



ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ "НЕОФИТ РИЛСКИ"

ФАКУЛТЕТ ПО ПЕДАГОГИКА

**Николай Георгиев Хаджиев**

**СПОРТНА ПОДГОТВЕНОСТ И  
ФУНКЦИОНАЛНИ ВЪЗМОЖНОСТИ НА  
ПОДРАСТВАЩИ БАСКЕТБОЛИСТИ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертационен труд за придобиване на образователна и  
научна степен „Доктор“  
докторска програма „Теория и методика на физическото  
възпитание и спорта“  
ПН 1.3 Педагогика на обучението по ...

**Научен ръководител:  
доц. Жасмин Цанкова, доктор**

Благоевград, 2023



**Николай Георгиев Хаджиев**

**СПОРТНА ПОДГОТВЕНОСТ И  
ФУНКЦИОНАЛНИ ВЪЗМОЖНОСТИ НА  
ПОДРАСТВАЩИ БАСКЕТБОЛИСТИ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертационен труд за придобиване на образователна и  
научна степен „Доктор“  
докторска програма „Теория и методика на физическото  
възпитание и спорта“  
ПН 1.3 Педагогика на обучението по ...

**Научен ръководител:  
доц. Жасмин Цанкова, доктор**

Рецензенти:  
Доц. д-р Даниела Томова  
Проф. д-р Спас Ставрев

Благоевград, 2023

Дисертационният труд на тема: „**Спортна подготвеност и функционални възможности на подрастващи баскетболисти**“ съдържа 154 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 17 таблици, 32 фигури и 5 приложения.

Библиографската справка включва 134 литературни източника от тях 12 на кирилица и 122 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден на заседание на катедрен съвет на Катедрата по ТМФВ, проведено на 01.03.2023г.

Официалната защита на дисертационния труд ще се състои на 19.04.2023г. от 15:00 часа в УК1 412 на Югозападния университет – Благоевград на открито заседание на Научното жури.

Материалите по защитата са публикувани на интернет страницата на ЮЗУ „Неофит Рилски“ и са на разположение на интересуващите се в университетската библиотека.

## УВОД

Баскетболът е много популярна спортна игра в световен мащаб и през последните години се развива с изключително бързи темпове, като все по-голям брой младежи избират баскетбола като спорт. Баскетболът е отборен спорт, в който високият ръст и определени телесни характеристики са от изключително голямо значение. По-големият ръст влияе върху ефикасността на някои специфични баскетболни движения със значителен вертикален компонент (отскок, стрелба към коша, пасове, блокади, скок за отскочила топка и др.) Антропометричните характеристики, като телесна мазнина, дебелина на кожни гънки, ръст, дължина на ръката, обиколки на тялото се определят като основни компоненти при елитните баскетболни играчи, ето защо често се определят като индикатор за нивото на игра на съответния състезател. Много често антропометричните изследвания, както и соматотипния анализ, се използват при подбора в баскетбола.

В настоящия дисертационен труд е направен опит за изследване, обобщение и обективно оценяване на спортната подготвеност и функционални възможности на подрастващи баскетболисти, като са използвани подходящи средства и методи.

В световната литература са представени данни от разнообразни изследвания в различни възрастови групи баскетболисти. Подбраният контингент (15-17 години) е съобразен с възрастовите групи, с които работи треньора, авторът на настоящото изследване. От една страна, идеята на изследването беше да се включи в дисертационния труд, а от друга, да се проследят различните функционални параметри и техническите умения на подрастващите баскетболисти, като се събират данните през определен период от време и се анализират в баскетболния клуб.

Основната цел на настоящата дисертация е определянето на влиянието на иновативен модел в тренировъчните занимания по баскетбол върху функционалните показатели и спортно-техническите умения на баскетболисти във възраст 15-17 години. През периода на изследване света попада в извънредна обстановка в резултат от пандемията от COVID-19. Това налага промени в тренировките и организирането им в домашни условия. През изследвания период от 9 месеца три от тях спортистите тренират в зала, а останалите 6 в домашна обстановка. Дали треньорът успява да се справи с това предизвикателство, показват получените резултати.

За проследяване на функционалните показатели са приложени различни методи, включващи антропометрични измервания, определяне на соматотип, Уингейт и Сържант тестове за определяне на анаеробния капацитет, както и проследяване на сърдечна честота по време на тренировка. Проследени бяха и концентрациите на глюкоза и лактат след анаеробния Уингейт тест. Ефективността на приложените тренировки в домашни условия беше определена с помощта на подходящи технически тестове.

Анализът на антропометричните данни показва, че ръстът на изследваните баскетболисти е сравним с този от литературата. Останалите показатели: тегло и индекс на телесна маса са значително по-високи, но масата на мазнините на изследваните лица е по-малка от тази в литературните данни. Това означава, че по-високото тегло и ИТН на баскетболистите се дължи на по-голяма мускулна маса. Този факт се потвърждава и от средния соматотип на изследваните лица. Разпределението на соматотиповете в групата от изследвани лица покрива областта близо до екоморфността, с изключение на два случая, които са по-силно изразени енто-мезоморфни. Енто-мезоморфният тип е типът характерен в повечето отборни спортове и при елитните спортисти този тип е силно изразен.

Данните за максималната мощност показват слабо повишение при 5 от изследваните лица, а на минималната само при двама. Статистически значимо повишение се наблюдава в стойностите на относителната максимална мощност при двете измервания. Анаеробната умора слабо понижава своите стойности при четирима от баскетболистите, но тенденцията е за слабо (статистически незначимо) повишение. Когато този параметър расте, разликата между максималната и минималната мощност нараства, а също и, че изследваното лице не може да поддържа достатъчно висока мощност в 30-секундния период на теста. Лекото повишение на този показател е добър знак за треньора, че дори и да не са развивали силова издръжливост през този труден период от време, то баскетболистите са успели да я запазят на ниво преди ограничаване на тренировките в зала. Намерената корелация между данните от Уингейт и Сържант теста дава възможност за проследяване на мощността на баскетболистите с тест, който е много по-удобен за тях, тъй като включва често използвано движение в спорта, а именно отскок. От друга страна, прилагането на този тест не изисква специфично оборудване и дълга процедура, което го прави изключително удобен за рутинна употреба. Стойностите на лактат в кръвта след натоварване показват, че изследваната група спортисти имат висок анаеробен капацитет и адаптирани мускули, способни да толерират високи концентрации на

лактат. Тренировките са довели до тези необходими за постигане добри резултати по време на баскетболна игра адаптации.

Резултатите от измерването на сърдечна честота по време на тренировка потвърждават факта, че пулса по време на тренировка и по време на официален баскетболен мач се различават значително, като по време на тренировка е по-нисък, главно поради факта, че тогава има повече прекъсвания, при които треньорът прави корекции на играта, променя упражненията и т.н.

Техническите умения на баскетболистите са резултат от дългогодишни целенасочени тренировки. Периоди на прекъсване неминуемо биха довели да загуба на способности и до компрометиране на дългогодишния труд. Резултатите от техническите тестове показват, че въпреки създамата се извънредна обстановка и невъзможността за провеждане на нормални тренировки, баскетболистите не са загубили спортната си форма и основните си технически умения. Най-силно липсата на тренировки се отразява при теста за скоростна стрелба. При изпълнението на този тест се изискват скорост, концентрация и точност. По-слабият резултат при второто провеждане на теста вероятно се дължи на липсата на тренировки в зала непосредствено преди теста.

Резултатите от техническите тестове показват, че извънредното положение оказва силно влияние върху специфичната подготовка на баскетболистите и въпреки че са успели да запазят и дори да развият в известна степен своето физическо състояние, липсата на целенасочени тренировки в зала вероятно ще повлияе негативно върху тяхното представяне в баскетболни мачове.

Дисертационен труд представя опит за целенасочени изследвания на функционални показатели на подрастващи баскетболисти в период от 9 месеца. Това е единствено по рода си изследване в България, което хвърля светлина върху важни аспекти от изследванията на баскетболисти в тази възраст. То показва, че проследявайки тези параметри треньорът може да получи ценна информация за влиянието на тренировката върху развитието на баскетболистите. Показателите могат да насочат треньора към промени в тренировъчния график, тренировъчните натоварвания както на всички баскетболисти, така и на всеки един по отделно.

В **ПЪРВА ГЛАВА** се прави теоретичен обзор на физическите и антропометричните характеристики на баскетболистите. Анализира се активността и физиологичните изисквания на тренировката и състезанието в този спорт. Разглеждат се основните характеристики на тренировката в баскетбола. Тук е включена и **работната хипотеза**:

Предполагаме, че чрез прилагане на иновативен модел за тренировка в зала е възможност за подобряване на спортната подготвеност на подрастващи баскетболисти и реализирането на спортно-тренировъчния

процес в условията на Ковид 19. Основание за това ни дава анализирането на данните за показателите, получени от тестовете за анаеробен капацитет; от стойностите на сърдечна честота по време на натоварване, концентрацията на лактат в кръвта след максимално натоварване, както и данните за телесен състав и соматотип на баскетболистите.

**ВТОРАТА ГЛАВА** включва целта, обекта, предмета, задачите, изследваните лица, методиката, методическия инструментариум и организацията на изследването.

**Обект** на изследването е спортно-тренировъчния процес на подрастващи баскетболисти в зала и в условията на пандемията от COVID-19.

**Предметът** на изследването са промените в морфо-функционалните показатели на параметри, като телесна маса, функционални и технически показатели, получени при различни тестове.

***Целта на изследването е определянето на влиянието на тренировъчните занимания в баскетбола по иновативен модел върху функционалните показатели и спортно-техническите умения на баскетболисти.***

**Конкретни задачи:**

- Анализ на литературни и интернет източници по изследвания проблем
- Измерване и проследяване на показателите на телесна маса;
- Измерване и проследяване на соматотипа;
- Определяне на анаеробна мощност чрез Уингейт и Сържант тест;
- Проследяване на сърдечната честота по време на тренировка;
- Установяване нивото на техническа подготовка на изследваните лица чрез провеждане технически тестове;
- Сравнителен анализ на показатели анаеробната мощност, сърдечната честота, концентрацията на лактат в кръвта
- Апробиране на авторска методика – модел за тренировъчни занимания на баскетболисти извън спортната зала.
- Проследяване на промени в показателите върху функционалния профил на баскетболисти и извеждане на **характеристики за функционални възможности в условията на тренировката**, провеждане на технически тестове

**Организация на тренировъчния процес в зала**

Антропометричните измервания и тестовете се провеждат сутринта (9 - 10 часа) в Центъра по функционални изследвания в спорта и кинезитерапията на ЮЗУ „Н. Рилски“. Преди измерванията участниците са помолени да не извършват физически упражнения, да не приемат храна и



вода. Родителите на всеки от участниците в изследването е запознат с целта и методите и е подписал декларация за информирано съгласие (Приложение 1), а изследването е одобрено от Комисията по етика на научните изследвания – КЕНИ-ЮЗУ. Техническите тестове и измерването на сърдечната честота по време на тренировка са извършени в залата, където тренират състезателите.

### **Организация на тренировъчния процес в зала**

- ***Тренировки в зала до м. февруари***

Подготовката на отборите започва през месец август (15.08.2019г.). До 01.09.2019г. тренировките са за физическа подготовка – обща издръжливост, аеробна – анаеробна издръжливост, скоростно – силова издръжливост, взривна сила, анаеробна издръжливост.

От 01.09.2019г. в понеделник тренировките са насочени към усъвършенстване на техническите похвати в баскетбола, сряда – физическа подготовка и стрелба от място, вторник, четвъртък – тактическа подготовка в защита, петък, събота – тактическа подготовка в нападение.

- ***Тренировки в домашни условия в периода м. март – м. май***

Тренировките представляват двуседмични комплекси от упражнения, като контрола за изпълнение на тренировките беше осъществяван чрез он-лайн проследяване в Messenger. Комплексите включват следните елементи:

Първа седмица – Комплексът се изпълнява в пет серии. Всяка серия включва всички упражнения, които се изпълняват за 20 сек. с почивка между упражненията от 10 сек. Почивка между сериите е три минути.

Втора седмица – Комплексът се изпълнява в пет серии. Всяка серия включва всички упражнения, които се изпълняват за 20 сек. без почивка между упражненията. Почивка между сериите е три минути.

Упражненията в сериите са:

1. **Планк.**
2. **Руски туист.**
3. **Коремна преса с обтегнати крака и ръце с докосване на пръстите – от легнало положени.**
4. **Клек с опора на гърба.**
5. **Лицева опора.**
6. **Свита опора.**
7. **Коремни преси( ножици).**
8. **Напади напред.**
9. **Класически клек.**
10. **Глутеус мост на един крак**

### **Изследвани лица**

В изследването участват 13 млади баскетболисти на възраст  $15.4 \pm 1.2$  години от БК Евробаскет с треньор Николай Хаджиев. Изследваните лица участват в две възрастови групи на състезания, но тренират заедно при един и същи треньор.

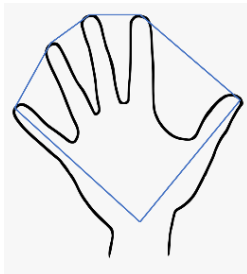
### **Статистически анализ**

Средните стойности и стандартните отклонения на всички променливи са изчислени с използването на дескриптивна статистика. Статистическият софтуер Graph Pad Prism (Ver. 3.0) е използван за статистически анализ (t-тест, Kruskal-Wallis тест и Wilcoxon signed rank test). За определяне на корелационните зависимости между различните параметри е използван коефициента на Pearson.

