p < 0.01$). Додатно, ANOVA тест показао је значајан ефекат интеракције времена и групе (време*група), односно значајан утицај кошаркашког тренинга на вредности VE max и VE/VCO₂ slope (Табела 7.9).

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA p вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
VE max (L/min)	68.3±16.8	78.4±17.8	63.3±18.8	71±19.6	$p < 0.001$	$p < 0.01$	$p < 0.001$
VE/VCO ₂ slope	26.4±2.6	21.3±2.5	28.4±2.1	24.3±2.2	$p < 0.001$	$p < 0.05$	$p < 0.01$

Табела 7.9. Утицај времена (одрастање) и групе (кошаркашки тренинг) на респираторне параметре девојчица током трајања студије.

Метаболички одговор организма на физичку активност

Метаболички одговор организма девојчица током раста, развоја и сазревања, за обе групе испитаница, представљен је табеларно кроз одређивање одговарајућих параметара током СРЕТ (Табела 7.10 и Табела 7.11).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
% VO ₂ max на АТ	62.3±3.56	63.4±3.68	64.2±3.80	64.5±3.58	65.2±3.06	65.8±2.87
VO ₂ на АТ (mL/kg/min)	25.9±3.57	27.2±3.26	29.6±2.80	31.9±2.68	32.2±2.58	32.8±2.36
V на АТ (km/h)	8.4±1.36	8.5±1.35	8.8±1.40	8.9±1.39	9.3±1.18	9.8±1.02
HR на АТ (u/min)	160.4±6.62	160.8±6.60	162.1±6.46	163.2±6.25	164.8±5.86	165.2±5.82
HR на АnТ (u/min)	183.7±7.70	184.2±7.05	187.2±6.70	188.6±6.96	188.8±7.16	191.0±5.33
V на АnТ (km/h)	10.4±1.46	10.7±1.15	11.3±1.03	11.7±0.91	11.8±0.87	12.3±0.92
RER max	1.10±0.04	1.08±0.04	1.09±0.03	1.11±0.03	1.12±0.04	1.13±0.02
V max (km/h)	12.7±1.02	12.7±0.96	12.8±0.80	12.8±0.88	12.9±0.91	13.3±0.85
трајање теста (min)	10.5±0.84	10.2±1.00	10.2±0.84	10.36±0.65	10.40±0.73	11.06±0.75
ЕРОС (mL/kg/min)	32.2±3.68	33.4±3.62	36.5±3.56	38.6±3.48	38.4±3.50	39±3.23

Табела 7.10. Метаболички одговор на физичку активност девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије. V на АТ – постигнута брзина на аеробном прагу током СРЕТ; V max – максимална брзина постигнута на крају СРЕТ.

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
% VO ₂ max на АТ	55.6±3.81	56.2±3.52	56.4±3.29	57.2±2.92	57.8±2.80	57.9±2.77
VO ₂ на АТ (mL/kg/min)	19.5±2.61	20.2±2.78	21.1±2.64	21.7±2.62	22.0±2.79	22.6±2.55
V на АТ (km/h)	6.8±0.68	6.9±0.66	6.8±0.70	7.0±0.69	7.5±0.68	8.1±0.65
HR на АТ (u/min)	155.5±5.86	156.9±5.84	157.1±5.82	157.2±5.80	158.3±5.79	158.8±5.68
HR на АnТ (u/min)	180.3±11.58	180.5±11.0	182.3±9.90	184.3±6.28	184.4±6.27	186.2±4.57
V на АnТ (km/h)	8.5±0.78	8.8±0.98	9.2±0.91	9.5±0.98	9.6±0.98	10.9±0.84
RER max	1.06±0.03	1.07±0.04	1.07±0.04	1.08±0.03	1.08±0.03	1.08±0.02
V max (km/h)	10.4±0.83	10.5±0.88	10.6±0.88	10.7±0.85	10.5±0.88	10.8±0.75
трајање теста (min)	8.1±0.67	8.0±0.85	8.1±0.86	8.4±0.88	8.3±0.89	8.7±0.89
ЕРОС (mL/kg/min)	27.1±2.12	27.4±2.02	28.6±1.98	28.8±1.98	29.2±2.01	29.7±1.86

Табела 7.11. Метаболички одговор на физичку активност девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије. V на АТ – постигнута брзина на аеробном прагу током СРЕТ; V max – максимална брзина постигнута на крају СРЕТ.

Поређењем одређиваних параметара, на почетку и крају студије, унутар исте групе девојчица, добијена је статистички значајна разлика у обе испитиване групе у погледу свих праћених карактеристика метаболичког одговора организма на физичку активност (*paired samples t-test*, $p < 0.01$). Такође, статистички значајна разлика уочена је и између две групе испитаница поређењем свих испитиваних варијабли, како на почетку, тако и на крају студије (*independent sample t-test*, $p < 0.01$), изузев вредности HR на АnТ на почетку испитивања (*independent sample t-*

test, $p > 0.05$). Додатно, ANOVA тест показао је значајан ефекат интеракције времена и групе (време*група), односно значајан утицај кошаркашког тренинга на вредности које одсликавају аеробну ефикасност и анаеробну моћ организма (Табела 7.12).

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA p вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
% VO ₂ max на АТ	62.3±3.56	65.8±2.87	55.6±3.81	57.9±2.77	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001
VO ₂ на АТ (mL/kg/min)	25.9±3.57	32.8±2.36	19.5±2.61	22.6±2.55	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001
V на АТ (km/h)	8.4±1.36	9.8±1.02	6.8±0.68	8.1±0.65	p < 0.05	p < 0.01	p < 0.05
HR на АТ (u/min)	160.4±6.62	165.2±5.82	155.5±5.86	158.8±5.68	p < 0.01	p < 0.001	p < 0.05
HR на АпТ (u/min)	183.7±7.70	191.0±5.33	180.3±11.58	186.2±4.57	p < 0.001	p < 0.001	нс
V на АпТ (km/h)	10.4±1.46	12.3±0.92	8.5±0.78	10.9±0.84	p < 0.001	p < 0.001	нс
RER max	1.10±0.04	1.13±0.02	1.06±0.03	1.08±0.02	p < 0.05	p < 0.01	p < 0.05
V max (km/h)	12.7±1.02	13.3±0.85	10.4±0.83	10.8±0.75	p < 0.001	p < 0.001	нс
трајање теста (min)	10.5±0.84	11.06±0.75	8.1±0.67	8.7±0.89	p < 0.001	p < 0.001	нс
ЕРОС (mL/kg/min)	32.2±3.68	39±3.23	27.1±2.12	29.7±1.86	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001

Табела 7.12. Утицај времена (одрастање) и групе (кошаркашки тренинг) на метаболички одговор организма девојчица на физичку активност током трајања студије.

Базичне моторичке способности

Аеробна и анаеробна издржљивост

Вредности тестова за процену аеробне и анаеробне издржљивости за обе групе девојчица представљене су табеларно за свих шест мерења спроведених током студије (Табела 7.13 и Табела 7.14). Поређењем одређиваних параметара, на почетку и крају студије, унутар исте групе девојчица, добијена је статистички значајна разлика у обе испитиване групе у погледу свих праћених карактеристика аеробне и анаеробне издржљивости (*paired samples t-test*, $p < 0.01$). Такође, статистички значајна разлика уочена је и између две групе испитаница поређењем

свих испитиваних варијабли, како на почетку, тако и на крају студије (*independent sample t-test*, $p < 0.001$).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
VO ₂ max (mL/min)	2481±364.4	2663.8±363.3	2857.4±404	3078.8±392.9	3108.4±393.8	3152.9±392.5
VO ₂ max (mL/kg/min)	41.6±4.62	42.9±4.73	46±4.22	49.5±4.81	49.4±4.69	49.8±4.15
Тест 300 јарди (сек)	77.8±4.16	77.1±5.02	77.6±5.39	76.9±5.9	75.7±5.09	74.6±4.44

Табела 7.13. Промене у аеробној и анаеробној издржљивости девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије.

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
VO ₂ max (mL/min)	1997.3±304.7	2037.6±286.6	2221.3±362.5	2282.9±353.8	2288.9±351.9	2398±365.7
VO ₂ max (mL/kg/min)	35.1±2.61	35.9±3.33	37.5±2.98	38.0±2.89	38.1±2.79	39.1±2.64
Тест 300 јарди (сек)	95.9±9.62	94.2±8.08	95.8±8.78	94.9±6.09	93.6±6.69	93.3±6.81

Табела 7.14. Промене у аеробној и анаеробној издржљивости девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије.

ANOVA тест показао је значајан ефекат интеракције времена и групе (време*група), односно значајан утицај кошаркашког тренинга на апсолутне и релативне вредности VO₂ max (Табела 7.15).

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA p вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
VO ₂ max (mL/min)	2481±364.4	3152.9±392.5	1997.3±304.7	2398±365.7	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001
VO ₂ max (mL/kg/min)	41.6±4.62	49.8±4.15	35.1±2.61	39.1±2.64	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001
Тест 300 јарди (сек)	77.8±4.16	74.6±4.44	95.9±9.62	93.3±6.81	p < 0.001	p < 0.001	нс

Табела 7.15. Утицај времена (одрастање) и групе (кошаркашки тренинг) на аеробну и анаеробну издржљивост девојчица током трајања студије.

Експлозивна, статичка и репетитивна снага

Развој експлозивне, статичке и репетитивне снаге током трајања студије представљен је табеларно за обе групе девојчица (Табела 7.16 и Табела 7.17). Поређењем одређиваних

параметара, на почетку и крају студије, унутар исте групе девојчица, добијена је статистички значајна разлика у групи испитаница које су тренирале кошарку у погледу свих праћених карактеристика различитих типова снаге (*paired samples t-test*, $p < 0.05$ за експлозивну снагу и $p < 0.001$ за статичку и репетитивну снагу). Унутар групе девојчица које се нису бавиле спортом, није уочен напредак у статичкој снази током трајања студије, а није добијена ни статистички значајна разлика у погледу скокова на једној ноzi (*paired samples t-test*, $p > 0.05$). Са друге стране, статистички значајна разлика уочена је између две групе испитаница поређењем испитиваних варијабли, како на почетку, тако и на крају студије, у погледу експлозивне и репетитивне снаге (*independent sample t-test*, $p < 0.001$). Постигнуте вредности динамометрије на почетку студије нису су битније разликовале између физички активних и седентерних девојчица (*independent sample t-test*, $p > 0.05$). Међутим, на крају студије, добијена је значајна статистичка разлика у погледу тестова статичке снаге између две групе испитаница (*independent sample t-test*, $p < 0.001$).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
SJ (m)	0.22±0.023	0.23±0.025	0.23±0.019	0.24±0.019	0.25±0.018	0.26±0.018
CMJ (m)	0.26±0.030	0.26±0.035	0.26±0.019	0.27±0.022	0.28±0.020	0.29±0.025
VJ (m)	0.31±0.043	0.32±0.040	0.31±0.033	0.32±0.033	0.33±0.030	0.34±0.034
OLJr (m)	0.14±0.023	0.15±0.020	0.14±0.020	0.15±0.019	0.16±0.020	0.16±0.021
OLJl (m)	0.14±0.021	0.14±0.026	0.14±0.018	0.15±0.021	0.16±0.022	0.17±0.021
Динамометрија (kg)	51.1±9.27	53.2±9.23	56.8±9.20	57.6±9.37	58.2±9.19	59.0±8.63
Склекови	30.0±7.69	29.0±7.37	31.0±7.93	31.0±9.01	33.8±8.56	35.7±8.42
Трбушњаци	66.4±39.7	73.5±29.1	73.2±26.9	81.5±26.2	83.6±26.0	85.7±25.4

Табела 7.16. Промене у параметрима експлозивне, статичке и репетитивне снаге девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије. SJ – скок из чучња (енгл. squat jump); CMJ – скок из стојећег става са рукама на куковима (енгл. counter movement jump); VJ – вертикални скок (енгл. vertical jump); OLJr – скок на једној ноzi – десној (енгл. one leg jump – right); OLJl – скок на једној ноzi – левој (енгл. one leg jump – left).

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Варијабле	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
SJ (m)	0.20±0.020	0.20±0.027	0.20±0.018	0.21±0.023	0.21±0.020	0.22±0.018
CMJ (m)	0.22±0.023	0.23±0.029	0.23±0.025	0.24±0.026	0.24±0.025	0.24±0.023
VJ (m)	0.27±0.035	0.28±0.037	0.28±0.033	0.28±0.034	0.29±0.034	0.29±0.032
OLJr (m)	0.13±0.022	0.14±0.022	0.13±0.024	0.13±0.022	0.13±0.020	0.14±0.022
OLJl (m)	0.13±0.022	0.13±0.026	0.13±0.022	0.14±0.026	0.14±0.022	0.14±0.023
Динамометрија (kg)	50.0±8.13	50.0±7.75	50.2±7.01	50.8±7.31	50.9±7.35	50.6±6.85
Склекови	14.8±3.75	14.3±3.08	14.6±3.57	14.9±3.93	15.8±3.98	17.2±3.58
Трбушњаци	31.0±9.55	31.8±6.71	31.9±8.10	33.2±8.84	35.6±8.53	38.6±7.76

Табела 7.17. Промене у параметрима експлозивне, статичке и репетитивне снаге девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије. SJ – скок из чучња (енгл. squat jump); CMJ – скок из стојећег става са рукама на куковима (енгл. counter movement jump); VJ – вертикални скок (енгл. vertical jump); OLJr – скок на једној ноzi – десној (енгл. one leg jump – right); OLJl – скок на једној ноzi – левој (енгл. one leg jump – left).

ANOVA тест показао је значајан ефекат интеракције времена и групе (време*група), односно значајан утицај кошаркашког тренинга на развој свих евалуираних типова снаге током трајања истраживања, док је значајан ефекат групе (група) за све испитиване варијабле показао да су разлике у постигнутим резултатима, како на почетку, тако и на крају истраживања, последица континуираног излагања организованој физичкој активности, како пре почетка студије, тако и током њеног трајања (Табела 7.18).

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA р вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
SJ (m)	0.22±0.023	0.26±0.018	0.20±0.020	0.22±0.018	p < 0.05	p < 0.001	p < 0.05
CMJ (m)	0.26±0.030	0.29±0.025	0.22±0.023	0.24±0.023	p < 0.05	p < 0.001	p < 0.05
VJ (m)	0.31±0.043	0.34±0.034	0.27±0.035	0.29±0.032	p < 0.05	p < 0.001	p < 0.05
OLJr (m)	0.14±0.023	0.16±0.021	0.13±0.022	0.14±0.022	нс	p < 0.05	p < 0.05
OLJl (m)	0.14±0.021	0.17±0.021	0.13±0.022	0.14±0.023	нс	p < 0.05	p < 0.05
Динамометрија (kg)	51.1±9.27	59.0±8.63	50.0±8.13	50.6±6.85	p < 0.001	p < 0.05	p < 0.001
Склекови	30.0±7.69	35.7±8.42	14.8±3.75	17.2±3.58	p < 0.05	p < 0.001	p < 0.05
Трбушњаци	66.4±39.7	85.7±25.4	31.0±9.55	38.6±7.76	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.05

Табела 7.18. Утицај времена (одростање) и групе (кошаркашки тренинг) на експлозивну, статичку и репетитивну снагу девојчица током трајања студије. SJ – скок из чучња (енг. squat jump); CMJ – скок из стојећег става са рукама на куковима (енг. counter movement jump); VJ – вертикални скок (енг. vertical jump); OLJr – скок на једној ноzi – десној (енг. one leg jump – right); OLJl – скок на једној ноzi – левој (енг. one leg jump – left).

Агилност и флексибилност

Вредности Т теста за процену агилности и „Sit and rich“ теста за процену гипкости представљене су табеларно за обе групе девојчица (Табела 7.19 и Табела 7.20).

Варијабле	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Т тест (сек)	12.44±0.61	12.62±0.47	12.59±0.53	12.48±0.57	12.24±0.52	12.02±0.57
„Sit and rich“ тест (cm)	-8.36±7.51	-10.4±6.46	-10.52±6.36	-10.84±5.73	-10.84±5.72	-12.00±5.11

Табела 7.19. Агилност и флексибилност девојчица које се баве кошарком током трогодишње студије.

Варијабле	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
Т тест (сек)	14.29±0.75	14.27±0.72	14.34±0.68	14.43±0.63	14.28±0.78	14.20±0.77
„Sit and rich“ тест (cm)	-3.61±10.30	-5.00±9.99	-4.39±10.39	-5.22±9.49	-5.26±9.52	-5.29±8.91

Табела 7.20. Агилност и флексибилност девојчица које се не баве спортом током трогодишње студије.

Поређењем мерених параметара на почетку и крају студије (Тест I и Тест VI), унутар активне групе девојчица, *paired samples t-test* показао је статистички значајну разлику у погледу

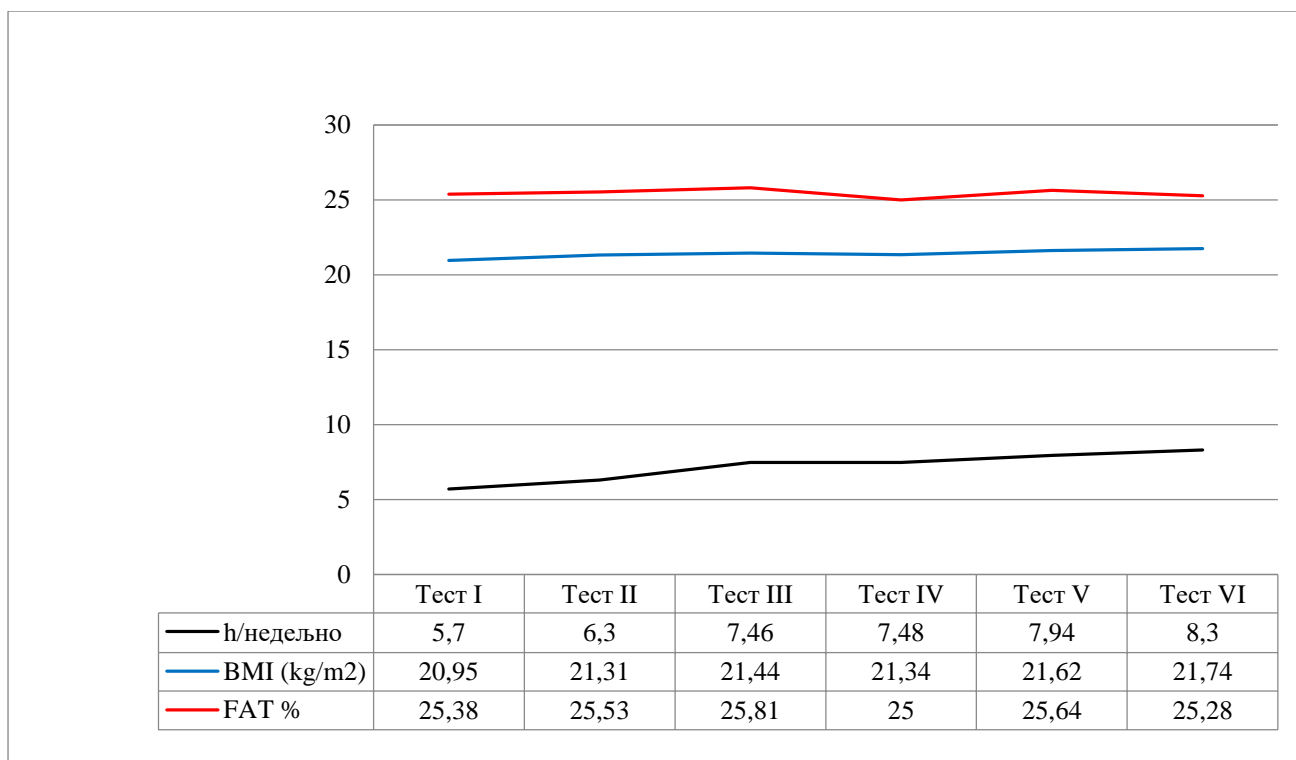
флексибилности ($p < 0.001$). Међутим, статистички значајна разлика није уочена упоређивањем почетних и крајњих вредности Т теста за процену агилности (*paired samples t-test*, $p > 0.05$). Ипак, просечна вредност трајања Т теста на крају студије показала је побољшање резултата за 0.42 секунде, што може ићи у прилог значајног побољшања агилности девојчица које су тренирале кошарку, узевши у обзир чињеницу да је трајање теста јако кратко и да је стога, и наизглед мало побољшање, суштински врло значајно и прави разлику у реалним условима средине (нумерички значајна разлика). Поређењем варијабли на почетку и крају студије, унутар групе девојчица које се нису бавиле спортом, добијена је статистички значајна разлика у погледу развоја флексибилности (*paired samples t-test*, $p < 0.05$), док ове разлике није било у погледу вредности Т теста агилности, уз минимално побољшање извођења теста од 0.09 секунди (*paired samples t-test*, $p > 0.05$). Разлике у агилности и флексибилности између две групе испитаница, током целокупног трајања студије, биле су очигледне на рачун знатно бољих перформанси девојчица које су тренирале кошарку (*independent sample t-test*, $p < 0.001$). Утицај кошаркашког тренинга током трајања студије био је очигледан у погледу развоја агилности (ANOVA тест, ефекат време*група: $p < 0.05$), што је приказано у Табели 7.21.

Варијабле	Активна група девојчица		Неактивна група девојчица		ANOVA p вредности		
	почетак	крај	почетак	крај	време	група	време*група
Т тест (сек)	12.44±0.61	12.02±0.57	14.29±0.75	14.20±0.77	нс	$p < 0.001$	$p < 0.05$
„Sit and rich“ тест (cm)	-8.36±7.51	-12.00±5.11	-3.61±10.30	-5.29±8.91	$p < 0.001$	$p < 0.05$	нс

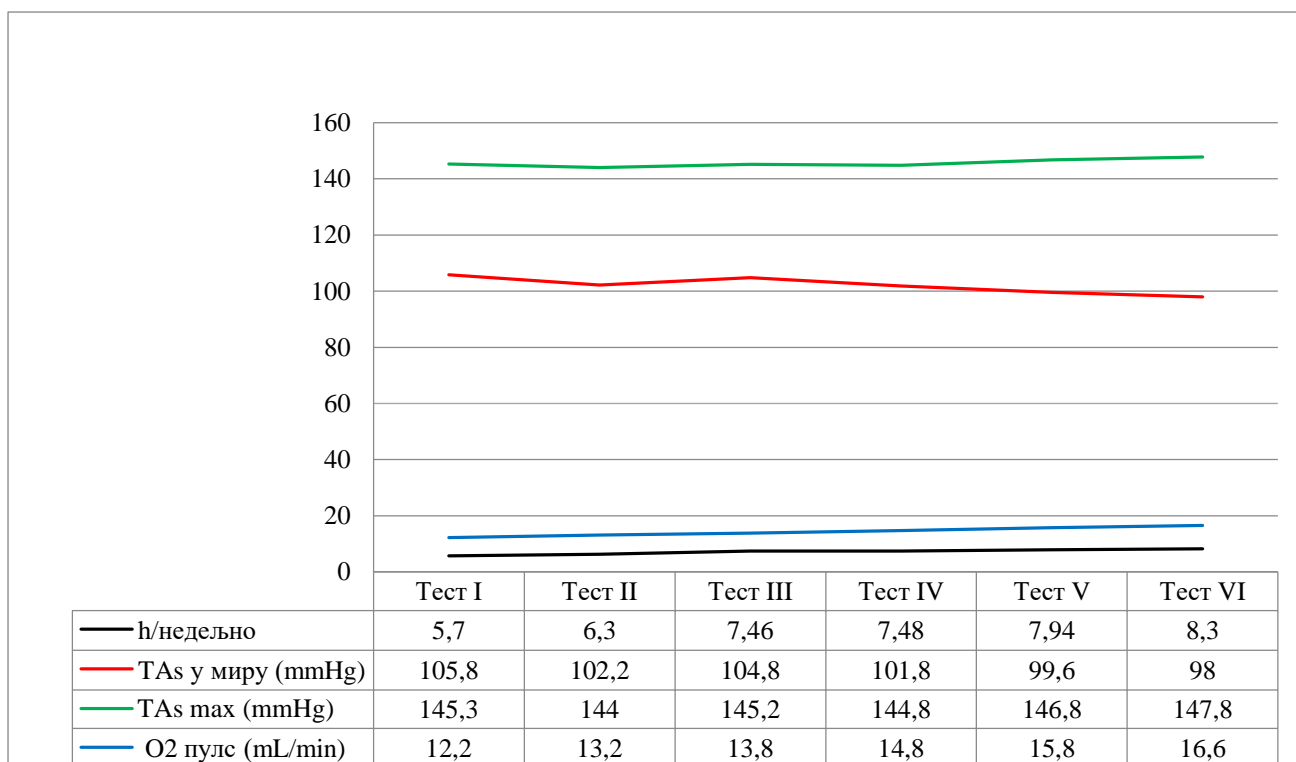
Табела 7.21. Утицај времена (одрастање) и групе (кошаркашки тренинг) на агилност и гипкост девојчица током трајања студије.