### **Методи на изследването**

#### **Антропометрични измервания и анализ на телесния състав**

Определянето на състава на тялото се извършва с Body Composition Analyzer, model IoI 353. По време на измерването изследваните лица са боси и с възможно най-малко дрехи. От получените резултати използвахме индекс на телесна маса (ИТМ) и безмастна телесна маса (SLM) или мускулна маса. Дължината на изпънати ръце се измерва с рулетка от върха на десния среден пръст до върха на левия, когато изследваното лице е в изправено положение с лице към стената, с изпънати ръце, успоредни на земята. Височината на вдигнатите ръце се измерва с рулетка от пода до върха на средните пръсти, когато субектът е в изправено положение, лице към стената с вдигнати ръце. Дължината на горната част на ръката се измерва от горната част на ръката до лакътя и дължината на предмишницата от лакътя до проксималната начална точка на китката, с рулетка с точност до 0,1 cm. Обиколката на доминиращата ръка (Фигура 1) е взета с начертаване на ръката и сумиране на разстоянията.



**Фигура 1.** Измерена обиколка на доминиращата ръка.

### **Определяне на соматотип**

Определянето на соматотипа се извършва по метода на Heath-Carter и включва три кожни гънки (трицепс, субкапуларна и супраспинална гънка), два диаметъра (хумерос и фемур) и две обиколки (мишница и прасец).

Получените стойности се използват за изчисляване на числов коефициент за всеки вид соматотип и стойностите се нанасят на соматограма и се определя соматотипния профил на изследваното лице.

Съгласно методиката, определянето на соматотип става чрез изчисляване на индивидуални соматотипни индекси, а визуализацията става с нанасяне стойности за X и Y на соматограма.

### **Провеждане на Уингейт тест**

Тестът се провежда с Monarch 828 E велоергометър. В системата е включен велоергометър и софтуер. Тестът обикновено включва 30 сек максимално натоварване или на ръката, или на крака. Тестващият уред е механичен велоергометър. След 5 минути загряване, което включва спринт при различно натоварване, изследваното лице трябва да стане от колелото за три минутно възстановяване или да продължи да върти много бавно. Тестът започва с въртене до максимална скорост без никакво натоварване. След достигане на максимална скорост на въртене на педалите се прилага фиксирана тежест, която е с тегло 7,5 % от теглото на изследваното лице. Въртенето с тази тежест продължава 30 секунди, като стремежа е да се поддържа максимална скорост на въртене, съответно максимална мощност. След края на теста се определя максималната мощ (Peak Power) за 5 сек. Това представлява максималната мощност, която лицето може да развие през първите 5 секунди. Относителната максимална мощ се определя като се раздели максималната мощ на теглото на изследваното лице. Уредът дава възможност да се определи и средната мощ за 30 сек.

### **Провеждане на Сържант тест**

Тестът на Сържант (Sargent, 1921), още известен като вертикален отскок е подходящ за проследяване на развитието на еластичната сила на краката. Тестът е лесен за изпълнение, тъй като оборудването е изключително достъпно и евтино. Необходима е стена, сантиметър и тебешир. Спортистът загрява 10 минути. Застава до стената и протяга ръката си, като се отбелязва позицията в см на опънатата ръка (M1). След това от статична позиция, изследваното лице отскача възможно най-високо, като отново протяга ръка и докосва стената (M2). Правят се три последователни отскока и се взима най-високата стойност. Определя се разликата M2-M1 в см.

При анализ на резултатите на теста се използва както височината на вертикалния отскок, така и максималната мощност. Максималната мощност се изчислява с помощта на уравнението на Sayers, тъй като то включва теглото на изследваното лице. По-тежък човек, който скача на същата височина като по-лекия, трябва да свърши повече работа, тъй като той има по-голяма маса за преместване. Понякога е полезно да се преобразува вертикалната височина на скока до единици мощност. Силата не може да бъде изчислена ( $\text{Power} = \text{Work} \div \text{Time}$ ), тъй като времето, когато силата действа върху тялото, е неизвестно. Разработени са формули, които оценяват мощността от измерванията с вертикален скок. В тези формули  $\text{mass}$  = телесно тегло и  $VJ$  = вертикална височина на скока.

Формула на Sayers (Sayers, et al., 1999):

Peak power (W) =  $60.7 \times VJ \text{ (cm)} + 45.3 \times \text{mass (kg)} - 2055$

### **Определяне на глюкоза и лактат в кръвта**

Измерването се осъществява с биохимичен анализатор BIOSEN C Line на немската фирма EKF Diagnostic. Определянето на глюкоза и лактат в кръвта се базира на електрохимично измерване с чип-сензор. Пробата се аспирира и въвежда в системата автоматично. В пробата се съдържа  $\beta$ -D-глюкоза и L-лактат, които се превръщат чрез ензими (които са имобилизирани в чип сензорите) съответно в глюкоренова киселина и пируват и се образува водороден пероксид. Той освобождава свободни електрони, които генерират електричен ток, който се регистрира от електрода на устройството. Полученият електричен сигнал е пропорционален на концентрацията на глюкоза и лактат в пробата.

Референтните граници за нормалните концентрации на глюкоза и лактат са: за глюкоза – 3.9 mmol/l – 5.5 mmol/l, за лактат – до 2.0 mmol/l.

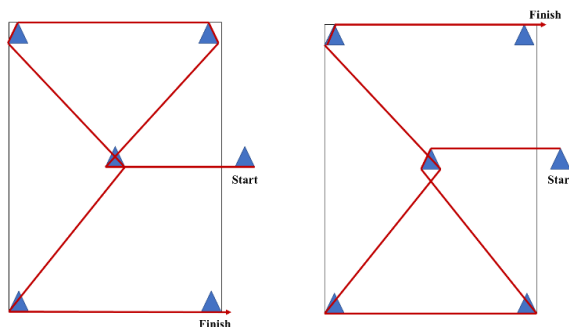
### **Определяне на сърдечната честота по време на тренировка**

По време на тренировка, сърдечният ритъм (HR) на субектите се записва с помощта на activePULS на немската компания MEDION AG. Възможностите на апарата са измервания в диапазона от 30-240 удара в минута. Всеки комплект от устройството е предварително програмиран за съответния предмет. Програмирането включваше настройка на пол, възраст, височина, тегло. Играчите са инструктирани да включат часовника си в режим Хронометър преди началото на тренировката, а в края на тренировката да го изключват. По време на тренировката се измерва пулсът и данните се анализират по-късно в лабораторията. Устройството ни позволи да определим минималния и максималния пулс по време на тренировка и средния пулс за цялата тренировка.

## Технически тестове, предложени от AAPRHED

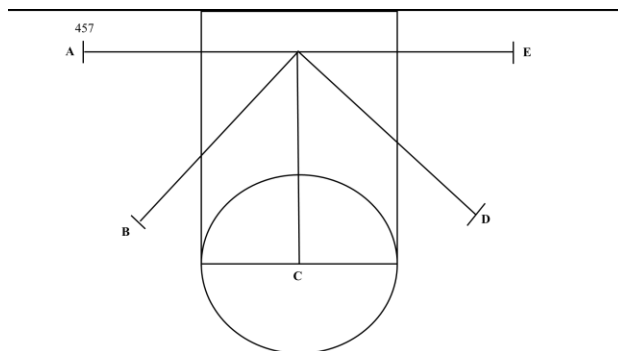
Полевите тестове са проведени при стабилни условия на околната среда (температура на околната среда 20-22°C и относителна влажност на въздуха 40-50%) на закрит терен.

- (a) **20 метра скоростен дрибъл.** Целта е да оцени уменията на баскетболиста да дриблира топката с максимална скорост. Производителността се определя с помощта на хронометър и времето се определя в секунди и стотни от секундата. Всеки спортист прави два опита и се събира времето от двата опита.
- (b) **Дрибъл с препятствия.** Целта е да се оцени уменията за боравене с топката по време на бягане и смяна на посоките през препятствия. В полето за свободен удар е изградено трасе с препятствия (3,6 m \* 5,8 m), маркирано с шест конуса. По сигнала изследваното лице започва да дриблира, докато минава през конусите и сменя ръцете си. Играчите са инструктирани да изминат разстоянието от 17,9 m възможно най-бързо, като запазят контрола върху баскетболната топка (Фигура 2). На всеки от тях са разрешени два опита (по един за всяка ръка) и след това още два опита (по един за всяка ръка) и беше записано времето. Използвано е средното време от два опита.



Фигура 2. Трасе за теста „Дрибъл с препятствия“.

- (c) **Скоростна стрелба.** Целта е да оцени резултата при бърза и точна стрелба, при ограничение във времето. Маркирани са пет точки на разстояние 4,57 m от коша (Фигура 3). Изследваното лице тръгна зад маркирано място и по сигнал стреля с топката, бяга, за да овладее топката от коша, и повторя от следващите позиции по същия начин за 60 секунди. По време на опита баскетболистите могат да извършат пет изстрела и резултатът се изчислява като сумата от успешните удари \* 2 точки, плюс пропуснатите изстрели \* 1 точка. На спортистите е разрешен един пробен опит и още два тестови опита. Общият резултат е сумата от двата опита.



**Фигура 3.** Трасе за теста „Скоростна стрелба“.

- (d) **Наказателен удар.** Целта е да се оцени резултата при стрелба от наказателен удар. Изследваните лица изпълняват 20 наказателни удара в четири серии от пет изстрела, с поне една минутна почивка между сериите. На баскетболистите е разрешен един опит и общият резултат е сумата от успешните удари.

## АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

В ГЛАВА ТРЕТА са представени резултатите и анализа от направеното изследване. В изследването участват 13 баскетболни играчи на възраст  $15.4 \pm 1.1$  години. През периода на изследването светът попадна в пандемична обстановка. Нарушени бяха всички нормални жизнени дейности, включително нормалните тренировъчни занятия на спортистите. През изминалия период баскетболистите имат възможност да тренират нормално в зала през месеците октомври – февруари, а след обявяването на извънредното положение във връзка с пандемията от COVID-19, заниманията им продължават в домашни условия.

Антропометричните данни са представени в таблица 1. Както бе споменато, изследваните лица участват в състезания в две възрастови групи. В този възрастов диапазон разликите в растежа и развитието на юношите е различно и това може да се види от таблица 1. Ръстът варира силно в границите 156 – 187 cm, съответно теглото – 50.7 – 85.9 kg, както и останалите показатели за състав на тялото. Всички разлики са статистически значими (t тест,  $p < 0,0001$ ). Ръстът и теглото на изследваните млади баскетболисти са съпоставими с литературните данни (Kostopoulos, 2015; Turna & Kılınc, 2018) за лица на същата възраст. Участниците в изследването са разделени в четири групи по възрасти (14 годишни – трима, 15 годишни – петима, 16 годишни – двама и 17 годишни – трима) и отново е направена проверка за статистически значима разлика в антропометричните показатели в различните възрасти. Няма статистически значима разлика в ръста, в теглото, теглото на мастната тъкан, както и в индекса на телесна маса.

Антропометричните измервания са проведени два пъти и данните са представени в таблица 4. Както се вижда през изминалия период от 8 месеца баскетболистите са променили всички измервани параметри. В тази възраст юношите израстват и се развиват изключително бързо и между всички параметри е намерена статистически значима разлика. Разликите са съответно ръст – 0.0002, тегло – 0.0007, маса на мазнините – 0.0046, мускулна маса – 0.0012 и ИТМ – 0.0046. Всички изследвани лица са повишили ръста, теглото и всички останали показатели с изключение на един, при който се наблюдава слабо повишение на ръста от 1 cm и намаляване на всички останали параметри. Най-силно е намаляването на теглото с 1.4 kg, дължащо се на намаляване преди всичко на масата на мазнините с 1.1 kg. Нашето очакване за силно повишаване на масата в резултат на намалена физическа активност не се оправдаха. Данните сочат за това, че изследваните лица стриктно спазват инструкциите на треньора

и поддържат физическата си форма с предоставеният им комплекс упражнения.

**Таблица 1.** Антропометрични данни на изследваните лица.

ID	Възраст, години	Ръст, cm		Тегло, kg		Маса на мазнините, kg		Мускулна маса, kg		ИТМ, kg/m <sup>2</sup>	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
NH1	15	170	173.5	59.5	65.3	8.8	10.2	47.2	51.3	20.6	21.7
NH2	17	178	178.5	85.1	93.8	20.6	27.3	59.6	61.2	26.9	29.1
NH3	17	156	163.5	50.7	57.9	6.3	7.4	41.5	47.1	20.8	21.7
NH4	14	174	176.5	55.9	59.4	5.6	5.8	47	50.1	18.5	19.1
NH5	14	180	182.5	57.4	64.8	3.3	5.1	50.7	55.9	17.7	19.5
NH7	15	175	178	57.7	60.4	3.2	3.7	51	53.1	18.8	19.1
NH8	16	187	189.5	85.9	87.1	15.9	15.6	65	66.5	24.6	24.3
NH9	15	182	183	71.2	74.9	9.9	12.5	57.1	58	21.5	22.4
NH10	16	185	187	62.8	66.3	5.4	6.8	53.7	55.5	18.3	19
NH11	15	182	185	66.5	74.1	7	10	55.5	59.8	20.1	21.7
NH13	15	177	178	62.3	60.9	6.8	5.7	51.9	51.6	19.9	19.2
NH14	14	179	181	69	71.3	7.3	10	57.6	57.1	21.5	21.8
NH15	17	171	172	64.4	69.5	10.5	14	50.1	51.5	22	23.5
Mean	15.4	176.6	179.1	65.3	69.7	8.5	10.3	52.9	55.3	20.9	21.7
±SD	1.1	8.0	6.9	10.6	10.8	4.9	6.2	6.1	5.3	2.6	2.8

1 – измерване през м. октомври 2019; 2 - измерване през м. юни 2020 година; ИТМ – индекс на телесна маса; Mean – средна стойност; SD – стандартно отклонение.

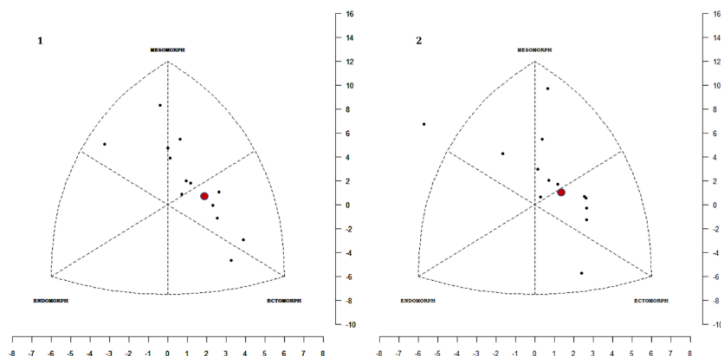
Ръстът на изследваните баскетболисти  $179.1 \pm 6.9$  cm е сравним с този от литературата  $179.22 \pm 8.41$  cm (Груко, et al., 2018). Останалите показатели:



тегло и индекс на телесна маса са значително по-високи. В литературата те са съответно  $64.98 \pm 10.70$  kg, за теглото, и  $20.12 \pm 2.16$  kg/m<sup>2</sup>, за ИТМ. От друга страна масата на мазнините на изследваните лица е по-малка от тази в литературните данни. Това означава, че по-високото тегло и ИТН на баскетболистите се дължи на по-голяма мускулна маса. Този факт се потвърждава и от средния соматотип на изследваните лица.

За да бъде успешен, един баскетболист трябва да е висок. Всички изследвани лица имат ръст, при някои съпоставим с този на елитните възрастни баскетболни играчи. Останалите младежи имат потенциала да достигната този ръст, което ще бъде проследено във времето. Не само ръстът е от значение в баскетболната игра. Големите тела също дават предимство на играчите, тъй като това е залог за по-голяма издръжливост и по-лесно справяне в единоборствата. Масата на мускулите се влияе силно от тренировките и е показател за тяхната ефективност. Освен чрез измерване на състава на тялото, мускулната маса може да бъде определена и чрез определяне на соматотипа. Соматотипът на изследваните лица е определен по метода на Heath-Carter и резултатите са представени в таблица 8 и на фигура 30. Дори и при елитните възрастни баскетболни играчи съществуват големи различия във височината, теглото и типа на тялото. Средният соматотип в изследваната група е 2.5-3.9-3.6 в началото на изследването и 2.7-4.1-3.4 в края, като ендоморфният компонент варира от 1.7 до 4.4 в началото и от 1.9 до 6.2 в края, мезоморфният – от 1.5 до 6.6 в началото и от 1.2 до 6.9 в края, а ектоморфният – от 1.1 до 5.6 в началото и от 0.5 до 5.2 в края.

Разпределението на соматотиповете в групата от изследвани лица покрива областта близо до ектоморфността, с изключение на два случая, които са по-силно изразени енто-мезоморфни. Екто-мезоморфният тип е типът характерен в повечето отборни спортове и при елитните спортисти този компонент е силно изразен (Gryko, et al., 2018; Martínez, et al., 2014; Gutnik, et al., 2015). Изследваните млади баскетболни играчи попадат в категорията екто-мезоморфни, което е още едно доказателство за правилният избор на спортисти от треньора и правилният подход при тренировка. Участниците в изследването имат потенциала да достигнат върхове в баскетболната игра с правилен подход и най-вече мотивираност от тяхна страна.



**Фигура 4.** Соматограма на изследваните лица (1 – измерване през м. октомври 2019; 2 - измерване през м. юни 2020 година; черни точки – индивидуални стойности, червените точки – средни стойности).

**Таблица 2.** Соматотипни компоненти на изследваните лица

ID	Ендо		Мезо		Екто	
	1	2	1	2	1	2
NH1	2.6	2.6	5.6	5.5	3.2	3.0
NH2	4.4	6.2	5.3	6.7	1.1	0.5
NH3	2.7	1.7	6.6	6.9	2.3	2.4
NH4	2.2	1.9	2.4	3.5	4.7	4.5
NH5	1.7	2.0	2.2	2.7	5.6	4.7
NH7	1.9	2.1	3.8	3.7	4.6	4.6
NH8	2.3	2.6	4.3	4.1	2.4	2.7
NH9	2.8	2.9	3.6	3.4	3.6	3.2
NH10	2.2	2.8	1.5	1.2	5.5	5.2
NH11	2.0	2.3	3.1	3.4	4.3	3.7
NH13	2.1	1.9	3.4	3.1	4.1	4.5
NH14	2.4	2.2	3.8	3.6	3.4	3.4
NH15	2.7	3.7	5.0	5.0	2.6	2.0
<b>Mean</b>	2.5	2.7	3.9	4.1	3.6	3.4
<b>±SD</b>	0.7	1.2	1.5	1.6	1.3	1.3

1 – измерване през м. октомври 2019; 2 - измерване през м. юни 2020 година; ИТМ – индекс на телесна маса; Mean – средна стойност; SD – стандартно отклонение.

Няма статистически значима разлика между измерените стойности в началото и края на измерването, въпреки че средните стойности на ендоморфия и мезоморфия компонент слабо са се повишили, а на

ектоморфния – слабо се е понижил. Само при едно от изследваните лица ендоморфния и мезоморфния компонент са се увеличили значително, съответно с 1.8 и 1.4. при две от лицата и двете стойности са намалели, докато при други двама е намалел само ендоморфния компонент, а мезоморфния леко се е повишил.

Анализът на данните от антропометрията и соматотипа показва, че въпреки създалата се неблагоприятна ситуация в страната, преминаването към домашен режим на тренировки продължава да дава добри резултати за поддържане на добрата физическа форма на спортистите. Сериозното отношение към домашните тренировки позволява поддържане на мускулната маса и не дава възможност за натрупване на допълнителна мастна маса.

В литературата има голям брой публикации, свързани с връзка между различни дължини и обиколки с представянето на баскетболисти по време на баскетболен мач, затова и ние измерихме височината с протегната ръка нагоре, ширината с разтворени ръце, дължина на мишница и предмишница, като и обиколката на дланта. Данните са представени в таблица 3.

**Таблица 3.** Дължини на тялото на изследваните баскетболисти и обиколка на доминиращата ръка.

ID	Мишница, см	Предмишница, см	Изпънати в страни ръце, см	Вдигнати нагоре ръце, см	Обиколка на доминираща ръка, см
NH1	31	26	165	224	55.2
NH2	33	27	180	232	56.9
NH3	27	25	161	208	59.1
NH4	33	22	170	225	54.8
NH7	35	25	174	230	55.9
NH8	39	28	192	250	56.1
NH10	36	28	186	241	46.1
NH11	35	27	183	237	55.7
NH13	35	28	184	229	53
NH14	33	25	177	232	53.4
NH15	31	25	167	217	53.4
Mean	33.5	26.0	176.3	229.5	54.5
±SD	3.1	1.8	9.8	11.4	3.3

Намерени са очаквани корелации между ръста и дължините на предмишницата, с изпънати ръце встрани и нагоре.

## Анализ на резултатите от Уингейт теста

В двете измервания при Wingate теста участват 11 изследваните лица. Възрастта на участниците е от 14 до 17 години. С помощта на този тест се определя анаеробният капацитет, който е изключително важен при баскетбола. Голяма част от изпълняваните упражнения изискват както техника, така и голяма взривна сила. Децата работят предимно в аеробен режим, но под действие на тренировките организъмът им постепенно се адаптира към анаеробния режим. Подрастащите в известна степен са развили анаеробният си капацитет, а изследваните лица се занимават със спорт и по-специално баскетбол от 5-6 години. Това време е достатъчно да доведе до известни адаптации. Адаптираният мускул, освен че работи в анаеробен режим, той започва да трупа по-големи количества гликоген, който да използва при високо интензивни натоварвания, а също така толерира по-големи концентрации на лактат. Резултатите от Wingate теста са представени в таблица 4. Резултатите показват, че изследваните лица имат голяма мощност при теста и се доближават до резултатите на елитни европейски баскетболни играчи (Delextrat & Cohen, 2009).

Както се вижда от данните в таблицата изследваните лица имат високи стойности за максимална мощност и относителна максимална мощност. Освен това не е открита статистически значима разлика между данните максимална и минимална мощност и анаеробната умора при първото и второто измерване. Съществено променени са стойностите на относителната максимална мощност, като при второто измерване са се повишили (Wilcoxon signed rank test,  $P$  value = 0.002). Това е свързано преди всичко с повишаването на телесното тегло на изследваните лица в резултата на увеличаване на мускулната маса и последващо увеличение на мощността. Мощността при изпълнение на този тест силно зависи от количеството мускулна маса. Това се потвърждава от намерените корелационни зависимости между масата, масата на мазнините, мускулната маса, ИТМ и максималната и минималната мощност при първото измерване. Някои от тези зависимости се запазват и във второто измерване. Силната корелационна зависимост се запазва между ръста и максималната и минимална мощност и при двете измервания, както и мускулната маса и максималната и минимална мощност. Теглото на изследваните лица е от съществено значение на максималната мощност, но не оказва влияние върху минималната мощност при второто измерване.

Максималната мощност зависи също така от дължините на мишница, предмишница, с ръце встрани и нагоре, а минималната мощност от дължините на мишница, ръце встрани и нагоре. Тези зависимости вероятно се дължат на факта, че съответните дължини са пряко зависими

от ръста и размера на тялото, които са определящи за проявената мощност.

**Таблица 4.** Резултати от Уингейт теста

ID	PP (W)		LP (W)		RPP (W/kg)		AF (%)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
NH1	518	548	358	382	7.63	8.43	30.89	30.29
NH2	688	520	427	346	7.14	8.13	37.94	33.46
NH3	362	398	275	287	6.21	6.99	24.03	27.89
NH4	352	433	293	221	6.13	7.34	16.76	48.96
NH7	496	482	354	339	7.61	8.03	28.63	29.67
NH8	737	774	521	429	7.51	8.9	29.31	44.57
NH9	550	619	361	412	7.23	8.36	34.36	33.44
NH11	578	548	422	380	7.68	7.41	26.99	30.66
NH13	581	498	359	346	7.56	8.3	38.21	30.52
NH14	551	538	430	359	6.82	7.57	21.96	33.27
NH15	540	529	378	350	6.84	7.69	30.00	33.84
Mean	541.2	535.2	379.8	350.1	7.1	7.9	29.01	34.23
±SD	115.5	99.1	68.5	57.3	0.6	0.6	6.53	6.55

PP – максимална мощност; LP – минимална мощност; RPP – относителна максимална мощност; AF – анаеробна умора; Mean – средна стойност; SD – стандартно отклонение.

Както се вижда от таблицата повишаване на максималната мощност при второто измерване има само при 5 от изследваните лица, а на минималната само при двама. Това води и до понижаване на средните стойности на тези показатели в изследваната група баскетболисти. Това понижение не е статистически значимо, но много вероятно това да се дължи на липсата на нормални тренировки в зала и съответно намаляване на обема на натоварването. Статистически значимо повишение се наблюдава в стойностите на относителната максимална мощност при двете измервания. Този показател зависи от теглото и тъй като в групата теглото се е повишило статистически значимо в изследвания период (Wilcoxon signed rank test, P value = 0,003), това означава че като цяло мощността на баскетболистите се е повишила, въпреки незначителните промени в максималната мощност. Запазвайки максималната си мощност при прилагане на по-голямо съпротивление (7% от теглото на изследваното лице) говори за повишаване на анаеробните способности на долните крайници. Анаеробната умора слабо понижава своите стойности при четирима от баскетболистите, но тенденцията е за слабо

(статистически незначимо) повишение. Когато този параметър расте, разликата между максималната и минималната мощност нараства също и изследваното лице не може да поддържа достатъчно висока мощност в 30-секундния период на теста. Колкото са по-високи стойностите на максималната и минималната мощност и по-ниска стойността на анаеробната умора, толкова по-добра е силовата издръжливост на съответния спортист. Лекото повишение на този показател е добър знак за треньора, че дори и да не са развивали силова издръжливост през този труден период от време, то баскетболистите са успели да запазят на ниво преди ограничаване на тренировките в зала.