Графички приказ утицаја кошаркашког тренинга на компоненте раста, развоја и сазревања девојчица

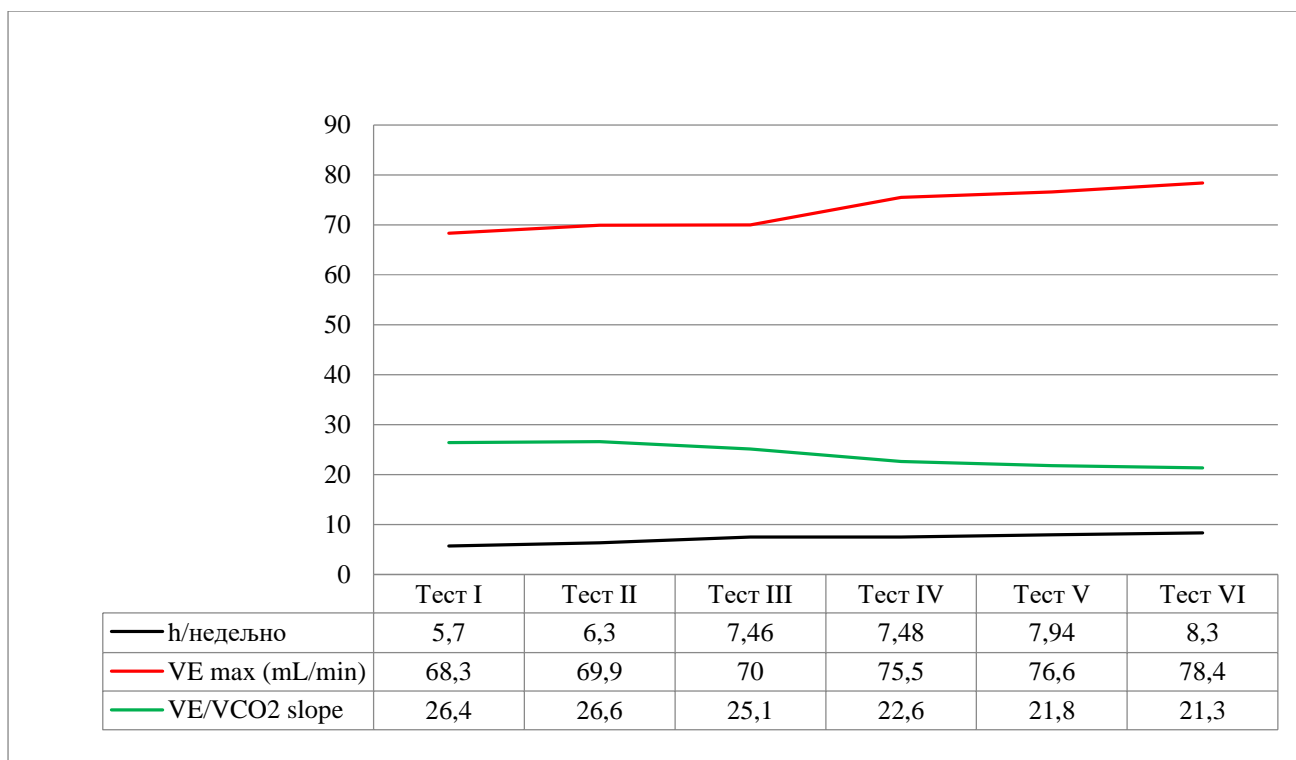
Утицај излагања континуираном кошаркашком тренингу, уз утицај континуираног пораста сати тренинга током недеље на одговарајуће компоненте раста, развоја и сазревања девојчица приказан је графички за свих шест тестирања обављених током студије (Графици 1 – 5).



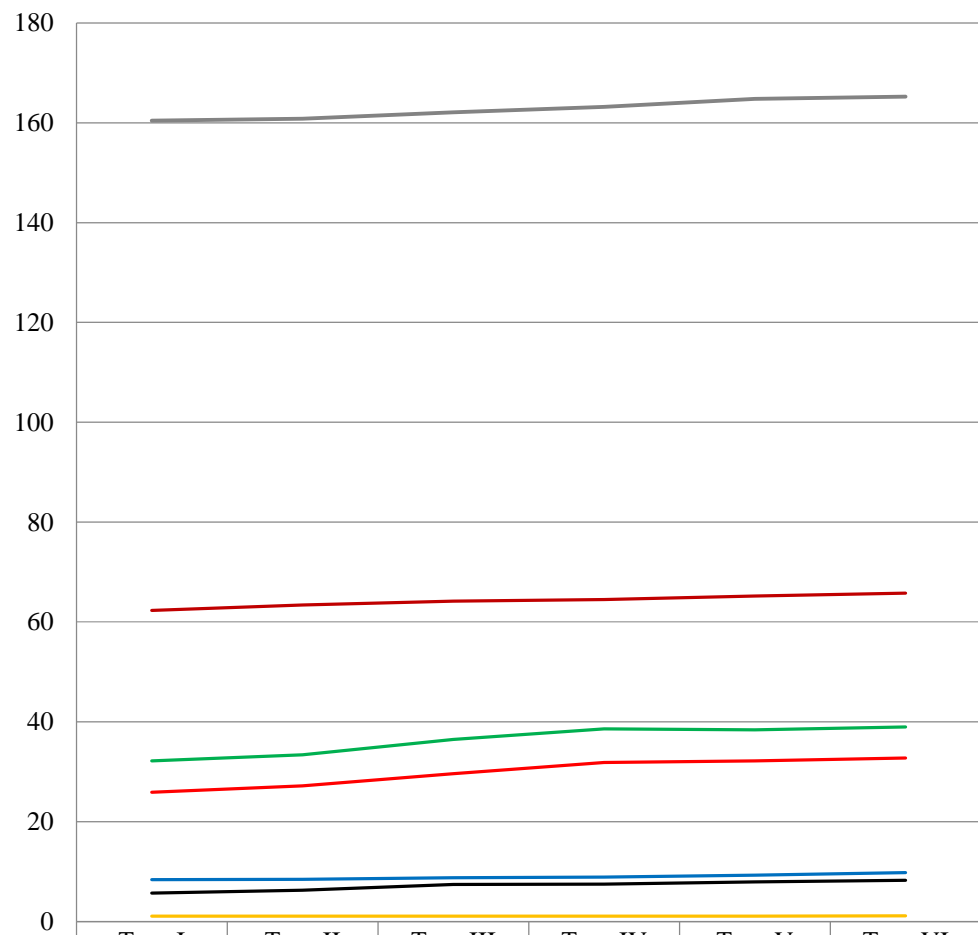
Графикон 1. Утицај кошаркашког тренинга (h/недељно) на FAT% и BMI унутар активне групе девојчица.



Графикон 2. Утицај кошаркашког тренинга (h/недељно) на TAs у миру, TAs max и O2 пулс унутар активне групе девојчица.

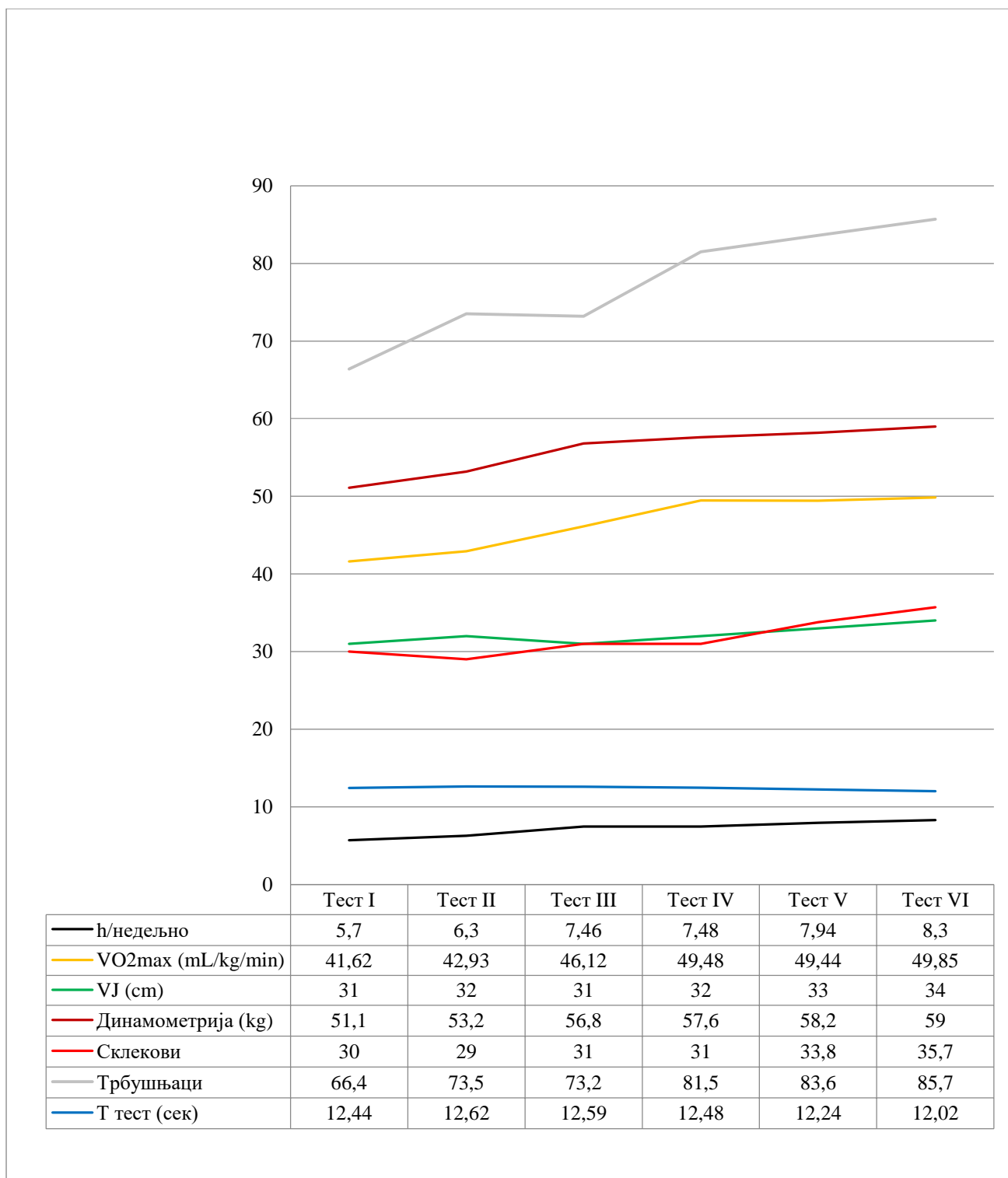


Графикон 3. Утицај кошаркашког тренинга (h/недељно) на VE max и вентилаторну ефикасност унутар активне групе девојчица.



	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
— h/недељно	5,7	6,3	7,46	7,48	7,94	8,3
— % VO2 на АТ	62,3	63,4	64,2	64,5	65,2	65,8
— VO2 на АТ (mL/kg/min)	25,9	27,2	29,6	31,9	32,2	32,8
— V на АТ (km/h)	8,4	8,5	8,8	8,9	9,3	9,8
— HR на АТ (u/min)	160,4	160,8	162,1	163,2	164,8	165,2
— RER max	1,1	1,08	1,09	1,11	1,12	1,13
— EPOC (mL/kg/min)	32,2	33,4	36,5	38,6	38,4	39

Графикон 4. Утицај кошаркашког тренинга (h/недељно) на метаболички одговор организма на напор унутар активне групе девојчица.



Графикон 5. Утицај кошаркашког тренинга (h/недељно) на моторичке способности унутар активне групе девојчица.