### **Анализ на резултатите от вертикалния отскок (Сържант тест)**

Едно от характерните движения в баскетболната игра са отскоците. Съществува голямо разнообразие от тестове, базиращи се на отскоци. В нашата работа използвахме Сържант теста за определяне на способността на изследваните лица да извършват това движение и тяхната взривна сила.

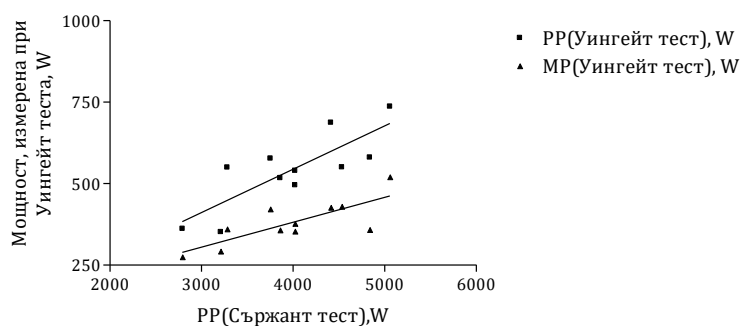
Данните от проведения тест за вертикален отскок са представени в таблица 5.

Средната стойност на вертикалния отскок в изследваната група се е увеличила, въпреки че няма статистически значима разлика, а три от лицата са понижали резултата си. Това понижение на резултата при вертикалния отскок се отразява на изчислената максимална мощност само при един от тях, но в този случай паралелно с намаляването на височината на отскока е намаляла и телесната маса. Съществува статистически значима разлика в изчислената максимална мощност на баскетболистите при двете измервания. Това показва, че през изследвания период те са повишили своята мощност на долните крайници. Сравнявайки резултатите с литературни данни за баскетболисти на същата възраст (Correia, et al., 2020) се вижда че изследваната група постига значително по-високи резултати при вертикалния отскок. Средната стойност на вертикален отскок в литературата след провеждане на специфични плиометрични тренировки е  $35.67 \pm 8.11$  cm и е значително по-ниска от средната стойност на изследваните баскетболисти в началото на изследването, която е  $49.6 \pm 8.4$  cm, а в края на изследването е  $50.4 \pm 8.1$  cm. Получените резултати са далеч от тези на елитни баскетболисти NBA (Hoffman, 2020).

**Таблица 5.** Резултати от Сържант теста.

Код	Вертикален отскок, cm		Изчислена максимална мощност, W	
	1	2	1	2
NH1	53.0	58.0	3857.5	4423.7
NH2	43.0	39.0	4410.1	4561.4
NH3	42.0	45.0	2791.1	3299.4
NH5	45.0	51.0	3276.7	3976.1
NH7	57.0	60.0	4018.7	4323.1
NH8	53.0	57.0	5053.4	5350.5
NH9	40.0	43.0	3598.4	3948.1
NH13	67.0	60.0	4834.1	4345.8
NH14	52.0	50.0	4227.1	4209.9
NH15	44.0	41.0	3533.1	3582.1
Mean	49.6	50.4	3960.0	4202.0
±SD	8.4	8.1	698.7	562.5

Mean – средна стойност; SD – стандартно отклонение.



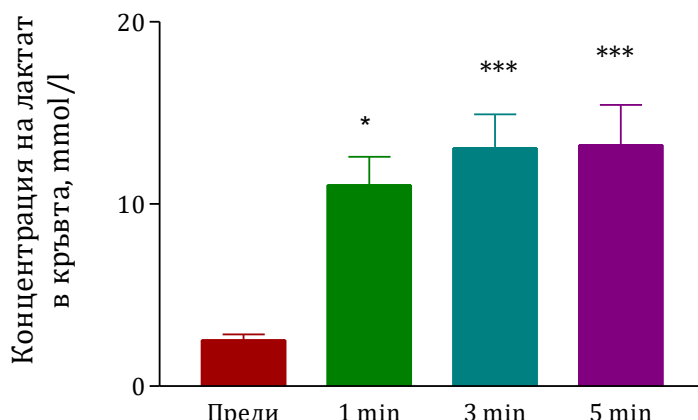
**Фигура 5.** Корелации между данните от Сържант и Уингейт теста (PP – максимална мощност; MP – минимална мощност).

Намерена е корелация между максималната и минимална мощност, определени при Уингейт теста, и изчислената максимална мощност при Сържант теста. Тази корелация дава възможност за проследяване на мощността на баскетболистите с тест, който е много по-удобен за тях, тъй като включва често използвано движение в спорта, а именно отскок. От друга страна, прилагането на този тест не изисква специфично оборудване и дълга процедура, което го прави изключително удобен за рутинна употреба.

## Анализ на резултатите за концентрация на глюкоза и лактат в кръвта

Изследваната група са момчета във възраст, когато настъпват сериозни промени в растежа и развитието им. Тези промени засягат всички органи и системи, в това число и техните мускули. В резултат на тренировките се постигат допълнителни адаптации, които подпомагат натрупването на големи количества лактат в мускула, без това да пречи на представянето по време на натоварване. Измерването на лактат е проведено един път пре първото посещение на ЦФИСКТ, след проведения Уингейт тест. Пробите от капилярна кръв са преди натоварването и на първата, третата и петата минута след неговия край. Данните са представени в таблица 9.

Данните в таблицата показват, че всички изследвани лица повишават значително концентрацията на лактат в кръвта, като статистически значими разлики в концентрацията се наблюдават при измерванията след натоварването (Kruskal-Wallis test,  $P < 0.05$  – на първата минута,  $P < 0.001$  – на третата и петата минута, съответно) в сравнение с тази преди теста (Фигура 6). Тези резултати показват, че изследваните лица повишават концентрацията си на лактат сравнимо с лица на същата възраст в други изследвания (Castagna, et al., 2007), където преди, непосредствено след и 3 минути след протокола за повторен спринт, концентрациите на лактат в кръвта са съответно  $2,5 \pm 0,7$ ,  $13,6 \pm 3,1$  и  $14,2 \pm 3,5$  mmol/l и има значително увеличение на концентрациите на лактат в кръвта от преди и след протокола за повторен спринт ( $P < 0.001$ ).



Фигура 6. Концентрация на лактат в кръвта преди и след Уингейт тест.

Тези стойности показват, че изследваната група спортисти имат висок анаеробен капацитет и адаптирани мускули, способни да толерират



високи концентрации на лактат. Тренировките са довели до тези необходими за постигане добри резултати по време на баскетболна игра адаптации.

Концентрациите на глюкозата след натоварването не се различават статистически от тези преди Уингейт теста. Това показва, че при този 30-секунден тест изследваните баскетболисти разчитат предимно на анаеробният си метаболизъм, ето защо не е необходимо използването на глюкозата в кръвта за производство на енергия. Това още веднъж потвърждава, подходящата адаптация на мускулите на долните крайници. Няма намерени корелации между концентрацията на лактат в кръвта и антопометричните данни и резултатите, получени от Уингейт теста.

**Таблица 6.** Концентрация на глюкоза и лактат в кръвта след Уингейт тест.

ID	лактат, mmol/l				глюкоза, mmol/l			
	преди	1 min	3 min	5 min	преди	1 min	3 min	5 min
NH1	2.49	14.22	15.64	18.16	4.81	4.05	4.64	4.8
NH2	2.37	9.7	11.71	11.39	3.8	4.12	4.3	4.22
NH3	2.24	9.84	12.1	12.41	5.59	5.18	5.4	5.67
NH4	2.91	9.51	10.56	11.33	3.82	3.88	4.43	4.74
NH7	2.61	9.01	11.33	11.57	3.77	3.79	3.86	3.87
NH8	2.79	10.34	12.24	11.44	3.82	4.09	4.46	4.71
NH9	3.1	11.5	11.67	13.15	5.43	6.4	6.56	6.37
NH11	2.59	12.18	15.54	14.7	5.09	4.71	5.04	4.5
NH13	2.14	11.93	14.64	15.05	5.72	5.96	6.02	5.94
NH14	2.19	12.13	15.11	14.81	6.5	5.69	5.61	5.05
NH15	2.37	11.14	13.33	11.67	6.76	5.65	5.72	5.74
<b>Mean</b>	2.53	11.05	13.08	13.24	5.01	4.87	5.09	5.06
<b>±SD</b>	0.31	1.54	1.85	2.20	1.10	0.94	0.83	0.78

Mean – средна стойност; SD – стандартно отклонение

### **Определяне на сърдечната честота по време на тренировка**

Подобряването на функционирането на сърдечно-съдовата система е от решаващо значение във всички спортове. Помага за по-бързото възстановяване след интензивни упражнения и помага на атлетите да се справят по-лесно с предизвикателствата както по време на тренировка, така и по време на състезание. Възможността за следене на пулса по време на тренировка предоставя надеждна информация на треньора за

интензивността на натоварването и идеи за оптимизиране на самата тренировка.

Проведено е измерване на сърдечната честота по време на тренировка. В изследването участват 13 баскетболисти от Евробаскет клуб. Техните данни са представени в Таблица 14. (от дисертацията)

Единствените статистически значими разлики са открити между изчислените сърдечни честоти ( $p$  стойност = 0,001) и общия HR ( $p$  стойност = 0,019). Изчисленият HR се различава значително, тъй като възрастта е различна в две групи спортисти.

Единствените статистически значими разлики са открити между изчислените сърдечни честоти ( $p$  стойност = 0,001) и общия HR ( $p$  стойност = 0,019). Изчисленият HR се различава значително, тъй като възрастта е различна в две групи спортисти.

Таблица 14 (от дисертацията) показва индивидуалните HRs на баскетболистите. Както се очакваше, има умерена корелация между възрастта на участниците в проучването и HR в покой (Pearson  $r = -0,42$ ,  $p$  стойност = 0,04). HR в покой намалява с възрастта.

Спортистите провеждат редовните си тренировки, като по време на тренировка са носили activePULS на немската фирма MEDION AG. В литературата има малко информация за сърдечната честота на гимнастичките, особено по време на тренировка. Измерването ни позволи да оценим интензивността на тренировката. Когато интензивността е висока, тогава сърдечната честота ще бъде по-висока и близо до максимума. Проучването включва деца и обикновено техният HR в покой е по-висок от този на възрастните.

Необходими са познания за сърдечната честота в покой и максималния пулс, за да може най-ефективно да се оцени интензивността на упражненията. Сърдечната честота в покой беше измерена след тихо сядане за няколко минути. Максималният пулс често се оценява грубо с помощта на простото уравнение „220 - възраст“.

Най-добрият метод за определяне на целевите диапазони на сърдечната честота за наблюдение на интензивността на физическата активност е да се използва техниката, известна като метод на резерва на сърдечната честота (HRR), известен също като метода на Карвонен (Karvonen, et al., 1957). При този метод сърдечната честота в покой (RHR) първо се изважда от максималната сърдечна честота (MHR), за да се получи HRR.

За да изчислим диапазона на сърдечната честота за практически цели, използвахме таблица 7 по-долу, за да определим съответните % стойности на HRR (Stand, 1998).

Повечето измервания на пулса по време на тренировка и по време на официален баскетболен мач показват значително по-нисък среден пулс по време на тренировка (Montgomery, et al., 2010), главно поради факта, че по

време на тренировка има повече прекъсвания, при които треньорът прави корекции на играта, променя упражнението и т.н.

**Таблица 7.** Класификация на интензивността на физическата активност с помощта на % резерв на сърдечната честота.

Описание на активността	на	Относителна активност
		% от резерва на сърдечна честота (% HRR)
Много слаба		<20
Слаба		20-39
Средна		40-59
Висока		60-84
Много висока		>85

По време на тренировка при максимално натоварване за няколко секунди, играчите имат сърдечен ритъм с около 12% над изчисления максимален пулс ( $228,7 \pm 17,2$  bpm). През по-голямата част от тренировката средната сърдечна честота на играчите е в диапазона на средно интензивно натоварване (средна стойност 144,2 bpm, граници на средна интензивност 133,7 - 156,1 bpm). Въпреки това, като се имат предвид индивидуалните сърдечни честоти на субектите, се наблюдава, че 7 от тях провеждат тренировката със сърдечна честота в диапазона на средна интензивност, за трима от тях тренировката е с ниска интензивност, а за останалите трима е с висока интензивност. Този факт може да се обясни както с желанието и мотивацията на играчите по време на тренировка, така и с нивото на подготовка на съответния човек.

#### **Анализ на резултатите от тестовете за техническа подготовка**

Баскетболът е сложна техническа игра (Karalejić & Jakovljević, 2008). Постигането на добър резултат в баскетбола (Jakovljević, 1997), както и в повечето спортове, зависи най-вече от качеството на техническите умения, т.е. тяхната ефективност (Kuleš & Marić, 1989). Баскетболните умения съдържат редица двигателни дейности (елементи), които играчите прилагат по време на играта, както по време на фазата на атака, така и на защита. Баскетболистите извършват редица повече или по-малко сложни дейности (Trninić, et al., 2010; Trninić, et al., 2010). За да могат успешно да изпълняват тези дейности, е необходимо те да притежават отлично развити баскетболни умения, както технически, така и тактически (Jakovljević, et al., 2015).