Соматско и сексулано сазревање девојчица

Соматско сазревање девојчица праћено је мерењем телесне висине и распона руку током трогодишње студије. Добијени резултати показали су да је на почетку студије постојала мала,

али статистички значајна разлика у телесној висини између две групе, која се одржала и током студије (ANOVA тест, утицај групе на мерене параметре, $p < 0.05$). Ова разлика није забележена у погледу распона руку. Међутим, пораст у висину, као и повећање распона руку, били су слични код обе групе девојчица на крају студије (ANOVA тест, утицај времена на мерене параметре, $p > 0.001$), што иде у прилог чињеници да кошаркашки тренинг није имао утицаја на соматско сазревање девојчица, већ сам процес одрастања (Табела 7.3).

Увидом у упитнике који су попуњавани на почетку студије од стране девојчица и њихових родитеља, добијено је да су просечне године менархе код испитаница које су тренирале кошарку биле 12.17 ± 1.34 , односно 12.67 ± 1.24 код девојчица које се нису бавиле спортом. Просечан период између два менструална циклуса за активну групу девојчица био је 29.0 ± 2.9 дана, односно 30.9 ± 5.26 дана за неактивну групу. На почетку студије, обе групе испитаница класификоване су у категорију касног пубертета (≤ 7 + менарха) сабирањем свих оцена и добијањем укупног скорa сексуалне зрелости. На крају студије, обе групе девојчица сврстане су у категорију постпубертета ($= 8$ + менарха). Пубертетски статус девојчица приказан је у Табели 7.22.

	Тест I	Тест II	Тест III	Тест IV	Тест V	Тест VI
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Активна група	4.24±0.88	4.62±0.82	5.81±0.78	6.64±0.60	7.55±0.49	7.83±0.39
Неактивна група	4.16±0.89	4.46±0.86	5.53±0.81	6.36±0.64	7.33±0.59	7.62±0.49

Табела 7.22. Пубертетски статус испитаница: *A Self-Administered Rating Scale for Pubertal Development* – укупан добијени скор пубертетске зрелости

ДИСКУСИЈА

Резултати истраживања иду у прилог позитивног утицаја кошаркашког тренинга на раст, развој и сазревање девојчица, односно потврђују наведене хипотезе студије. Такође, добијени резултати показују и значајан утицај самог процеса одрастања на одређиване варијабле, што иде у прилог чињеници да су раст, развој и сазревање, нарочито у периоду пубертета, процеси који умногоме утичу на формирање организма у целини и унапређење његових функционалних способности. Додатно, поређењем добијених резултата на почетку студије, уочене су јасне разлике у многим варијаблама између две групе испитаница. Ове разлике могу се објаснити чињеницом да су девојчице из активне групе, на самом почетку истраживања, тренирале кошарку у просеку 3.65 ± 1.67 година, и да је сам кошаркашки тренинг највероватније већ допринео настанку одговарајућих адаптационих промена организма на физичку активност. Ипак, то је само логична претпоставка која није поткрепљена истраживањем и резултатима. Оно што иде у прилог позитивног утицаја кошаркашког тренинга на праћене параметре и доказује ове тврдње јесу резултати добијени након три године испитивања, а који су указали на постојање статистички значајне разлике у већини мерених варијабли између две групе испитаница. Кошаркашки тренинг позитивно је утицао на телесну композицију и функционалне способности девојчица. Разлике у већини одређиваних параметара, уочене на почетку студије, додатно су се повећале на рачун активне групе девојчица на крају истраживања.

Стога, све горе наведено разрешава дилему у погледу раније постављених питања, а која гласе: Да ли су промене у физичким способностима деце последица самог процеса одрастања, физичке активности, то јест тренинга, или су комбинација и једног и другог, и да ли су и у којој мери деца подложна тренирању и ефектима које сама физичка активност има на људски организам?

Резултати студије јасно показују да сам процес одрастања утиче на компоненте раста, развоја и сазревања и да се оне временом унапређују. Међутим, истраживањем је утврђено да деца, у овом случају девојчице, јесу подложна тренирању и да се функционалне способности деце најбоље развијају кроз међусобну интеракцију самог процеса одрастања и упражњавања континуиране физичке активности.

Утицај кошаркашког тренинга на антропометријска мерења и телесну композицију девојчица

Телесна висина и распон руку

Мала, али статистички значајна разлика у телесној висини између две групе девојчица постојала је на почетку студије. Девојчице које су тренирале кошарку биле су више у односу на неактивну групу. Међутим, стопа раста у висину током трогодишње студије била је иста за обе групе испитаница. Резултати су показали да кошаркашки тренинг није имао утицај на антропометријска мерења, већ да је пораст у истим био условљен самим процесом одрастања, што иде у прилог великом броју студија које показују да физичка активност не утиче на стопу раста у висину, нити на постизање коначне телесне висине, односно не утиче на лонгитудиналне димензије скелета (47, 48, 92). Разлике у телесној висини на почетку студије могу се објаснити питањем селекције испитаница, као и различитим нивоима матурације (хронолошка vs. биолошка старост) који се врло често не могу контролисати током истраживања, а утичу на соматски раст (48). Лични избор девојчица и/или њихових родитеља био је разлог за тренирање кошарке, као што је и лични избор девојчица из неактивне групе био да се не баве ни једним спортом. Оно што је битно нагласити, јесте да у групи девојчица које су тренирале кошарку није било професионалне селекције, тако да се разлика у телесној висини не може објаснити тиме, као ни утицајем самог тренинга.

Телесна композиција

Континуирани кошаркашки тренинг позитивно је утицао на одржавање нормалне телесне композиције девојчица пошто вредности FAT% и BMI нису значајно расле током студије, док је истовремено забележен значајан пораст у FFM. Насупрот томе, код седентарне групе девојчица уочен је значајан пораст FAT% и BMI. Иако су вредности FAT% за обе групе испитаница биле у оквиру нормалних, то јест препоручених вредности за пол и узраст током читавог трајања студије (Jebb S et al., 2004), завршно мерење показало је да је FAT% девојчица које се нису бавиле спортом био знатно ближи горњој граници нормалних вредности. Додатно, узимајући у обзир перцентилне норме за BMI девојчица, уочено је да су испитанице обе групе на почетку студије биле на 75. перцентилу, што представља горњу границу нормалних вредности за пол и узраст (Слика 2.6). Међутим, BMI девојчица које су тренирале кошарку, на крају студије био је између 50. и 75. перцентила (нормална ухрањеност), док је код седентарне

групе испитаница забележен просечан резултат изнад 75. перцентила, што иде у прилог повишених вредности ВМІ.

Познато је да су ниже вредности FAT%, уз нормалне вредности ВМІ и већу мишићну масу повезане са бољим кардиореспираторним и моторичким способностима, уз смањен ризик за настанак многих обољења раније поменутих у тексту (21, 93, 94). Из добијених резултата, јасно је колико је физичка активност битан фактор у одржавању телесне композиције девојчица, а нарочито у периоду пубертета, када услед повећаног лучења естрогена природно долази и до наглог повећања количине масног ткива, а да при томе нагли пораст у FFM изостаје (22, 42, 49, 50). Стога, повећање ВМІ изнад нормалних вредности, код девојчица које се нису бавиле спортом, може се објаснити наглим порастом FAT%, а не само забележеним повећањем FFM и телесне висине (95).

Утицај кошаркашког тренинга на функцију кардиоваскуларног система девојчица

Срчана фреквенција

На почетку студије уочена је статистички значајна разлика у погледу срчане фреквенције у миру између две групе испитаница. Ова разлика одржала се и током трајања истраживања, међутим није се значајно повећавала на рачун активне групе девојчица. Узевши у обзир чињеницу да је једна од адаптационих реакција организма на тренинг нижа вредност срчане фреквенције у миру, забележена разлика може се објаснити адаптацијом КВС на континуирану физичку активност којој су девојчице из активне групе већ увелико биле изложене и пре започињања испитивања (96-98). Очигледно је да је ефекат кошаркашког тренинга био доминантан током фазе детињства (период школског детета) који одговара 2. фази Скамонове криве раста (Слика 2.1). Ова фаза се односи на стабилан и константан тренд раста током којег нема наглих промена у величини срца, па самим тим изостаје израженији ефекат процеса одрастања на карактеристике КВС. Међутим, истраживање је спроведено током фазе адолесценције, која започиње са наступањем пубертета, а током које се бележи убрзан раст тела и органских система (8). Сходно томе, чињеница да је на крају студије дошло до снижења срчане фреквенције у обе испитиване групе, може се објаснити наглим порастом величине срца, карактеристичним за ову фазу одрастања, и следствено смањењем срчане фреквенције на рачун повећања ударног и минутног волумена срца (54). Уколико се зна да се 3. фаза Скамонове

опште криве раста односи на убрзан раст тела и органских система током пубертета, онда је јасно да је током студије сам процес одрастања имао доминантан утицај на промене у срчаној фреквенцији код девојчица, а не кошаркашки тренинг (18).

Артеријски крвни притисак

Праћењем вредности артеријског крвног притиска, како у миру, тако и у напору, добијени су резултати који иду у прилог савремених истраживања. Од раније је познато да са напретком соматског раста, долази и до повећања вредности артеријског крвног притиска у миру, нарочито на рачун повећања телесне висине (8, 54). Добијени резултати иду у прилог ових тврдњи, с обзиром да је уочен значајан ефекат времена, односно самог процеса одрастања на соматски раст у целини, па самим тим и на повећање вредности артеријског крвног притиска. Такође, сматра се и да континуирана физичка активност позитивно утиче на снижавање крвног притиска у миру, али код гојазне деце са доказаном хипертензијом (99, 100). Међутим, вредности артеријског крвног притиска код обе групе испитаница, код којих притом није уочена гојазност, биле су у оквиру нормалних за пол и узраст (према препорукама Европског удружења за хипертензију; енг. *European Society of Hypertension*), тако да је значајан ефекат кошаркашког тренинга на ову варијаблу у мировању изостао. Ипак, узимајући у обзир максимални артеријски крвни притисак, уочена је значајна разлика у вредностима између две групе девојчица. Наиме, постигнуте вредности систолног артеријског крвног притиска на крају СРЕТ значајно су биле веће у корист активне групе испитаница. Додатно, уочен је и значајан утицај кошаркашког тренинга на постигнуте вредности, што иде у прилог чињеници да утренирани појединци, иако генерално имају смањен ризик од настанка хипертензије, током напора остварују више вредности систолног крвног притиска (101). Ова тврдња се може објаснити чињеницом да особе са бољим кардиореспираторним способностима постижу знатно виши ниво оптерећења током физичке активности, вредности максималног ударног и минутног волумена су за 15 до 30% веће у односу на неутрениране појединце, а такође имају и бољу васкуларну проводљивост на нивоу мишића током максималног напора (101, 102). Уколико се у обзир узме чињеница да су девојчице које су тренирале кошарку постизале већу максималну брзину и RER на крају СРЕТ, јасно је да су оствариле знатно већи напор у односу на седентерну групу. Додатно, постигнуте вредности O₂ пулса биле су значајно веће у активној групи испитаница, што индиректно указује на већи максимални ударни и минутни волумен срца. Све наведено јасно објашњава и разлику у вредностима максималног TAs током студије. Са друге

стране, вредности максималног TAd нису се мењале под утицајем тренинга, а ни самог процеса одрастања. Такође, није забележена ни статистички значајна разлика између две групе испитаница. Већ је речено да је вазодилатација на периферији код утренираних појединаца знатно ефикаснија, а то условљава и већи одлив крви из артеријског у венски компартмент мишића током дијастоле (101). Стога, иако су утрениране особе способне да остваре већи напор, изостаје пораст максималног TAd услед ефикасније васкуларне проводљивости на периферији. Самим тим се не бележи разлика у овим вредностима између активних и седентерних појединаца, што је случај и са испитаницама студије.