Техническите умения на баскетболистите са резултат от дългогодишни целенасочени тренировки. Периоди на прекъсване неминуемо биха довели да загуба на способности и до компрометиране на дългогодишния

труд. Пандемичната обстановка в България, наложена от м. март 2020 година, постави баскетболистите, в частност, пред големи предизвикателства: запазване на добро физическо и техническо ниво при невъзможно провеждане на нормални тренировки.

През периода на изследването светът попадна в извънредна обстановка, за която никой не е подготвен. Спортистите бяха една от най-засегнатите страни, тъй като беше нарушен не само нормалният им начин на живот, но най-вече пострадаха тренировките, които са ключа към постигане на спортни резултати. Треньорите бързо се ориентираха в създалата се ситуация и положиха максимални усилия за запазване на физическите качества на своите спортисти, предоставяйки им график за тренировки в домашни условия. Целта на настоящото изследване е да се проследи, дали при този тип тренировки е възможно запазване и развитие на техническите умения при подрастващите баскетболисти.

През изминалия период баскетболистите имат възможност да тренират нормално в зала през месеците октомври – февруари, а след обявяването на извънредното положение във връзка с пандемията от COVID-19, заниманията им продължават в домашни условия.

Резултатите от проведените технически тестове са представени в таблица 8. От данните ясно се вижда, че между двете провеждания на теста има значителни разлики. Въпреки че през голяма част от времето баскетболистите не тренират в зала има статистически значимо подобрене на резултатите от първите три теста (Wilcoxon signed rank test – наказателен удар, P value = 0,014; скоростен дрибъл, P value = 0,014; дрибъл с препятствия с лява и дясна ръка, P value = 0,001).

Тези резултати показват, че въпреки създалата се извънредна обстановка и невъзможността за провеждане на нормални тренировки, баскетболистите не са загубили спортната си форма и основните си технически умения.

Четвъртият тест, обаче, показва обратен резултат – статистически значимо намаляване на точността при скоростна стрелба (Wilcoxon signed rank test, P value = 0,002). При изпълнението на този тест се изискват скорост, концентрация и точност. По-слабият резултат при второто провеждане на теста вероятно се дължи на липсата на тренировки в зала непосредствено преди теста.

**Таблица 8.** Резултати от проведените технически тестове

ID	Наказателен удар, точки		20 м скоростен дрибъл, s		Дрибъл с препятствия, s				Скоростна стрелба, точки	
					Лява ръка		Дясна ръка			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
NH1	8	18	6.02	6.08	8.00	7.69	7.98	7.63	13	6
NH2	15	19	6.55	6.13	8.65	8.57	8.30	7.70	13	12
NH3	10	15	7.11	6.81	9.17	8.73	8.61	8.12	11	6
NH4	8	17	6.80	6.75	8.73	7.73	8.03	7.63	12	11
NH5	11	14	6.60	6.82	8.21	8.07	8.10	7.89	15	6
NH7	17	15	6.80	6.07	10.57	8.50	9.81	7.78	14	9
NH8	7	15	6.28	5.89	8.19	7.33	7.84	7.26	17	15
NH9	10	12	6.54	6.29	8.69	7.89	8.05	7.40	12	12
NH10	12	10	6.61	6.16	8.74	8.13	8.30	7.90	14	6
NH13	13	13	5.96	5.85	8.07	7.62	7.75	7.50	15	9
NH14	8	12	6.83	6.09	8.74	7.90	8.75	7.87	14	9
Mean	11	15	6.55	6.27	8.70	8.01	8.32	7.70	14	9
±SD	3	3	0.35	0.36	0.71	0.44	0.58	0.25	2	3

1 – измерване през м. октомври 2019; 2 - измерване през м. юни 2020 година; ИТМ – индекс на телесна маса; Mean – средна стойност; SD – стандартно отклонение

Резултатите показват, че извънредното положение оказва силно влияние върху специфичната подготовка на баскетболистите и въпреки че са успели да запазят и дори да развият в известна степен своето физическо състояние, както и резултатите при някои от техническите тестове, липсата на целенасочени тренировки в зала вероятно ще повлияе негативно върху тяхното представяне в баскетболни мачове.

### **Връзка между всички измервани параметри и влияние на тренировката върху тях**

Баскетболът е много популярна спортна игра в световен мащаб и през последните години се развива с бързи темпове, като все повече млади хора избират баскетбола като спорт. Най-голямо влияние върху добрите резултати оказва ефективността на някои специфични баскетболни движения със значителен вертикален компонент (отскок, различни удари към коша, пасове, блокажи, отскок за топката и др.), както и

антропометрични характеристики като телесна мазнина, дебелина на кожните гънки, височина, дължина. Според препоръките на специалистите, обичайните елементи трябва да се определят като основни елементи на елитните баскетболисти, така че да могат да се използват като индикатор за нивото на игра на съответния играч (Vaquera, et al., 2015).

Поради големия брой младежи, ангажирани със спорта, е необходим подбор на най-квалифицираните от тях (Anastasiadis, 2006). Младите баскетболисти преминават през определени тестове за оценка на уменията, при които физическите и техническите им умения се оценяват щателно.

Най-разпространеният и надежден набор от тестове за технически умения на баскетболистите на ААНPERD (American Alliance for Health, 1984), включва: i) скоростна стрелба, ii) подаване за скорост и точност, iii) дриблиране с препятствия, iv) защитно плъзгащо движение и v) изпълнение на свободни удари. От горните тестове, два от тях относно стрелба и още един относно дрибъла на баскетбола, са тестовете, които оценяват уменията на играчите да боравят с топката. Въпреки това, за правилното изпълнение на спортната техника, антропометричните и физическите характеристики на младите играчи са важни, тъй като параметри като телесна височина, телесна маса, височина с изпънати ръце, повърхност на ръцете, сила на захвата и скорост на бягане, допринасят положително за тяхното изпълнение (Apostolidis, et al., 2004, Visnapuu & Jugimae, 2009). По-конкретно, повърхността на ръцете и силата на захвата в млада възраст, когато телесната височина не е напълно развита, може да представляват най-решаващите фактори за уменията за боравене с топка. Корелациите между всички измерени променливи след първото измерване през м. октомври са представени в таблица 17 (от дисертацията). Ефективността на стрелба не зависи значително от теглото, ВМІ и дължината на предмишницата, но корелацията е висока с мускулна маса, дължина на горната част на ръката, дължина на изпънати страни ръце и височина с повдигнати ръце. Антропометричните параметри корелират добре с резултатите от теста на Wingate, както и от теста на Sargent. Скоростният дрибъл е в силна връзка с анаеробния капацитет на долните крайници, тъй като корелацията е много висока с изчислената мощност и относителната максимална мощност. Ефективността на ударите към коша също зависи от максималната и минималната мощност. Резултатите от тестовете за дрибъл корелират добре.

Според литературата (Apostolidis & Emmanouil, 2015) най-важните антропометрични характеристики по отношение на влиянието върху уменията за боравене с топката на младите баскетболисти са силата на

захвата (не я измервахме), височината в изправено положение и височината с вдигнатите ръце, докато най-значителни показатели за техническите умения на баскетболистите, определящи боравене с топка, са скоростния дрибъл и дрибъл с препятствия. Открихме само зависимост между височината в изправено положение и височината с повдигнати ръце и ефективността на стрелба, тъй като при други тестове тя беше много ниска и незначителна. Няма връзка между обиколката на ръката и техническите умения, въпреки че някои автори съобщават за силна връзка между тях (Apostolidis & Emmanouil, 2015).

Мощността на долните крайници е много важна при извършване на кратки интензивни упражнения и тестовете за скорост са силно зависими от анаеробния капацитет на краката. Анаеробната умора силно корелира с теста за скоростен дрибъл, тъй като цялата дейност се извършва с анаеробни източници на енергия – 6,5 s и 8,5 s за скоростно дриблиране и дриблиране на препятствие, съответно. Колкото по-висока е анаеробността, толкова по-кратко е времето за изпълнение. Тези тестове показаха, че анаеробните тренировки (силови) на баскетболисти е много важно и може да помогне за подобряване на тези умения.

Понастоящем няма специален тест, който да се приема като стандартна мярка за анаеробна мощност за баскетболисти. И така, използвахме анаеробния тест Wingate, който е приет като златен стандарт за лабораторно изследване на анаеробния капацитет на долния крайник. Приложим е при различни групи субекти с различна професия и различна възраст. Корелацията между резултатите от Уингейт теста и Сържант теста е още едно доказателство за нас да го използваме за измерване на анаеробността на долните крайници на баскетболистите. Скокът е рутинно движение, което баскетболистите изпълняват през по-голямата част от играта. Затова резултатите от теста на Сържант показват най-добре техните способности. Резултатът от този тест в групата на младите играчи ( $50,9 \pm 7,8$ ) е съпоставим с резултатите от нормите на 16-19 години и е над средния (Chu, 1996).

Като заключение бихме могли да кажем, че техническите умения зависят от антропометричните параметри, но зависимостта от анаеробния капацитет на долния крайник показва, че най-важното са тренировките. За да бъде успешен, баскетболистът не трябва да разчита само на своя ръст, тегло и сила, а трябва да тренира целенасочено, за да развие правилните технически умения. Работата върху развитието на анаеробния и аеробния капацитет може да помогне за по-доброто представяне

## Изводи

В резултат от проведеното изследване могат да се направят следните изводи:

1. Изведен и апробиран е иновативен подход за тренировка в домашни условия по време на локдаун поради COVID-19.
2. Предложени са концептуални по структура и по съдържание модели на планиране и управление на тренировъчния процес при баскетболисти. Те позволяват на базата на използване на текущия адаптационен потенциал и отдалечения тренировъчен ефект да се оптимизира общата и специфичната работоспособност на състезателите по баскетбол.
3. Анализът на данните от антропометрията и соматотипа показва, че въпреки създалата се неблагоприятна ситуация в страната, преминаването към домашен режим на тренировки продължава да дава добри резултати за поддържане на добрата физическа форма на спортистите. Сериозното отношение към домашните тренировки позволява поддържане на мускулната маса и не дава възможност за натрупване на допълнителна мастна маса.
4. Статистически значимо повишение се наблюдава в стойностите на относителната максимална мощност, измерена с помощта на Уингейт теста при второто измерване. Което е резултат от целенасочени тренировки на долни крайници.
5. Съществува корелация между данните за мощността, получени при Уингейт теста и Сържант теста. Това показва, че резултатите от двата теста са съпоставими. При невъзможност за контролно провеждане на Уингейт тест, анаеробната мощност на долни крайници при баскетболисти може да се следи с помощта на Сържант теста, който не изисква особено оборудване и може да се провежда дори и в залата, в която се провеждат тренировки.
6. Концентрацията на лактат в кръвта на изследваните баскетболисти са много високи, което показва, че изследваната група спортисти имат висок анаеробен капацитет и адаптирани мускули, способни да толерират високи концентрации на лактат. Тренировките са довели до тези необходими за



постигане добри резултати по време на баскетболна игра адаптации.

7. От резултати за сърдечна честота по време на тренировка може да се заключи, че тренировката по баскетбол е доста интензивна, което способства за подобряване на работата на сърдечно-съдовата система, благодарение на голямото натоварване.
8. Липсата на тренировъчен процес в зала по време на пандемията води до понижаване на резултатите при тестовете за технически умения с топка.
9. Статистически значимо повишение се наблюдава в стойностите на относителната максимална мощност, измерена с помощта на Уингейт теста при второто измерване. Което е резултат от целенасочени тренировки на долни крайници.

## **Препоръки**

- При организиране на тренировъчния процес по баскетбол трябва да се имат предвид възрастовите особености и нивото на физическата дееспособност на баскетболистите. За повишаване на ефективността на този процес строго се изисква спазването на методическата последователност на обучение при подрастващи, изготвена от Българска федерация по баскетбол.
- За постигане на по-високи резултати препоръчваме периодични антропометрични и соматотипни изследвания, както и проследяване на анаеробните способности и сърдечната честота по време на тренировки.
- Техническите и физическите тестове трябва задължително да бъдат включени в годишния тренировъчен график на баскетболните клубове, което ще даде възможност за правилното проследяване на развитието на подрастващите състезатели по баскетбол.
- Подобен род тестове могат да се използват за подбор или текущ контрол на функционалното състояние на подрастващи баскетболисти.

## Научни приноси за практиката

Резултатите от проведеното изследване намират следните приложение:

- Изведени и логически обвързани на базата на теоретико-логичен анализ и собствени проучвания са основните компоненти на спортната подготовка в съвременния баскетбол.
- За първи път се прави опит за системен анализ на промените в спортно-техническите и физическите умения и функционалните показатели на подрастващи баскетболисти под действие на тренировъчни натоварвания по баскетбол в период от 9 месеца.
- Изследван е широк спектър от функционални показатели при баскетболитите, което разширява познанията в тази област.

## СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Николай Хаджиев**, Татяна Дзимбова (2019) Анализ на антропометрични характеристики и соматотип на млади баскетболни играчи. СПОРТ И НАУКА, Извънреден брой, 288-293.
2. **Николай Хаджиев**, Жасмин Цанкова (2019) Изследване на личностни особености при баскетболисти. СПОРТ И НАУКА, Извънреден брой, 120-125.
3. **Nikolay Hadzhiev** (2020) THE INFLUENCE OF ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS AND ANAEROBIC CAPACITY OF THE LOWER LIMBS ON THE TECHNICAL SKILLS OF ADOLESCENT BASKETBALL PLAYERS. Research in Physical Education, Sport and Health, 9 (1) 7-12.



**SOUTH-WEST UNIVERSITY "NEOFIT RILSKI"**

**FACULTY OF PEDAGOGY**

**Nikolay Georgiev Hadzhiev**

**SPORTS FITNESS AND FUNCTIONAL  
CAPABILITIES OF  
ADOLESCENT BASKETBALL PLAYERS**

**ABSTRACT**

of dissertation work for acquisition of educational and scientific  
degree of "Doctor"

Doctorate program "Theory and methods of physical education  
and sports"

PN 1.3 Pedagogics of the education in ...

**Scientific supervisor: Assoc.  
Prof. Zhasmin Tsankova, Doctor**

Blagoevgrad, 2023

Blagoevgrad, 2023

**Nikolay Georgiev Hadzhiev**

**SPORTS FITNESS AND FUNCTIONAL  
CAPABILITIES  
OF ADOLESCENT BASKETBALL PLAYERS**

**ABSTRACT**

of dissertation work for acquisition of educational and scientific  
degree of “Doctor”

Doctorate program “Theory and methods of physical education  
and sports”

PN 1.3 Pedagogics of the education in ...

**Scientific supervisor: Assoc.  
Prof. Zhasmin Tsankova, Doctor**

Reviewers:

Assoc. Prof. Dr. Daniela Tomova Prof.

Dr. Spas Stavrev

Blagoevgrad, 2023

The dissertation work with a subject: **“Sports fitness and functional capabilities of young basketball players”** consists of 154 standard typewritten pages. The work is illustrated and supported by 17 tables, 32 figures and 5 annexes.

The bibliography reference contains 134 literature sources, out of which 12 are in Cyrillic and 122 are in Latin.

The dissertation work has been discussed at a meeting of the Department of Theory and methodology of physical education, on 01 March 2023.

The official defense of the dissertation work will take place on 19 April 2023 at 15:00 o'clock at YK1 412 of South-West University – Blagoevgrad at an open meeting of the Scientific jury.

The materials, related to the defense, are published at the web page of South-West University “Neofit Rilski” and are available at the University Library for review.

*Note: The numbering of Tables and Figures in the Abstract corresponds to the relevant numbering used in the dissertation work.*

Blagoevgrad, 2023

## **INTRODUCTION**

Basketball is very popular sports game worldwide and during the recent years, it is developing really fast and more and more young people chose basketball as a sport. Basketball is a team sport, where high stature and specific body characteristics of the players are with significant importance. The high stature influences the efficiency of some specific basketball moves, comprising of significant vertical component (rebounding, shooting to the board, passes, blockages, jump for bounced-off ball etc.). The anthropometric characteristics, like body fat, thickness of skin folds, height, arm length, body circumference are considered as major components for the elite basketball payers therefore, generally, they are used as game level indicator for the relevant player. Anthropometric examinations and somatotype analysis are frequently used in the selection process for basketball payers.

The present dissertation work makes an attempt for examination, summary and objective assessment of the sports fitness and functional capabilities of young basketball players by utilization of appropriate means and methods.

The world literature presents various studies in various age groups of basketball players. The age-group population chosen (age 15-17 years) takes in consideration the age groups the trainer, author of the present study, is working with. On one hand, the idea was for the study to be incorporated in the dissertation work, and on the other, to follow-up the various functional parameters and technical skills of young basketball players by collecting data for a given period of time in a basketball club and then to perform an analysis of the data collected.

The main goal of the present dissertation work is to determine the influence of innovative model used in the training sessions in basketball over the functional indicators and sports and technical skills of the basketball players in the age group 15-17 years. During the period of the study, the world entered in emergency situation as a result of COVID-19 pandemic. The pandemic required modification in the training sessions and their organization in home environment. During the study period of 9 months, for a period of three months, the players were training with the hall and for the remaining 6 months, their training sessions were organized in home environment. The acquired results show the level of success of the trainer in overcoming of the above challenge.



Different methods were used for tracking of the functional indicators, including anthropometric measurements, somatotype determination, Wingate and Sargent tests for determination of anaerobic capacity as well tracking of the heart rate during training. The concentration of glucose and lactate after the anaerobic Wingate test were also measured. The efficiency of the used training sessions in home environments was determined by appropriate technical tests.

The anthropometric data analysis showed that the stature of the studied basketball players is comparable to the one, determined by the literature. The remaining indexes: weight and body mass index are significantly higher, but the fats mass of the studied individuals is lower in comparison to the data of the literature. This means that higher weight and BMI of the basketball players is a result of higher muscles' mass. The above statement is confirmed by the mean somatotype of the studied subjects. The somatotype distribution within the group of subjects is within the area close to ectomorphs, with the exception of two cases, who are falling more within the endo-mesomorphic type. The ecto-mesomorphic type is the type, characteristic for most of the team sports and within the group of elite players, this type is relatively common.

The data for maximum power show slight increase in 5 of the subjects and for two cases - the increase was minimal. A statistically significant increase is observed within the values of relative maximum power in the two measurements. The anaerobic fatigue is slightly reduced in four of the players but the tendency is related to slight increase (statistically insignificant). When the above parameter is growing, the difference between the maximum and minimum power is also growing and it also means, that the tested individual is not capable to support sufficient-high power for the 30-seconds period of the test. The slight increase of that indicator is good sign for the trainer and it means that even the fact, that the players were not developing strength endurance during that difficult period, they succeeded in keeping it at a level, which was similar before the suspension of the training sessions in a hall. The established correlation between Wingate and Sargent tests provides an opportunity for tracing of the power of the players with a test, which is more convenient for them, because it consists of a frequently used motion in the sports, i.e. jump. On the other hand, the application of that test does not require special equipment and a lengthy procedure, which makes it extremely appropriate for routine usage.

The lactate values in blood, after load, showed that the examined players have high anaerobic capacity and adapted muscles, capable of tolerating high concentrations of lactate. The training sessions resulted in these adaptations, so highly required during a basketball game.

The results of heart-rate frequency measurements during training sessions

confirm the fact that the pulse, during training and official game, show significantly different values, where, during training, it is lower, mainly because that there are more interruptions during which the trainer corrects the game, changes the exercises etc.

The technical skills of the players are a result of long-standing determined training. Periods of interruption for sure would result in loss of skills and compromising of the long-term efforts. The results of technical tests showed that despite of the emergency situation and inability for organization of normal training sessions, the players had not lost their sports form and major technical skills. The speed shooting is mostly affected by the absence of proper training. The implementation of that test requires speed, concentration and precision. The weaker result during the second test most probably is due to the lack of training in a hall just before the test.

The technical tests results showed that the emergency situation had significant influence on the specific preparation of the players and despite of the fact that they have succeeded in maintaining and even improving their fitness, the absence of targeted training sessions in a hall most probably will affect their performance in basketball matches.

The dissertation work presents an attempt for targeted study of functional indicators of young basketball players for a period of 9 months. This one-of-a-kind study in Bulgaria provides information over important aspects of the studies of basketball players in that age group. The study shows that by tracking of the above discussed parameters, the trainer can acquire important information about the influence of training sessions over the basketball players' development. The indicators can provide a base for the trainer for changes of the training schedule, training loads for all players and for each individual player.

**CHAPTER ONE** presents theoretical overview of the physical and anthropometric characteristics of the basketball players. The activity and physiological requirements of the training session and competitions in sports were analyzed. The main characteristics of a basketball training session were discussed. It includes **the working hypothesis** as well:

We assume, that through the application of innovative training model in a hall is possible to improve the fitness of the adolescent basketball players and to realize the sports and training process within the conditions of COVID-19. Grounds for the above assumption are provided by the analysis of the indicators data, acquired from anaerobic capacity tests; hear-rate frequency during load, concentration of lactate in blood after maximum load as well as the data of body composition and somatotype of the basketball players.

**CHAPTER TWO** incorporates the aim, objective, subject, tasks, studied

individuals, methods, methodological tools and organization of the study.

The **objective** of the study is sports and training process of young basketball players in a hall and in the conditions of COVID-19 pandemic.

The **subject** of the study are the changes in morpho-functional indicators of the parameters, like body mass, functional and technical indicators, acquired through various tests.

***The aim of the study is to determine the influence of the basketball training sessions, organized as per innovative model, over the functional indicators and technical skills of the basketball players.***

**Specific tasks:**

- Analysis of literature and internet sources in relation to the studied matter.
- Measurement and monitoring of the body mass indicators.
- Measurement and monitoring of the somatotype.
- Determination of anaerobic power through Wingate and Sargent tests.
- Monitoring of heart-rate frequency during training;
- Establishment of technical preparation level of the studied individuals through technical tests.
- Comparative analysis of the indicators of anaerobic power, heart-rate frequency, lactate concentration in blood.
- Approbation of the author's methodology – model for training sessions for basketball players outside of the sports hall.
- Monitoring the changes in indicators in the functional profile of the basketball players and establishment of **functional capability characteristics during the training**. Implementation of technical tests.

**Organization of the training process in a hall**

Anthropometric measurements and tests were organized in the morning (9 - 10 hours) at the Center of functional measurements in sports and kinesitherapy of SWU "N. Rilski". The participants were asked not to make any physical exercises, not to take food and water before the measurements. The parents of each participant in the study is made aware of the purpose and methods and had signed a Declaration for informed consent (Annex 1) and the study is approved by the Scientific research ethics commission at SWU. The technical tests and heart-rate frequency measurements during trainings were performed in the hall, where the players train. The heart-rate frequency during training and the technical tests were performed at the training hall of the

players during their training.

## **Organization of the training process in a hall**

- ***Training in a hall up to February***

The preparation of the teams starts in August (15.08.2019). Up to 01.09.2019, the training sessions are mainly targeted towards physical training – general endurance, aerobic-anaerobic endurance, speed-power endurance, explosive power, anaerobic endurance.

As of 01.09.2019, the training schedule is organized in the following manner: Monday – mastering of technical skills in basketball, Wednesday – physical training and shooting from a spot, Tuesday and Thursday – tactical defense training, Friday, Saturday – tactical offense training.

- ***Training in home environment for the period March to May***

The training consists of two-weeks complex of exercises where the training performance control was performed online through Messenger app. The complexes consisted of the following elements:

First week – the complex is performed in five series. Each series includes all exercises, which are performed for 20 sec. with a break between the exercises of 10 sec. The break between each series is three minutes.

Second week – the complex is performed in five series. Each series includes all exercises, which are performed for 20 sec. with no break between the exercises. The break between the series is three minutes.

The exercises in the series are as follows:

1. **Plank.**
2. **Russian twist.**
3. **Abdominal press with stretched arms and legs with touch of the toes - from lying position.**
4. **Back squat.**
5. **Pushups.**
6. **Curls.**
7. **Abdominal press (scissors).**
8. **Forward lunges.**
9. **Classical squat.**
10. **One leg glute bridge**

## **Subjects**

Thirteen young basketball players were participating in the study at age  $15.4 \pm 1.2$  years from Basketball Club Eurobasket with trainer Nikolay Hadzhiev. The subjects participate in two age groups for competitions, but train together with the same trainer.

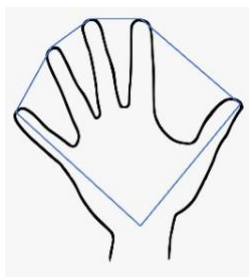
## **Statistical analysis**

The mean values and standard deviation of all variables were calculated by the usage of descriptive statistics. The statistical software Graph Pad Prism (Ver. 3.0) was used for the performance of statistical analysis (t-test, Kruskal-Wallis test and Wilcoxon signed rank test). The coefficient of Pearson was used for determination of the correlation dependences between the various parameters.

## **Methods of the study**

### **Anthropometric measurements and body composition analysis**

The body composition determination was performed by Body Composition Analyzer, model IoI 353. During the measurements, the subjects were bare-footed and with as less clothing as possible. From the obtained results, in the study were used body mass index (BMI) and lean body mass (LBM) or muscles mass. The length of stretched arms was measured by a tape measure from the tip of the right middle finger to the tip of the left middle finger, where the measured individual is standing, facing the wall, with arms stretched and parallel to the floor. The height of raised arms was measured by a tape measure from the floor up to the tip of middle fingers, where the subject is standing, facing the all with arms up. The length of the upper part of the arm was measured from the upper part of the arm to the elbow and the length of the forearm was measured from the elbow to the proximal starting point of the wrist, by tape measure, with precision up to 0,1 cm. The circumference of the dominating arm (Figure 1) was taken by drawing of the arm and summing of the distance.



**Figure 1:** Measured circumference of dominating arm.

### **Somatotype determination**

The somatotype determination was performed by Heath-Carter method and included three skin folds (triceps, subscapular and supraspinal fold), two diameters (humerus and femur) and two circumferences (upper arm and calf).

The obtained values were used for calculation of numerical coefficient for each somatotype and the values were inputted in somatograph and the somatotype profile of the subject was determined.

According to the method, the somatotype determination takes place through calculation of individual somatotype indexes by the input of X and Y values at somatograph.