Кисеонички пулс

Кисеонички пулс представља индиректну меру ударног волумена срца, а током вежбања одраз је максималног аеробног капацитета. Литературни подаци показују да су високе вредности O_2 пулса током максималног напора резервисане за добро утрениране појединце и да расту на рачун побољшања кардиореспираторних способности (103, 104). Познато је да се ударни волумен срца повећава након започињања и током физичке активности, али да при високоинтезивном напору долази до пада ових вредности, нарочито код седентерних појединаца. Међутим, доказано је да се код утренираних особа бележи знатно мањи пад ударног волумена срца при активности високог интензитета, што доприноси повећању максималног минутног волумена срца и ефикаснијем одговору КВС на високоинтезивни напор (105). Уколико се зна да VO_2 доминатно зависи од ударног волумена срца (Фикова једначина), постизање већег максималног O_2 пулса, као индиректне мере ударног волумена срца, указује на виши степен утренираности организма (106). Међутим, поставља се питање да ли исте тврдње важе и за децу. Битно је нагласити да се код деце у периоду раста, развоја и сазревања вредности ударног волумена срца повећавају на рачун повећања телесне висине и тежине, па самим тим и величине и масе срца (8, 54, 107). Сходно томе, може се претпоставити да сам процес одрастања доводи до повећања O_2 пулса, па самим тим и ефикасније функције КВС током физичке активности, нарочито високог интензитета. Ранија истраживања показала су да значајнији утицај тренинга на кардиоваскуларне способности изостаје код деце у периоду одрастања (27, 108-110). Међутим, одговарајућа методолошка ограничења у виду неадекватног типа и интензитета тренинга и метода испитивања, као и недостатак већег броја лонгитудиналних студија, потенцијално могу објаснити ове тврдње (28). Ипак, резултати наше студије иду у прилог новијих истраживања која доказују позитивне ефекте физичке

активности на функционалне способности деце, па самим тим одговор O_2 пулса током напора (22, 111, 112). Вредности максималног O_2 пулса повећале су се на рачун процеса одрастања код обе групе девојчица, али је истовремено забележен и значајан ефекат кошаркашког тренинга на пораст O_2 пулса код активне групе испитаница. Добијени резултати указују на позитивни утицај физичке активности на развој КВС девојчица и на чињеницу да су адаптационе реакције КВС на тренинг у периоду одрастања итекако могуће.

Утицај кошаркашког тренинга на функцију респираторног система девојчица

Велики број студија иде у прилог позитивног утицаја континуиране физичке активности на функцију респираторног система током напора. Сматра се да су добро утренирани појединци способни да постигну вредности максималне VE и преко 150 L/min , док врхунски спортисти постижу вентилацију и до 200 L/min , и то доминатно на рачун пораста фреквенције дисања која при максималном напору може износити између 60 и 70 респирација у минути. На тај начин респираторни систем допрема већу количину O_2 мишићима са циљем стварања енергије која може да обезбеди вршење рада високог интензитета у дужем временском периоду (113-116). Међутим, већина ових истраживања испитује одрасле појединце и професионалне спортисте. Литературни подаци везани за дечију популацију у највећем броју баве се утицајем физичке активности на вентилаторне параметре деце са дијагностикованим плућним болестима. Резултати ових студија иду у прилог побољшања вентилаторне ефикасности и адаптационог одговора респираторног система на задати напор, али не дају одговор на питање да ли исти адаптациони механизми важе и за здраву децу (57, 117-119). Мањи број студија испитивао је утицај тренинга на плућну функцију здраве деце. Две студије показале су побољшање респираторне функције код здраве деце након спровођења осмонедељног високоинтензивног тренинга. Позитивни ефекти остварени су у погледу вредности плућних волумена, протока и капацитета, као и VO_{2max} (120, 121). Студија пресека спроведена над корејском децом и адолесцентима показала је позитивну корелацију између степена физичке утренираности и вентилаторних параметара са акцентом на значај спровођења аеробног и анаеробног тренинга током школског узраста (122). Лонгитудинална истраживања у највећој мери испитивала су промене у респираторним параметрима деце у функцији времена. Као што је раније наглашено, доказано је да раст, развој и сазревање, нарочито у периоду пубертета, у великој мери утичу на повећање ефикасности респираторног процеса, побољшавају вентилаторну ефикасност плућа током напора и повећавају вредности максималне VE , плућних волумена, протока и капацитета

(8, 58, 59, 122). Резултати наше трогодишње студије иду у прилог наведених лонгитудиналних истраживања. Максимална VE и вентилаторна ефикасност побољшале су се на рачун процеса одрастања, што се може објаснити повећањем антропометријских димензија тела и развојем респираторног система са следственим смањењем фреквенције дисања, мањим мртвим простором и ефикаснијом разменом гасова на нивоу алвеола (8, 54, 56). Међутим, очигледан пораст максималне VE и смањење вредности VE/VCO_2 slope десио се на рачун кошаркашког тренинга што указује на чињеницу да овај вид физичке активности побољшава функцију респираторног система деце и унапређује њихове функционалне способности.

Утицај кошаркашког тренинга на метаболички одговор организма девојчица на физичку активност

Анализирајући резултате спроведене студије јасно је да је метаболички одговор организма девојчица које су тренирале кошарку био значајно ефикаснији у односу на неактивну групу. Раније је речено да што је максимални EPOC већи и што се AT и AnT касније достижу током вежбања, то је особа боље физички утренирана, односно има ефикаснији метаболички одговор на физичку активност (62, 65). Такође, појединци који достижу AT на већем проценту од VO_{2max} имају бољу аеробну ефикасност, док су они који постижу веће вредности RER на крају CPET способни да толеришу високе концентрације лактата у крви и мишићима у дужем временском периоду, односно имају бољу анаеробну издржљивост (62, 78). Узимајући у обзир % од VO_{2max} на AT, као и вредности HR на AT и AnT, како на почетку, тако и на крају студије, јасно је да је кошаркашки тренинг побољшао аеробну ефикасност девојчица. Девојчице које су тренирале кошарку достизале су вентилаторне прагове на знатно већем % од VO_{2max} , као и на знатно вишим срчаним фреквенцијама и већим брзинама у односу на неактивну групу. Добијени резултати слажу се са неколико истраживања која тврде да физичка активност може побољшати аеробну способност деце на рачун повећања аеробне економичности, односно ефикаснијег коришћења кисеоника за дати интензитет физичке активности (21, 30, 123). Са друге стране, статистичком обрадом података, доказано је да се аеробна ефикасност побољшавала и на рачун самог процеса одрастања. Ове тврдње могу се објаснити чињеницом да са порастом антропометријских димензија тела долази и до побољшања економичности покрета деце, па самим тим и аеробне ефикасности. Забележени пораст FFM код обе групе девојчица омогућио је и мању цену покрета, са мањим утрошком кисеоника за дати интензитет рада, што је довело до каснијег достизања вентилаторних прагова током напора код обе групе

испитаница (8, 56, 59, 62). Додатно, разлике у постигнутим максималним вредностима RER и EPOC између две групе девојчица јасно су показале да је кошаркашки тренинг унапредио анаеробну издржљивост девојчица. Испитанице које су тренирале кошарку постизале су веће вредности RER на крају СРЕТ и оствариле су већи EPOC. Њихов гликолитички капацитет развијао се под утицајем кошаркашког тренинга, а не само на рачун раста, развоја и сазревања (8, 59, 82). Ове девојчице биле су способне да у дужем временском периоду врше рад у искључиво анаеробним условима и толеришу акумулиране лактате у крви и мишићима без ране појаве замора. Овоме у прилог иду и веће постигнуте максималне брзине и дуже трајање СРЕТ у односу на неактивну групу девојчица. Претходни литературни подаци указују на чињеницу да се гликолитички капацитет деце, који је иначе лимитиран у односу на адултну популацију, може побољшати физичком активношћу, што се слаже са резултатима наше студије (80-82, 123, 124). Такође, сензитивни период за развој анаеробне издржљивости почиње након пубертета, када се стимулацијом, односно тренингом највише може утицати на развој анаеробног капацитета дечијег организма (33). Узевши у обзир чињеницу да су испитанице обе групе на почетку студије биле класификоване у категорију касног пубертета, јасно је да је кошаркашки тренинг био адекватан стимулус за унапређење гликолитичког капацитета девојчица током овог периода одрастања.

Утицај кошаркашког тренинга на развој базичних моторичких способности девојчица

Аеробна и анаеробна издржљивост

Увидом у резултате студије добијене током трогодишњег праћења девојчица несумњиво је доказано да је кошаркашки тренинг позитивно утицао на аеробну издржљивост девојчица. Вредности VO_{2max} , на почетку, током и на крају студије, биле су значајно веће код испитаница које су тренирале кошарку. Ипак, аеробна способност значајно се повећала и код неактивне групе девојчица што иде у прилог тврдњи ранијих студија да сам раст, развој и сазревање доминантно утичу на побољшање функционалних способности организма, па самим тим и на пораст VO_{2max} (27, 28). Сматра се да са повећањем величине срца долази и до повећања ударног и минутног волумена срца који представљају најбитнију карику у ланцу који обезбеђује адекватно допремање кисеоника до мишића. Већи ударни и минутни волумен срца, уз истовремени развој респираторног система, обезбеђују и већу максималну потрошњу кисеоника, па се повећање аеробне способности деце током одрастања у највећој мери

објашњава овим чињеницама (20, 22, 29, 50, 56, 110). Међутим, новија истраживања показују да континуирана физичка активност доводи до повећања $VO_2\text{max}$ и да се ефекти тренинга могу остварити већ у препубертетском узрасту, али и током самог пубертета, што се поклапа са сензитивним периодима за развој ове способности (33, 73-76, 123). Такође, неколико студија доказало је да се аеробна способност деце може повећати тренингом на рачун побољшања аеробне ефикасности, док истовремено изостаје пораст у $VO_2\text{max}$ (21, 30). Резултати наше студије обједињују све наведене тврдње претходних истраживања и доводе до закључка да на развој целокупне аеробне способности (аеробна издржљивост, аеробна моћ, аеробна ефикасност) деце утичу и процес одрастања, али и сама физичка активност. Другим речима, повећање $VO_2\text{max}$ десило се на рачун раста и развоја КВС и респираторног система, односно на рачун већег ударног и минутног волумена срца и следствено већег максималног O_2 пулса, као и повећане максималне VE плућа. Све наведене промене које се дешавају током процеса одрастања доводе до ефикаснијег допремања кисеоника до активних мишића са циљем обезбеђивања довољне количине енергије за вршење рада. Са друге стране, раније у дискусији је споменуто да резултати студије иду у прилог позитивног утицаја кошаркашког тренинга на функцију КВС и респираторног система, као и на метаболички одговор организма у напору. Овим се може објаснити механизам утицаја физичке активности на функционалне способности организма, па самим тим и на аеробну издржљивост. Очигледно је да са развојем КВС и респираторног система расте и $VO_2\text{max}$, али без дејства стимулуса (у овом случају кошаркашког тренинга) овај пораст не одражава максимални генетски потенцијал појединца за развој ове способности. Практично, кумулативно дејство процеса одрастања и континуиране физичке активности доприноси адекватном развоју и порасту аеробне способности девојчица у периоду раста, развоја и сазревања, а не само појединачни утицаји ова два стимулуса.

Највећи број истраживања у погледу анаеробне издржљивости деце углавном објашњава разлике између деце и одраслих у погледу ове способности. Сматра се да се анаеробна издржљивост код деце током одрастања развија на рачун повећања гликолитичког капацитета који је код деце снижен у односу на одраслу популацију (8, 59, 66). Током пубертета долази до повећања мишићне масе, па самим тим и количине гликогена у мишићима, чиме се повећава и анаеробна издржљивост. Овоме у прилог иде и чињеница да сензитивни период за развој ове способности наступа тек на крају пубертета, односно током адолесценције (32, 33). Ипак, мањи је број студија које су испитивале утицај физичке активности на побољшање ове способности

код деце. Системским прегледом литературе Матос и Винсли (2007) дошли су до закључка да деца у периоду раста, развоја и сазревања тренингом могу унапредити анаеробну издржљивост (125). Сматра се да анаеробни тренинг или анаеробно-аеробни тренинг могу довести до адаптационих промена организма и повећања анаеробне издржљивости. Механизми адаптационих промена код деце нису довољно истражени, али је неколико студија показало да долази до повећања концентрација фосфофруктокиназе (главног анаеробног ензима) или пораста безмасне телесне масе на рачун тренинга (80, 81, 125, 126). Резултати нашег истраживања показују да ова способност постепено расте са напретком раста, развоја и сазревања деце, али и да физичка активност анаеробног типа, нарочито у периоду пубертета, знатно доприноси повећању анаеробне издржљивости упражњавањем комбинованог, анаеробно-аеробног, тренинга. Овоме у прилог иду не само постигнуте вредности теста 300 јарди, већ и максималне вредности RER постигнуте на крају СРЕТ (знатно више код девојчица које су тренирале кошарку). Ове вредности могу указивати на пораст максималне концентрације лактата, која је код деце иначе лимитирајући фактор за развој анаеробне издржљивости.

Експлозивна, статичка и репетитивна снага

Раније се за тренинг снаге који се примењивао код деце сматрало да је контраиндикован и да може довести до озбиљних повреда мишићно-скелетног система и поремећаја процеса раста, развоја и сазревања, а ефекти овог типа физичке активности на сам развој снаге нису довољно испитивани (127). Данас, велики број истраживања иде у прилог позитивног утицаја тренинга снаге на развој ове моторичке способности, уз позитивне ефекте на развој мишићно-скелетног система, превенцију повреда и сам процес одрастања (34, 35, 84-86). Овоме у прилог иду и резултати наше студије који су показали да је кошаркашки тренинг допринео развоју како експлозивне, тако и статичке и репетитивне снаге, а да истовремено нису забележени негативни утицаји тренинга на мишићно-скелетни систем (анаменстички није било пријављених тежих повреда током трогодишњег испитивања), као и на сам процес одрастања (соматско и сексуално сазревање девојчица које су тренирале кошарку није се разликовало од сазревања девојчица које се нису бавиле спортом). Такође, већи пораст у мишићној снази код активне групе девојчица највероватније се десио на рачун нервних адаптација, а не на рачун саме мишићне хипертрофије, пошто током трајања студије није уочен утицај кошаркашког тренинга на пораст у FFM. Ове претпоставке сагласне су и са литературним подацима који показују да се развој

снаге у препубертетском и раном пубертетском периоду дешава на рачун повећања активације моторних јединица и побољшања координације моторних вештина, док се тек у периоду адолесценције очекује повећање мишићне снаге на рачун хипетрофије мишића (33, 125, 126, 128). Наравно, са порастом FFM на рачун соматског сазревања уочен је и пораст у експлозивној, статичкој и репетитивној снази и код неактивне групе девојчица на крају студије, али је очигледно да пун генетски потенцијал за развој ове способности није остварен услед изостанка адекватног стимулуса, односно тренинга.

Агилност и флексибилност

Већ раније је речено да агилност представља сложену моторичку способност која захтева брзе рефлексе, добру координацију, равнотежу и прецизност покрета, као и оптимално развијену брзину како би се одговарајући моторички задатак спровео на адекватан начин (88, 129). Стога је за праћење развоја брзине, координације, равнотеже и прецизности тестирана агилност девојчица кроз трогодишњу студију. Добијени резултати иду у прилог позитивног утицаја кошаркашког тренинга на развој ове сложене моторичке способности. Додатно, резултати студије не показују статистички значајан утицај одрастања (утицај времена) на развој агилности, што се може објаснити чињеницом да је неопходан адекватан стимулус, односно физичка активност, како би се ова способност развијала. Статистички значајна разлика у агилности између две групе девојчица која је забележена на почетку студије, а која се одржала и током њеног трајања, потврђује литературне чињенице да се сензитивни периоди и критичне фазе за развој ове способности јављају у препубертетском периоду и да агилност тренингом најефикасније можемо развијати у периоду од предшколског узраста до пубертета (33, 125, 129). Пошто у пубертету, услед појаве фазе наглог раста, можемо очекивати стагнацију или чак назадовање у погледу развоја координације, равнотеже и прецизности, сам развој агилности такође може бити успорен и/или нарушен (33, 88). Исто важи и за развој флексибилности код деце која такође умногоме зависи од фазе соматског раста, односно брзине раста горњих и доњих екстремитета, трупа, као и повећања висине у седећем и усправном положају тела (84). Забележени пораст флексибилности на крају студије код обе групе девојчица највероватније се може објаснити статистички значајним порастом висине и распона руку (утицај времена на мерене параметре). Разлике у флексибилности између две групе испитаница, на почетку и крају истраживања, потенцијално се могу преписати утицају кошаркашког тренинга у препубертетском периоду. Уколико се зна да је сензитивни период за развој активне

флексибилности узраст од 8 до 12/13 година, а да су девојчице из активне групе на почетку студије већ имале 3.65 ± 1.67 година кошаркашког искуства, може се тврдити да је кошаркашки тренинг, у периоду пре започињања истраживања, довео до адаптационих промена на нивоу скелетно-мишићног система и боље постигнутих вредности „sit and rich“ теста (33, 130). Изостанак статистички значајног ефекта кошаркашког тренинга на развој флексибилности током самог трајања студије додатно се може објаснити горе поменути динамичким променама одрастања које су карактеристичне за период пубертета и ране адолесценције, а које се негативно могу одразити на развој ове моторичке способности и поред адекватне примене стимулуса, односно тренинга.

Утицај кошаркашког тренинга на соматско и сексуално сазревање девојчица

Студија је показала да кошаркашки тренинг није утицао на достигнуте вредности телесне висине и распона руку на крају студије, као ни на стопу, то јест брзину раста током трајања истраживања. Разлика у телесној висини између две групе девојчица која је уочена на почетку студије потенцијално се може преписати утицају спортске селекције или малом испитиваном узорку, а не ефектима кошаркашког тренинга у препубертетском периоду, као што је објашњено и раније у дискусији (утицај кошаркашког тренинга на антропометријска мерења). Пошто фаза наглог раста код девојчица обично наступа између 9. и 10. године живота, а максимум достиже око 12. године, онда се може претпоставити да је сам процес одрастања био заслужан за постизање одговарајуће телесне висине и распона руку код обе групе девојчица, а не кошаркашки тренинг чији учесталост и интензитет у поменутом периоду никако нису могли остварити значајне ефекте на соматско сазревање девојчица (35). Овоме у прилог иду и резултати нашег истраживања који показују значајан утицај времена на вредности телесне висине и распона руку код обе групе испитаница. Изостанак утицаја кошаркашког тренинга на соматско сазревање девојчица, и поред прогресивног повећања броја и сати кошаркашког тренинга у току недеље кроз трогодишње праћење, поклапа се са најновијим литературним подацима који показују да физичка активност нема утицаја на постизање веће или мање коначне висине, нити утиче на стопу раста у висину (8, 47, 48). Ове тврдње нарочито се односе на физичку активност или организовани тип тренинга који се примењује у обиму мањем од 10 сати у току недеље, а што је случај и са нашим истраживањем.

Увидом у резултате „Скале самопроцене пуберталног развоја“ било је јасно да кошаркашки тренинг није утицао на сексуално сазревање девојчица. Пубертетска зрелост није се

разликовала између две групе испитаница током трајања истраживања, а кошаркашки тренинг није утицао на године менархе, као ни на дужину трајања менструалног циклуса. Подаци појединих истраживања указују да физичка активност потенцијално може утицати на сексуалну матурацију девојчица у смислу ранијег или каснијег сазревања, одложене менархе и поремећаја менструалног циклуса. Ипак, ове тврдње се односе на тренинге неприлагођене узрасту девојчица, како у погледу типа спорта (спортови који захтевају одговарајућу телесну композицију – гимнастика, уметничко клизање, синхроно пливање), учесталости (> 15h/недељно) и интензитета тренинга (131, 132). Са друге стране, постоје студије које су показале да адекватно дозирана физичка активност доприноси нормалној сексуалној матурацији девојчица и да чак може позитивно утицати на симптоме дисменореје (131, 133, 134). Уколико се у обзир узме да су испитанице наше студије на самом почетку имале 5.7 ± 2.13 , а на крају студије 8.4 ± 1.52 сати кошаркашког тренинга недељно, јасно је да учесталост тренинга ни на који начин није могла негативно утицати на сексуално сазревање девојчица. Такође, познато је да је кошарка анаеробно-аеробни тип спорта. Играчи и играчице током тренинга и/или утакмице обично проведу око 56.8% времена у ходању, око 9% времена у стајању, а свега 34.1% времена чини игру, односно активност у правом смислу речи, што умногоме одређује и интензитет тренинга/утакмице који је у преко 65% времена низак до умерен (135). Из наведеног се може закључити да кошаркашки тренинг, и у смислу врсте спорта, али и интензитета, не може имати негативне утицаје на сексуално сазревање девојчица уколико се спроводи примерено њиховом узрасту, чему у прилог иду и резултати наше студије.

ЗАКЉУЧАК

Основни циљ истраживања био је да се евалуира утицај кошаркашког тренинга на компоненте раста, развоја и сазревања девојчица у периоду пубертета и ране адолесценције. Истраживање је спроведено на узорку од 50 девојчица које су биле подељене у две групе: 25 кошаркашица са 3.65 ± 1.67 година кошаркашког искуства на почетку студије и 25 девојчица које се нису бавиле спортом. На бази теоријских анализа и резултата трогодишњег истраживања могу се извести следећи закључци:

1. Организовани кошаркашки тренинг у периоду пубертета и ране адолесценције позитивно утиче на одржавање нормалне телесне композиције девојчица. У пубертетском периоду, због повећаног лучења естрогена, код девојчица долази до израженог повећања и складиштења телесне масти, а стопа пораста мишићне масе се знатно успорава, а као последица свега често се јавља гојазност. Ове чињенице, као и резултати истраживања, јасно указују на значајност редовног упражњавања организоване физичке активност током одрастања са циљем одржавања нормалне телесне композиције.
2. Кошаркашки тренинг има доминантан утицај на снижење срчане фреквенције у периоду школског детета, док сам процес одрастања доминантно утиче на вредности ове варијабле у периоду пубертета и ране адолесценције када на рачун убрзаног раста долази до повећања величине и масе срце и следствено снижења срчане фреквенције. Вредности артеријског систолног притиска и кисеоничког пулса при максималном напору знатно су веће код девојчица које тренирају кошарку, што иде у прилог позитивног утицаја кошаркашког тренинга на функцију кардиоваскуларног система и високу толеранцију на интензивно оптерећење.
3. Кошаркашки тренинг битно је утицао на функцију респираторног система у смислу повећања максималне плућне вентилације и вентилаторне ефикасности. Иако се функција респираторног система девојчица развија паралелно са соматским растом и развојем органа и органских система, евидентно је да кошаркашки тренинг представља стимулус који у знатно већој мери унапређује развој респираторног система у поређењу са седентерним девојчицама.
4. Аеробна ефикасност, максималне вредности RER и EPOC значајно су се повећали на рачун континуираног кошаркашког тренинга, а не само на рачун процеса одрастања. Ово

указује на чињеницу да кошаркашки тренинг унапређује метаболички одговор организма девојчица на напор и да се редовним упражњавањем физичке активности може повећати гликолитички капацитет деце, који је у периоду одрастања иначе лимитиран.

5. Развој базичних моторичких способности доминатно зависи од примене адекватног стимулуса, у овом случају, кошаркашког тренинга. Иако је евидентно да са повећањем телесне висине, телесне масе и FFM долази до развоја базичних моторичких способности, без спровођења одговарајућег типа физичке активности у право време не може се очекивати ни адекватан развој ових способности.
6. Кошаркашки тренинг не утиче на достизање коначне телесне висине девојчица, нити на брзину раста. Такође, године и учесталост тренинга којем су девојчице биле подвргнуте пре и током трајања студије нису остварили негативне ефекте на њихово сексуално сазревање. Развој секундарних сексуалних карактеристика, појава менархе и дужина менструалног циклуса нису били нарушени кошаркашким тренингом.