### **Wingate test**

The test was performed with Monarch 828 E veloergometer. The system consists of veloergometer and software. Usually, the test includes 30 sec. maximum load either of arm, or leg. The testing unit is mechanical veloergometer. After 5 min. of warm up, which included either sprint, or various loads, the tested subject should get off the bike for three-minutes recovery or to continue rotating extremely slow. The test starts with rotation to maximum speed, without any load. After the maximum speed of rotations is reached, a fixed weight is applied to the pedals, which is with a weight of 7.5% of the weight of the tested subject. The rotation with the applied weight is done for 30 sec., where the purpose is to maintain maximum rotational speed, i.e. maximum power. At the end of the test, the maximum power (Peak Power) for 5 sec is determined. This is the maximum power, which the subject can develop during the first 5 sec. The relevant maximum power is determined by division of the maximum power to the weight of the tested subject. The device provides the opportunity for determination of mean power for 30 sec.

## **Sargent test**

The Sargent test (Sargent, 1921), also known as vertical jump is appropriate for monitoring of the development of the elastic strength of the feet. The test is easy to be performed because the required equipment is extremely affordable. The test requires wall, tape measure and chalk. The tested subject warms up for 10 minutes. He stands to the wall and stretches his arm, marking the position of the stretched arm in cm (M1). Then, from static position, the tested subject jumps as high as possible, once again, stretching the arm and touching the wall (M2). Three consecutive jumps are made and the highest value is recorded. The difference between M2-M1, in cm, is determined.

The height of the vertical jump and the peak power were used in the analysis of the results. The peak power is calculated by Sayers equation, because it includes the weight of the of the subject. Heavier person, who jumps at the same height as lighter person has to do more work, because the mass required for movement is higher. Sometimes it is usable to convert the vertical height of the jump to units of power. The power cannot be calculated (Power = Work ÷ Time), because the time, during which the power acts over the body is not known. Formulas for assessment of the power, based on measurements of the vertical jump, were developed. In these formula mass = body weight and VJ = vertical height of the jump.

The formula of Sayers (Sayers, et al., 1999):

$$\text{Peak power (W)} = 60.7 \times \text{VJ (cm)} + 45.3 \times \text{mass (kg)} - 2055$$

## **Determination of glucose and lactate levels in blood**

The measurement was performed by biochemical analyzer BIOSEN C Line of the German company EKF Diagnostic. The determination of glucose and lactate in blood is based on electro-chemical measurement through chip-sensor. The sample is aspirated and inputted automatically in the system. The sample contains  $\beta$ -D-glucose and L-lactate, which are processed through enzymes (which are immobilized on the chip-sensor) in glucuronic acid and pyruvate, respectively and hydrogen peroxide is formed. It releases free electrons, which generate electrical current, which is registered by the electrode of the device. The acquired electrical signal is proportional to glucose and lactate concentration in the sample.

The reference limits for normal glucose and lactate concentrate are the following: glucose – 3.9 mmol/l – 5.5 mmol/l, lactate – up to 2.0 mmol/l.

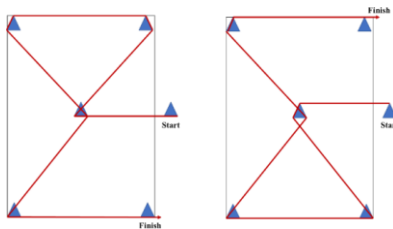
## Determination of heart-rate frequency during training

During training, the heart-rate (HR) of the subjects was recorded by activePULS of the German company MEDION AG. The capabilities of the device are measurements within the range 30-240 bpm. Each set of devices is pre-programmed for the relevant subject. The programming included settings of gender, age, height and weight. The players were instructed to start their watches in Chronometer mode before the start of the training and to stop it at the end of the training. The pulse is measured during the training and the results are analyzed later on in the laboratory. The device allows us to determine the minimum and maximum pulse during training and the average pulse during training.

## Technical tests, suggested by AAPRHED

The field tests were performed under stable environmental conditions (ambient temperature 20-22°C and relative humidity of air 40-50%) indoors.

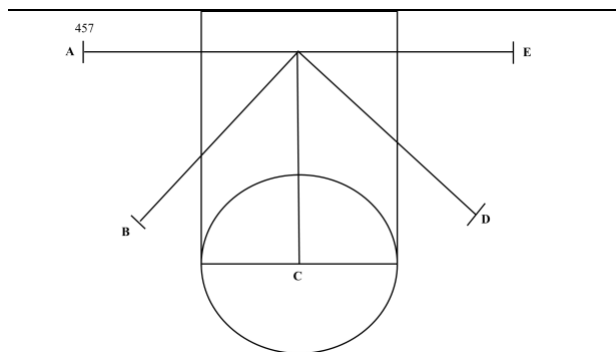
- (a) **20 meters of speed dribbling.** The purpose is to assess the skill of the player to dribble with the ball at maximum speed. The performance is determined by a chronometer and time is recorded in seconds and hundreds of a second. Each player makes two attempts and the time of both attempts is added.
- (b) **Dribble around obstacles.** The purpose is to assess the skill for ball manipulation during running and changing of direction around the obstacles. A route with obstacles (3,6 m \* 5,8 m), marked by six cones is established in free strike field. As per given signal, the tested subject starts dribbling, going between the obstacles and changing dribbling hand. The players are instructed to pass the distance of 17.9 as fast as possible by keeping the control over the ball (Figure 2). Each player has two attempts (one attempt per each hand) and other two attempts (one attempt per each hand) and the time was recorded. The mean time of the two attempts was used.



**Figure 2:** Route for the test “Dribble around obstacles”



- (c) **Speed shooting.** The purpose is to assess the result during speed and precise shooting, within limited time. Five points, at a distance of 4,57 m from the hoop (Figure 3) were marked. The tested subject goes to the marked spot and as per signal, shoots with the ball, runs, to take control of the ball from the hoop, and repeats from the other positions within a time of 60 seconds. During the attempt, the players can make five shots and the result is calculated when the sum of successful shots \*2 points is added to the missed shots  
\* 1 point. The players are allowed to make one trial attempt and two test attempts. The total score is the sum of the two attempts.



**Figure 3:** Route for the test “Speed shooting”

- (d) **Foul shots.** The purpose is to assess the result of foul shots. The tested subjects perform 20 foul shots in four series of five shots with at least one-minute break between series. The players are allowed to make one attempts and the total result is the sum of successful shots.

## **ANALYSIS OF RESULTLS**

**CHAPTER THREE** presents the results and the analysis of the study. Thirteen basketball players at age  $15.4 \pm 1.1$  years participate in the study. During the study, the world faced pandemic situation. All normal actives were affected, including the normal training sessions of the players. During that period, the players had the opportunity to train normal in a hall for the period October to February and after the announcement of the emergency situation, related to COVID-19 pandemic, their activities continued in home environment.

The anthropometric data are presented in Table 1. As it was mentioned before, the studied subjects compete in two age groups. Within that age range, the difference in growth and development of the adolescent is different and the differences are presented in Table 1. There are significant variations in height 156 – 187 cm, for the weight – 50.7 – 85.9 kg, as well as in other indicators, related to body composition. All variations are with statistical significance (t-test,  $p < 0,0001$ ). The height and weight of the studied young players are comparable to the data in the literature (Kostopoulos, 2015; Turna & Kılınc, 2018) for individuals in the same age group. The participants in the study are split in four age groups (14 years – three, 15 years – five, 16 years – two and 17 years – three) and once again, a check for statistically significant difference in the anthropometric indicators for various age groups was made. There is no statistically significant difference in height, weight, mass of the adipose tissue, as well as in body mass index.

The anthropometric indicators were performed twice and data are presented in Table 1. As it can be seen, for the studied period of 8 months, there are changes in all monitored parameters. In that age, the adolescents grow and develop extremely fast and a statistically significant difference between all parameters is established. The differences are in height – 0.0002, weight – 0.0007, adipose tissue – 0.0046, muscle mass – 0.0012 and BMI – 0.0046, respectively. There is increase in the height, weight and all remaining indicators, with an exception of one subject, where a slight increase in height of 1 cm and reduction of all other parameters was observed. The largest reduction is observed in weight, by 1.4 kg, as a result mostly of reduction in the adipose tissue mass of 1.1 kg. Our expectations for large increase in the mass as a result of reduced physical activity did not come true. Data show that the studied subjects strictly follow the instructions of the trainer and maintain their physical shape with the provided complex of exercises.

**Table 1** Anthropometric data of the studied subjects.

ID	Age, years	Height, cm		Weight, kg		Fat mass, kg		Muscles mass, kg		BMI, kg/m <sup>2</sup>	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
NH1	15	170	173.5	59.5	65.3	8.8	10.2	47.2	51.3	20.6	21.7
NH2	17	178	178.5	85.1	93.8	20.6	27.3	59.6	61.2	26.9	29.1
NH3	17	156	163.5	50.7	57.9	6.3	7.4	41.5	47.1	20.8	21.7
NH4	14	174	176.5	55.9	59.4	5.6	5.8	47	50.1	18.5	19.1
NH5	14	180	182.5	57.4	64.8	3.3	5.1	50.7	55.9	17.7	19.5
NH7	15	175	178	57.7	60.4	3.2	3.7	51	53.1	18.8	19.1
NH8	16	187	189.5	85.9	87.1	15.9	15.6	65	66.5	24.6	24.3
NH9	15	182	183	71.2	74.9	9.9	12.5	57.1	58	21.5	22.4
NH10	16	185	187	62.8	66.3	5.4	6.8	53.7	55.5	18.3	19
NH11	15	182	185	66.5	74.1	7	10	55.5	59.8	20.1	21.7
NH13	15	177	178	62.3	60.9	6.8	5.7	51.9	51.6	19.9	19.2
NH14	14	179	181	69	71.3	7.3	10	57.6	57.1	21.5	21.8
NH15	17	171	172	64.4	69.5	10.5	14	50.1	51.5	22	23.5
<b>Mean</b>	15.4	176.6	179.1	65.3	69.7	8.5	10.3	52.9	55.3	20.9	21.7
<b>±SD</b>	1.1	8.0	6.9	10.6	10.8	4.9	6.2	6.1	5.3	2.6	2.8

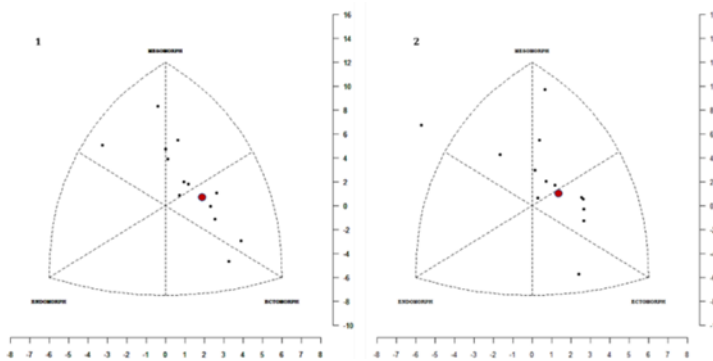
1 – measurement in October 2019; 2 - measurement in June 2020; BMI – body mass index; Mean – average value; SD – standard deviation.

The height of the studied basketball players  $179.1 \pm 6.9$  cm is comparable to the height, presented in the literature  $179.22 \pm 8.41$  cm (Gryko, et al., 2018). The remaining indexes: weight and body mass index are significantly higher. In the literature reference sources, they are  $64.98 \pm 10.70$  kg, for weight and  $20.12 \pm 2.16$  kg/m<sup>2</sup> for BMI, respectively. On the other hand, the adipose tissue mass of the studied subjects is lower than the one, presented in the literature. This means that higher weight and BMI of the basketball players is a result of higher muscles' mass. The above statement is confirmed by the mean somatotype of the studied individuals.

In order to be successful, a basketball player needs to be tall. All studied individuals have the required height and for some of them the height is

comparable to elite adult basketball players. The remaining young people have the potential to reach the required height, which will be monitored in time. But not only height is important for basketball. Large bodies give the players an advantage because they guarantee larger endurance and better success in fights. The muscles mass is significantly influenced by the trainings and is an indicator for their efficiency. Apart from being measured through body composition, muscle mass can be determined by somatotype determination as well. The somatotype of the studied subjects was determined as per Heath-Carter method and the results are presented in Table 2 and Figure 4. Even among the elite adult basketball players, there are significant differences in height, weight and body type. The average somatotype in the studied group is 2.5-3.9-3.6 in the beginning of the study and 2.7-4.1-3.4 at the end, where the endomorphic component varied from 1.7 to 4.4 in the beginning and from 1.9 to 6.2 at the end, mesomorphic – from 1.5 to 6.6 in the beginning and from 1.2 to 6.9 at the end, and ectomorphic – from 1.1 to 5.6 in the beginning and from 0.5 to 5.2 in the end.

The somatotype distribution within the group of subjects is within the area close to ectomorphs, with the exception of two cases, who are falling more within the endo-mesomorphic type. The ecto-mesomorphic type is the type, characteristic for most of the team sports and this component is predominant among the elite players (Gryko, et al., 2018; Martínez, et al., 2014; Gutnik, et al., 2015). The studied young basketball players fall within the category of ecto-mesomorphic, which is another proof for the proper selection of players by the trainer and proper approach during training. The participants in the study have the potential to reach top performance in basketball game, through proper approach and motivation on their side.



**Figure 4:** Somatogram of studied subjects (1 – measurement in October 2019; 2 - measurement in June 2020; black dots – individual values, red dots – average values).