Из свега горе наведеног може се закључити да сам процес одрастања унапређује одговарајуће компоненте раста, развоја и сазревања. Међутим, оно што је записано у генотипу, не мора се у пуном потенцијалу испољити у фенотипу, нарочито уколико изостане утицај одређених фактора спољашње средине. Резултати наше студије јасно су показали да физичка активност представља значајан фактор за правилан развој телесне композиције и функционалних способности организма и да адекватно примењена омогућује раст, развој и сазревање девојчица у пуном генетском потенцијалу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hebert JJ, Møller NC, Andersen LB, Wedderkopp N. Organized Sport Participation Is Associated with Higher Levels of Overall Health-Related Physical Activity in Children (CHAMPS Study-DK). *PLoS One*. 2015 Aug 11; 10(8): e0134621.
2. Morales-Suárez-Varela MM, Clemente-Bosch E, Llopis-González A. Relationship between the level of physical activity and markers of cardiovascular health in Valencian adolescents. *Arch Argent Pediatr*. 2013 Oct; 111(5): 398-404.
3. Nemet D. Childhood obesity, physical activity, and exercise. *Pediatr Exerc Sci*. 2015 Feb; 27(1): 42-47.
4. Mountjoy M. Health and fitness of young people: what is the role of sport? *Br J Sports Med*. 2011 September; 45(11): 837-838.
5. Morrow J, Tucker J, Jackson A, Martin S, Greenleaf C, Petrie T. Meeting physical activity guidelines and health-related fitness in youth. *Am J Prev Med* 2013; 44(5): 439-444.
6. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Physical activity and energy expenditure: assessment, trends, and tracking*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 457-478.
7. Barkley JE, Epstein LH, Roemmich JN. Reinforcing Value of Interval and Continuous Physical Activity in Children. *Physiol Behav*. 2009 Aug; 98(1-2): 31-36.
8. Kenney LW, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise. In: Tocco AN, Maurer K, Calderwood S, Sexton J, editors. *Children and Adolescents in Sport and Exercise*. USA: Human Kinetics; 2012. p. 425-445.
9. Karpowicz K, Karpowicz M, Strzelczyk R. Structure of Physical Fitness Among Young Female Basketball Players (Trends of Changes in 2006-2013). *J Strength Cond Res*. 2015 Oct;29(10):2745-2757.
10. Guagliano JM, Lonsdale C, Kolt GS, Rosenkranz RR, George ES. Increasing girls' physical activity during a short-term organized youth sport basketball program: A randomized controlled trial. *J Sci Med Sport*. 2015 Jul;18(4):412-417.
11. Fort-Vanmeerhaeghe A, Montalvo A, Latinjak A, Unnithan V. Physical characteristics of elite adolescent female basketball players and their relationship to match performance. *J Hum Kinet*. 2016 Oct 15;53:167-178.
12. Coelho E Silva MJ, Moreira Carvalho H, Gonçalves CE, Figueiredo AJ, Elferink-Gemser MT, Philippaerts RM, Malina RM. Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year-old- basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010 Jun;50(2):174-181.
13. May AL, Kuklina EV, Yoon PW. Prevalence of cardiovascular disease risk factors among US adolescents, 1999-2008. *Pediatrics*. 2012 Jun; 129(6): 1035-1041.
14. González K, Fuentes J, Márques JL. Physical inactivity, sedentary behavior and chronic diseases. *Korean J Fam Med*. 2017; 38: 111-115.
15. Marta CC, Marinho DA, Barbosa TM, Carneiro AL, Izquierdo M, Marques MC. Effects of body fat and dominant somatotype on explosive strength and aerobic capacity trainability in prepubescent children. *J Strength Cond Res*. 2013 Dec; 27(12): 3233-3244.
16. Robbins LB, Pfeiffer KA, Vermeesch A, Resnicow K, You Z, An L, et al. "Girls on the Move" intervention protocol for increasing physical activity among low-active underserved urban girls: a group randomized trial. *BMC Public Health*. 2013 May 15; 13:474-486.

17. Labbrozzi D, Robazza C, Bertollo M, Bucci I, Bortoli L. Pubertal development, physical self-perception, and motivation toward physical activity in girls. *J Adolesc.* 2013 Aug; 36(4): 759-765.
18. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Introductory concepts.* USA: Human Kinetics; 2004. p. 3-20.
19. Zong Xin-Nan, Li Hui. Physical growth of children and adolescents in China over the past 35 years. *Bull World Health Organ.* 2014 Aug; 92(8): 555-564.
20. Minasian V, Marandi SM, Kelishadi R, Abolhassani H. Correlation between Aerobic Fitness and Body Composition in Middle School Students. *Int J Prev Med.* 2014 Dec; 5(Suppl 2): S102-107.
21. Telford RM, Telford RD, Cunningham RB, Cochrane T, Davey R, Waddington G. Longitudinal patterns of physical activity in children aged 8 to 12 years: the LOOK study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013 Jun 21; 10:81.
22. Subramanian SK, Sharma VK, Vinayathan A. Comparison of effect of regular unstructured physical training and athletic level training on body composition and cardio respiratory fitness in adolescents. *J Clin Diagn Res.* 2013 Sep; 7(9): 1878-1882.
23. Fogelholm M, Rankinen T, Isokääntä M, Kujala U, Uusitupa M. Growth, dietary intake, and trace element status in pubescent athletes and schoolchildren. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Apr; 32(4): 738-746.
24. Marks J, de la Haye K, Barnett LM, Allender S. Friendship Network Characteristics Are Associated with Physical Activity and Sedentary Behavior in Early Adolescence. *PLoS One.* 2015; 10(12): e0145344.
25. Nicholls SG, Pohlabein H, De Bourdeaudhuij I, Chadjigeorgiou C, Gwozdz W, Hebestreit A, Lauria F, Lissner L, Molnár D, Santaliestra-Pasias AMI, Veidebaum T, Williams G. Parents' evaluation of the IDEFICS intervention: an analysis focussing on socio-economic factors, child's weight status and intervention exposure. *Obes Rev.* 2015 Dec; 16 Suppl 2: 103-118.
26. Caspersen C, Powell K, Christenson G. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Rep.* 1985 Mar-Apr; 100(2): 126-131.
27. Nes B, Østhus I, Welde B, Aspenes S, Wisløff U. Peak oxygen uptake and physical activity in 13- to 18-year-olds: the Young-HUNT study. *Med Sci Sports Exerc.* 2013 Feb; 45(2): 304-313.
28. McNarry M, Jones A. The influence of training status on the aerobic and anaerobic responses to exercise in children: a review. *Eur J Sport Sci.* 2014; 14 Suppl 1: S57-68.
29. Fakhouri TH, Hughes JP, Burt VL, Song M, Fulton JE, Ogden CL. Physical activity in U.S. youth aged 12-15 years, 2012. *NCHS Data Brief.* 2014 Jan; (141): 1-8.
30. Taylor RW, Williams SM, Farmer VL, Taylor BJ. Changes in physical activity over time in young children: a longitudinal study using accelerometers. *PLoS One.* 2013 Nov 25; 8(11): e81567.
31. Maric K, Katic R, Jelicic M. Relations between basic and specific motor abilities and player quality of young basketball players. *Coll Antropol.* 2013 May; 37 Suppl 2: 55-60.
32. Nićin Đ. *Antropomotorika.* Novi Sad: Fakultet fizičke kulture; 2000.
33. Koprivica V. *Strukturne karakteristike statusa košarkaša uzrasta 11 - 14 godina (disertacija).* Beograd: Fakultet fizičke kulture; 1994.
34. Falk B. Resistance training in children. *Pediatr Exerc Sci.* 2015 Feb; 27(1): 13-17.

35. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Biological Maturation: Concepts and Assessment*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 277-306.
36. Georgopoulos N, Markou K, Theodoropoulou A, Vagenakis GA, Mylonas P, Vagenakis AG. Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. *Hormones (Athens)*. 2004 Oct-Dec; 3(4): 233-243.
37. Rasmussen A, Wohlfahrt-Veje C, Tefre de Renzy-Martin K, Hagen C, Tinggaard J, Mouritsen A, Mieritz M, Main K. Validity of Self-Assessment of Pubertal Maturation. *Pediatrics*. 2015 Jan; 135(1): 86-93.
38. Carskadon MA1, Acebo C. A self-administered rating scale for pubertal development. *J Adolesc Health*. 1993 May; 14(3): 190-195.
39. Coleman L, Coleman J. The measurement of puberty: a review. *J Adolesc*. 2002 Oct; 25(5): 535-550.
40. Gilli G. The assessment of skeletal maturation. *Horm Res*. 1996; 45(2): 49-52.
41. Calfee R, Sutter M, Steffen J, Goldfarb C. Skeletal and chronological ages in American adolescents: current findings in skeletal maturation. *J Child Orthop*. 2010 Oct; 4(5): 467-470.
42. Alberga AS, Sigal RJ, Goldfield G, Prud'homme D, Kenny GP. Overweight and obese teenagers: why is adolescence a critical period? *Pediatr Obes*. 2012 Aug; 7(4): 261-273.
43. Bacil E, Mazzardo JO, Rech C, Francisco dos Santos Legnani R, de Campos W. Physical activity and biological maturation: a systematic review. *Rev Paul Pediatr*. 2015; 33(1): 114-121.
44. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Somatic Growth*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 41-82.
45. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Body Composition*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 101-120.
46. Weber D, Leonard M, Zemel B. Body Composition Analysis in the Pediatric Population. *Pediatr Endocrinol Rev*. 2012 Nov; 10(1): 130-139.
47. Cristiane da Silva C, Goldberg T, dos Santos Teixeira A, Marques I. Does physical exercise increase or compromise children's and adolescent's linear growth? Is it a myth or truth? *Rev Bras Med Esporte*. 2004 Nov/Dec; 10(6): 525-528.
48. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Physical Activity As a Factor in Growth, Maturation, and Performance*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 479-508.
49. Clevenger KA, Aubrey AJ, Moore RW, Peyer KL, Sutton D, Trost SG, Pfeiffer KA. Energy Cost of Children's Structured and Unstructured Games. *J Phys Act Health*. 2016 Jun; 13(6 Suppl 1): S44-47.
50. Kelishadi R, Minasian V, Marandi SM, Farajzadegan Z, Khalighinejad P, Shirdavani S, Omid R. Short-term Effects of a Physical Activity Intervention on Obesity and Aerobic Fitness of Adolescent Girls. *Int J Prev Med*. 2014 Dec; 5(2): S108-113.
51. Wilks DC, Sharp SJ, Ekelund U, Thompson SG, Mander AP, et al. Objectively Measured Physical Activity and Fat Mass in Children: A Bias-Adjusted Meta-Analysis of Prospective Studies. 2011 Feb; *PLoS ONE* 6(2): e17205.

52. Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells JCK, Ingleby K, Tilling K, Davey-Smith G, Riddoch C. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. 2007 March; PLOS Medicine 4(3): e97.
53. Vicente-Rodríguez G. How does exercise affect bone development during growth? Sports Med. 2006; 36(7): 561-569.
54. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. Heart, Blood, and Lungs. USA: Human Kinetics; 2004. p. 181-194.
55. Turley KR. Cardiovascular responses to exercise in children. Sports Med. 1997 Oct; 24(4): 241-257.
56. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. Aerobic Performance. USA: Human Kinetics; 2004. p. 235-250.
57. Hestnes J, Hoel H, Risa OJ, et al. Ventilatory Efficiency in Children and Adolescents Born Extremely Preterm. Frontiers in Physiology. 2017; 8:499.
58. Parazzi P, Fernando Marson A, Ribeiro M, Schivinski C, Ribeiro J. Ventilatory efficiency in children and adolescents: A systematic review. Disease Markers. 2015; vol. 2015, Article ID 546891, 10 pages.
59. Prado D, Dias R, Trombetta I. Cardiovascular, Ventilatory, and Metabolic Parameters during Exercise: Differences between Children and Adults. Arq Bras Cardiol. 2006; 87: e92-e97.
60. Wasserman K, Hansen J, Sue D, Stringer W, Sietsema K, Sun XG, Whipp B. Principles of exercise testing and interpretation. In: DeStefano F, editor. Normal values. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; 2012. p. 154-180.
61. Kenney LW, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise. In: Tocco AN, Maurer K, Calderwood S, Sexton J, editors. Fuel for Exercise: Bioenergetics and Muscle Metabolism. USA: Human Kinetics; 2012. p. 49-68.
62. Kenney LW, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise. In: Tocco AN, Maurer K, Calderwood S, Sexton J, editors. Energy Expenditure and Fatigue. USA: Human Kinetics; 2012. p. 113-136.
63. Binder R, Wonisch M, Corra U, Cohen-Solal A, Vanhees L, Saner H, Schmid JP. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 2008 April; 15: 726-734.
64. Wasserman K, Hansen J, Sue D, Stringer W, Sietsema K, Sun XG, Whipp B. Principles of exercise testing and interpretation. In: DeStefano F, editor. Physiology of exercise. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; 2012. p. 9-61.
65. Lakatta E, Chantler P. Payments for Debts Associated With Exercise Can Become Higher as We Age and Limit Exercise Capacity. J Am Coll Cardiol. 2006 March; 47(5): 1058-1059.
66. Boisseau N, Delamarche P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. Sports Med. 2000 Dec; 30(6): 405-422.
67. Wrotniak B, Epstein L, Dorn J, Jones K, Kondilis V. The Relationship Between Motor Proficiency and Physical Activity in Children. Pediatrics. 2006 Dec; 118 (6) e1758-e1765.
68. Zeng N, Ayyub M, Sun H, Wen X, Xiang P, Gao Z. Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. BioMed Research International. 2017; 2017: 2760716.

69. Stodden D, Goodway J, Langendorfer S, Robertson MA, Rudisill M, Garcia C, Garcia L. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*. 2008; 60(2): 290-306.
70. Barnett LM, Van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO, Beard JR. Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2008 Dec 1; 40(12): 2137-2144.
71. Cattuzzo MT, dos Santos Henrique R, Ré AH, de Oliveira IS, Melo BM, de Sousa Moura M, de Araújo RC, Stodden D. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016 Feb 1; 19(2): 123-129.
72. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T. Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of pediatrics*. 2005 Jun 1; 146(6): 732-737.
73. Spencer RA, Bower J, Kirk SF, Hancock Friesen C. Peer mentoring is associated with positive change in physical activity and aerobic fitness of grades 4, 5, and 6 students in the heart healthy kids program. *Health Promot Pract*. 2014 Nov; 15(6): 803-811.
74. Cureton KJ, Mahar MT. Critical measurement issues/challenges in assessing aerobic capacity in youth. *Res Q Exerc Sport*. 2014 Jun; 85(2): 136-143.
75. Armstrong N. Aerobic fitness and physical activity in children. *Pediatr Exerc Sci*. 2013 Nov;25(4):548-560.
76. Meyer U, Schindler C, Zahner L, Ernst D, Hebestreit H, van Mechelen W, Brunner-La Rocca HP, Probst-Hensch N, Puder JJ, Kriemler S. Long-term effect of a school-based physical activity program (KISS) on fitness and adiposity in children: a cluster-randomized controlled trial. *PLoS One*. 2014 Feb 3; 9(2): e87929.
77. Kenney LW, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. In: Tocco AN, Maurer K, Calderwood S, Sexton J, editors. *Principles of Exercise Training*. USA: Human Kinetics; 2012. p. 209-225.
78. Christie CJ, Lock BI. Impact of training status on maximal oxygen uptake criteria attainment during running. *South African Journal of Sports Medicine*. 2009; 21(1).
79. Ramos-Jiménez A, Hernández-Torres RP, Torres-Durán PV, et al. The Respiratory Exchange Ratio is Associated with Fitness Indicators Both in Trained and Untrained Men: A Possible Application for People with Reduced Exercise Tolerance. *Clinical Medicine Circulatory, Respiratory and Pulmonary Medicine*. 2008; 2: 1-9.
80. Bencke J, Damsgaard R, Sækmose A, Jørgensen P, Jørgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2002 Jun 1; 12(3): 171-8.
81. McManus AM, Armstrong N, Williams CA. Effect of training on the aerobic power and anaerobic performance of prepubertal girls. *Acta Paediatrica*. 1997 May; 86(5): 456-459.
82. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Anaerobic Performance*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 251-266.
83. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000 Jan 1; 32(1): 70-84.
84. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. In: Wright JP, Feld M, Hagan SC, Alexander L, Owens O, editors. *Strength and Motor Performance*. USA: Human Kinetics; 2004. p. 215-234.

85. Falk B, Tenenbaum G. The effectiveness of resistance training in children. *Sports medicine*. 1996 Sep 1; 22(3): 176-186.
86. Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2008 Apr 10; 33(3): 547-561.
87. Müller K, Hömberg V. Development of speed of repetitive movements in children is determined by structural changes in corticospinal efferents. *Neuroscience letters*. 1992 Sep 14; 144(1-2): 57-60.
88. Karalejić M, Jakovljević S. Osnove košarke. In: Karalejić M, editor. *Energetsko-motorička priprema*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Beograd: Viša škola za sportske trenere Beograd; 2001. p. 419-440.
89. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Physical Therapy Reviews*. 2004 Dec 1; 9(4): 189-206.
90. Gleim GW, McHugh MP. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports medicine*. 1997 Nov 1; 24(5): 289-299.
91. Živanić S, Dikić N. Sportska medicina. In: Dikić N, Živanić S, editors. *Funkcionalne odrednice fizičke sposobnosti*. Beograd: Heleta; 2008. p. 43-58.
92. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *Journal of adolescent health*. 2002 Dec 1; 31(6): 192-200.
93. Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *The American journal of clinical nutrition*. 2000 Aug 1; 72(2): 521S-528S.
94. Ostojic SM, Stojanovic MD, Stojanovic V, Maric J, Njaradi N. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old Serbian school children. *J Health Popul Nutr*. 2011 Feb; 29(1): 53-60.
95. Bitar A, Vernet J, Coudert J, Vermorel M. Longitudinal changes in body composition, physical capacities and energy expenditure in boys and girls during the onset of puberty. *Eur J Nutr*. 2000 Aug; 39(4): 157-163.
96. Sharma VK, Subramanian SK, Arunachalam V, Rajendran R. Heart Rate Variability in Adolescents – Normative Data Stratified by Sex and Physical Activity. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*. 2015; 9(10): CC08-CC13.
97. Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *International journal of obesity*. 2004 Jan; 28(1): 27.
98. Živanić S, Dikić N. Sportska medicina. In: Dikić N, Živanić S, editors. *Adaptaciona reakcija organizma na trening*. Beograd: Heleta; 2008. p. 87-100.
99. Torrance B, McGuire KA, Lewanczuk R, McGavock J. Overweight, physical activity and high blood pressure in children: a review of the literature. *Vascular Health and Risk Management*. 2007; 3(1): 139-149.
100. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C, Kuznetsova T, Laurent S, Mancia G, Morales-Olivas F, Rascher W. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *Journal of hypertension*. 2009 Sep 1; 27(9): 1719-1742.
101. Tanaka H, Bassett Jr DR, Turner MJ. Exaggerated blood pressure response to maximal exercise in endurance-trained individuals. *American journal of hypertension*. 1996 Nov 1; 9(11): 1099-1103.

102. Vandavasi M, Sukumar CD. Effect of Exercise on Blood Pressure in Athletes and Untrained Individuals. *J Cont Med A Dent*. 2016; 4(2): 37-40.
103. Pakkala A, Veeranna N, Kulkarni SB. A comparative study of cardiopulmonary efficiency in athletes and non-athletes. *Journal of the Indian Medical Association*. 2005 Oct; 103(10): 522-524.
104. Bhambhani Y, Norris S, Bell G. Prediction of stroke volume from oxygen pulse measurements in untrained and trained men. *Canadian journal of applied physiology*. 1994 Mar 1; 19(1): 49-59.
105. Dilber D, Malčić I, Čaleta T, Zovko A. Reference values for cardiopulmonary exercise testing in children and adolescents in northwest Croatia. *Paediatrica Croatica*. 2015 Dec 23; 59(4): 195-201.
106. Spina RJ, Ogawa TA, Martin 3rd WH, Coggan AR, Holloszy JO, Ehsani AA. Exercise training prevents decline in stroke volume during exercise in young healthy subjects. *Journal of Applied Physiology*. 1992 Jun 1; 72(6): 2458-2462.
107. Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Growth-related changes in oxygen uptake and heart rate during progressive exercise in children. *Pediatric research*. 1984 Sep; 18(9): 845.
108. Welsman JR, Armstrong N, Withers S. Responses of young girls to two modes of aerobic training. *British journal of sports medicine*. 1997 Jun 1; 31(2): 139-142.
109. Bar-Or O, Goldberg B. Trainability of the prepubescent child. *The Physician and sportsmedicine*. 1989 May 1; 17(5): 64-82.
110. Payne VG, Morrow Jr JR. Exercise and VO₂max in children: A meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport*. 1993 Sep 1; 64(3): 305-313.
111. Rowland TW. Trainability of the cardiorespiratory system during childhood. *Canadian journal of sport sciences=Journal canadien des sciences du sport*. 1992 Dec; 17(4): 259-263.
112. Barker A, Lloyd RS, Buchheit M, Williams C, Oliver JL. The BASES expert statement on trainability during childhood and adolescence. *Sport Exerc Sci*. 2014; 41: 22-23.
113. Lenti M, De Vito G, Scotto di Palumbo A, Sbriccoli P, Quattrini FM, Sacchetti M. Effects of aging and training status on ventilatory response during incremental cycling exercise. *J Strength Cond Res*. 2011 May; 25(5): 1326-1332.
114. Knapik JJ, Banderet LE, Vogel JA, Bahrke MS, O'Connor JS. Influence of age and physical training on measures of cardiorespiratory and muscle endurance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996; 72(5-6): 490-495.
115. Khosravi M, Tayebi SM, Safari H. Single and Concurrent Effects of Endurance and Resistance Training on Pulmonary Function. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. 2013; 16(4): 628-634.
116. Sun XG, Hansen JE, Garatachea N, Storer TW, Wasserman K. Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2002 Dec 1; 166(11): 1443-1448.
117. Counil FP, Varray A, Matecki S, Beurey A, Marchal P, Voisin M, Préfaut C. Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *The Journal of pediatrics*. 2003 Feb 1; 142(2): 179-184.

118. Neder JA, Nery LE, Silva AC, Cabral AL, Fernandes AL. Short term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children. *Thorax*. 1999 Mar 1; 54(3): 202-206.
119. Zauner CW, Maksud MG, Melichna J. Physiological considerations in training young athletes. *Sports Medicine*. 1989 Jul 1; 8(1): 15-31
120. Nourry C, Deruelle F, Guinhouya C, Baquet G, Fabre C, Bart F, Berthoin S, Mucci P. High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *European journal of applied physiology*. 2005 Jul 1; 94(4): 415-423.
121. Rosenkranz SK, Rosenkranz RR, Hastmann TJ, Harms CA. High-intensity training improves airway responsiveness in inactive nonasthmatic children: evidence from a randomized controlled trial. *J Appl Physiol*. 2012 Apr; 112 (7): 1174-1183.
122. Bae JY, Jang KS, Kang S, Han DH, Yang W, Shin KO. Correlation between basic physical fitness and pulmonary function in Korean children and adolescents: a cross-sectional survey. *J Phys Ther Sci*. 2015 Sep; 27(9): 2687-2692.
123. Unnithan VB, Timmons JA, Paton JY, Rowland TW. Physiologic correlates to running performance in pre-pubertal distance runners. *Int J Sports Med*. 1995 Nov; 16(8): 528-533.
124. Birat A, Bourdier P, Piponnier E, Blazeovich AJ, Maciejewski H, Duché P, Ratel S. Metabolic and Fatigue Profiles Are Comparable Between Prepubertal Children and Well-Trained Adult Endurance Athletes. *Front Physiol*. 2018 Apr 24; 9: 387.
125. Matos N, Winsley RJ. Trainability of young athletes and overtraining. *J Sports Sci Med*. 2007 Sep 1; 6(3): 353-367.
126. Ingle L, Sleep M, Tolfrey K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J Sports Sci*. 2006 Sep; 24(9): 987-997.
127. Myer G, Wall E. Resistance training in the young athlete. *Operative Techniques in Sports Medicine*. 2006; 14: 218-230.
128. Faigenbaum AD, Myer GD. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med*. 2009; 44(1): 56-63.
129. Negra Y, Chaabene H, Hammami M, Amara S, Sammoud S, Mkaouer B, Hachana Y. Agility in Young Athletes: Is It a Different Ability From Speed and Power? *J Strength Cond Res*. 2017 Mar; 31(3): 727-735.
130. Donti O, Papi K, Toubekis A, Donti A, Sands WA, Bogdanis GC. Flexibility training in preadolescent female athletes: Acute and long-term effects of intermittent and continuous static stretching. *J Sports Sci*. 2018 Jul; 36(13): 1453-1460.
131. Klentrou P. Puberty and Athletic Sports in Female Adolescents. *Ann Nestlé [Engl]* 2006; 64: 85–94.
132. Maïmoun L, Georgopoulos NA, Sultan C. Endocrine disorders in adolescent and young female athletes: impact on growth, menstrual cycles, and bone mass acquisition. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014 Nov; 99(11): 4037-4050.
133. Brown KA, Patel DR, Darmawan D. Participation in sports in relation to adolescent growth and development. *Transl Pediatr*. 2017; 6(3): 150-159.

134. Homai HM, Shafai FS, Zoodfekr L. Comparing menarche age, Menstrual regularity, Dysmenorrhea and analgesic consumption among athletic and non-athletic female students at universities of Tabriz-Iran. *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences* 2014; 2: 307-310.
135. Ransone J. Physiologic profile of basketball athletes. *Sports Science Exchange* 2016; 163(28): 1-4