**Table 2** Somatotype components of the studied persons

ID	Endo-		Meso-		Ekto-	
	1	2	1	2	1	2
NH1	2.6	2.6	5.6	5.5	3.2	3.0
NH2	4.4	6.2	5.3	6.7	1.1	0.5
NH3	2.7	1.7	6.6	6.9	2.3	2.4
NH4	2.2	1.9	2.4	3.5	4.7	4.5
NH5	1.7	2.0	2.2	2.7	5.6	4.7
NH7	1.9	2.1	3.8	3.7	4.6	4.6
NH8	2.3	2.6	4.3	4.1	2.4	2.7
NH9	2.8	2.9	3.6	3.4	3.6	3.2
NH10	2.2	2.8	1.5	1.2	5.5	5.2
NH11	2.0	2.3	3.1	3.4	4.3	3.7
NH13	2.1	1.9	3.4	3.1	4.1	4.5
NH14	2.4	2.2	3.8	3.6	3.4	3.4
NH15	2.7	3.7	5.0	5.0	2.6	2.0
<b>Mean</b>	2.5	2.7	3.9	4.1	3.6	3.4
<b>±SD</b>	0.7	1.2	1.5	1.6	1.3	1.3

1 – measurement in October 2019; 2 - measurement in June 2020; BMI – body mass index; Mean – average value; SD – standard deviation.

There is no statistically significant difference between the values measured in the beginning and the end of the study, despite of the fact that the average values of the endomorphic and mesomorphic components have slight increase and of the ectomorphic – slight decrease. Only in one of the studied subjects, there is a significant increase in endomorphic and mesomorphic components by 1.8 and 1.4, respectively. In two of the subjects, both values are reduced, while for other two, only endomorphic component is reduced and the mesomorphic is slightly increased.

Analysis of anthropometry and somatotype data shows, that despite of the pandemic situation in the country, the transfer to home-training mode, the model continues to provide good results in relation to the maintenance of good physical shape of the players. The serious attitude towards home training process allows maintenance of the muscles mass and does not allow the adding of additional adipose mass.

There are numerous publications in literature in relations to various lengths and circumferences and their relation to the performance of the players during a basketball match so we have measured the height with arm, stretched up, width with stretched arms, length of upper arm and forearm, as well as the

circumference of the palm. The data are presented in Table 3.

**Table 3** Body lengths of the studied basketball players and circumference of dominating arm.

ID	Upper arm, cm	Forearm, cm	Arms, stretched to the side, cm	Arms, stretched up, cm	Circumference of dominating hand, cm
NH1	31	26	165	224	55.2
NH2	33	27	180	232	56.9
NH3	27	25	161	208	59.1
NH4	33	22	170	225	54.8
NH7	35	25	174	230	55.9
NH8	39	28	192	250	56.1
NH10	36	28	186	241	46.1
NH11	35	27	183	237	55.7
NH13	35	28	184	229	53
NH14	33	25	177	232	53.4
NH15	31	25	167	217	53.4
<b>Mean</b>	33.5	26.0	176.3	229.5	54.5
<b>±SD</b>	3.1	1.8	9.8	11.4	3.3

Expected correlations between height and length of upper arm, with arms, stretched to the side and up, were established.

### Analysis of Wingate test results

Eleven participants took place in the two measurements with Wingate test. The age of the participants is between 14 to 17 years. This test allows the determination of the anaerobic capacity, which is extremely important in basketball. Most of the exercises, done by the players, require both technique and high explosive power. The children work mainly in aerobic mode, but through training, their organism gradually adapts to anaerobic mode. The adolescents have developed, to a certain extent, their anaerobic capacity and the studied individuals do sports, and predominantly basketball, for 5-6 years now. This time is sufficient to result to some adaptations. The adapted muscle not only works in anaerobic mode, but it starts to collect higher quantities of glycogen, which to use during high-intensive loads and also tolerates larger lactate concentrations. The results of the Wingate test are presented in Table 4. The results show that the studied subjects have high power during the test and are close to the results of elite European basketball players (Delextrat & Cohen, 2009).

As the data of the table show, the studied subjects possess high values of peak power and relative maximum power. No statistically significant difference was established between the data about maximum and minimum power and anaerobic fatigue during first and second measurement. There is significant change in the relative maximum power, which, during the second measurement, showed an increase (Wilcoxon signed rank test, P value = 0.002). The above is mostly related to the increase of body weight of the studied subjects as a result of the increase in the muscles mass and following increase in power. The power for the performance of that test strongly relies on the muscles mass amount. The above statement is confirmed by the correlations between mass, adipose tissue mass, muscles mass, BMI and maximum and minimum power during first measurement. Some of these dependencies are preserved in the second measurement as well. The strong correlation is preserved between the height and maximum and minimum power for both measurements as well as for muscles mass and maximum and minimum power. The weight of the studied subjects is with significant importance for the maximum power, but it does not affect the minimum power during the second measurement.

The maximum power also depends on length of the upper arm, forearm, with arms stretched to the sides and up and the minimum power depends on the length of the upper arm, with arms stretched to the sides and up. These dependencies are most probably due to the fact that the relative lengths have direct dependence on the height and body size, which are definitive for the power showed.

As seen in the table, increase in the maximum power during the second measurement is observed only for 5 of the studied subjects and of the minimum power, only for two subjects. The above results in reduction of the average values of these indicators in the studied group of basketball players. The above reduction is not statistically significant but most probably is a result of absence of normal training process in a hall and the respective reduction of the load. Statistically significant increase is observed within the values of relative maximum power in the two measurements. This indicator depends on weight and due to the fact that weight has increased within the group with statistically significant amount (Wilcoxon signed rank test, P value = 0,003), this means that the general power of the basketball players have increased, despite of the insignificant changes in maximum power. The maintenance of the maximum power at the application of higher resistance (7% of the weight of the studied subject) means that the anaerobic capabilities of the lower limbs have increased. The anaerobic fatigue is slightly reduced in four of the players but the tendency is related to slight increase (statistically insignificant). When the above parameter is growing, the difference between the maximum and minimum power is also growing and it also means the tested individual is not capable to support sufficient-high power for the 30-seconds period of the test. When the

values of the maximum and minimum power are high and the value of the anaerobic fatigue is low, this results in better power power endurance of the relative player. The slight increase of that indicator is good sign for the trainer and it means that even the fact, that the players were not developing strength endurance during that difficult period, they succeeded in keeping it at a level, which was similar before the suspension of the training sessions in a hall.

**Table 4** Wingate test results

ID	PP (W)		LP (W)		RPP (W/kg)		AF (%)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
NH1	518	548	358	382	7.63	8.43	30.89	30.29
NH2	688	520	427	346	7.14	8.13	37.94	33.46
NH3	362	398	275	287	6.21	6.99	24.03	27.89
NH4	352	433	293	221	6.13	7.34	16.76	48.96
NH7	496	482	354	339	7.61	8.03	28.63	29.67
NH8	737	774	521	429	7.51	8.9	29.31	44.57
NH9	550	619	361	412	7.23	8.36	34.36	33.44
NH11	578	548	422	380	7.68	7.41	26.99	30.66
NH13	581	498	359	346	7.56	8.3	38.21	30.52
NH14	551	538	430	359	6.82	7.57	21.96	33.27
NH15	540	529	378	350	6.84	7.69	30.00	33.84
<b>Mean</b>	541.2	535.2	379.8	350.1	7.1	7.9	29.01	34.23
<b>±SD</b>	115.5	99.1	68.5	57.3	0.6	0.6	6.53	6.55

PP – peak power; LP – low power; RPP – relative peak power; AF – anaerobic fatigue; Mean – average value; SD – standard deviation.

### **Analysis of the vertical jump test results (Sargent test)**

One of the characteristic motions of the basketball game are the jumps. There are many different tests, based on jumps. In the present work, we have used Sargent test for determination of the ability of the studied subjects to perform their motion and of their explosive power.

The data of the vertical jump test are presented in Table 5.

The average value of the vertical jump within the studied group has increased despite of the fact that there is no statistically significant difference and for the three of the subjects, the results have lowered. This reduction in the results of the vertical jump is affecting the calculated maximum power for only one of the players but in that case, the body mass was reduced, in



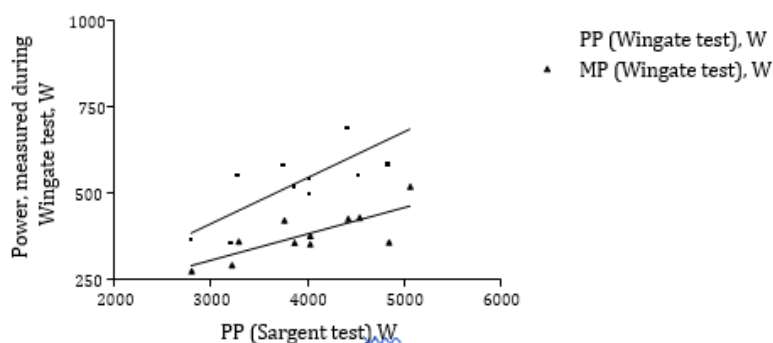
parallel to the reduction of the result of the jump. There is a statistically significant difference in the calculated maximum power of the players between the two measurements. The above shows that during the period of the study, the power of their lower limbs has increased. Comparing the results with data of the literature for players at the same age (Correia, et al., 2020) it was observed that the studied group achieves significantly higher results in vertical jump. The average value of the vertical jump in the literature, after the performance of specific plyometric training is  $35.67 \pm 8.11$  cm and significantly lower in comparison to the average value of the studied basketball players in the beginning of the study, which is  $49.6 \pm 8.4$  cm and at the end of the study, it is  $50.4 \pm 8.1$  cm. The acquired results are far away from the results of elite players in NBA (Hoffman, 2020).

**Table 5** Sargent test results.

Code	Vertical jump, cm		Calculated maximum power, W	
	1	2	1	2
NH1	53.0	58.0	3857.5	4423.7
NH2	43.0	39.0	4410.1	4561.4
NH3	42.0	45.0	2791.1	3299.4
NH5	45.0	51.0	3276.7	3976.1
NH7	57.0	60.0	4018.7	4323.1
NH8	53.0	57.0	5053.4	5350.5
NH9	40.0	43.0	3598.4	3948.1
NH13	67.0	60.0	4834.1	4345.8
NH14	52.0	50.0	4227.1	4209.9
NH15	44.0	41.0	3533.1	3582.1
Mean	49.6	50.4	3960.0	4202.0
$\pm$ SD	8.4	8.1	698.7	562.5

Mean – average value; SD – standard deviation.

A correlation between the maximum and minimum power, determined during Wingate test and the calculated maximum power during Sargent test was established. The established correlation provides an opportunity for tracing of the power of the players with a test, which is more convenient for them, because it consists of a frequently used motion in the sports, i.e. jump. On the other hand, the application of that test does not require special equipment and a lengthy procedure, which makes it extremely appropriate for routine usage.

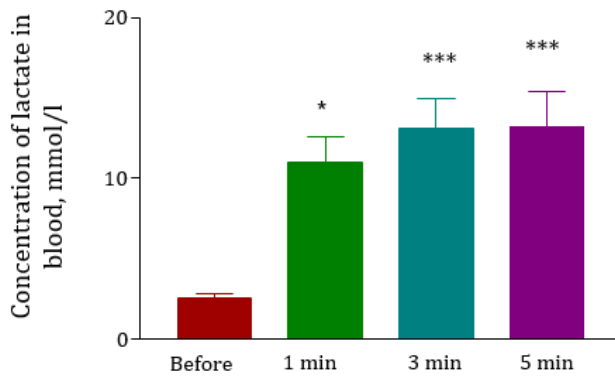


**Figure 5.** Correlation between the results of Sargent and Wingate tests (PP – peak power; MP – minimum power).

### **Analysis of the results for glucose and lactate concentration in blood**

The studied group consists of boys at age, when significant changes in their growth and development take place. These changes affect all organs and systems, including their muscles. As a result of the training, additional adaptations are achieved, which support the accumulation of larger quantities of lactate in the muscles, without interference with the performance during load. The lactate measurement was performed once during the initial visit of Center of functional measurements in sports and kinesitherapy of SEU, after the performance of the Wingate test. The capillary blood samples were collected before the test, at first, third and fifth minute after its end. The data are presented in Table 9.

The data in the table show that all tested individuals show significant increase of the concentration of lactate in their blood, where statistically significant differences are observed at the measurement after the load (Kruskal-Wallis test,  $P < 0.05$  – at first minute,  $P < 0.001$  – at third and fifth minute, respectively) in comparison to the concentration before the performance of the Wingate test (Figure 6). These results show that the tested individuals increase their levels of lactate concentration in comparable manner to individuals at the same age in different studies (Castagna, et al., 2007), where before, just after and 3 minutes after the protocol for repeated sprint, the lactate concentrations in the blood were  $2,5 \pm 0,7$ ,  $13,6 \pm 3,1$  and  $14,2 \pm 3,5$  mmol/l, respectively, and there is a significant increase of the concentration of lactate in blood before and after the protocol for repeated sprint ( $P < 0.001$ ).



**Figure 6:** Concentration of lactate in blood before and after Wingate test.

These values show that the studied group of players have high anaerobic capacity and adapted muscles, capable of tolerating high concentrations of lactate. The training sessions resulted in these adaptations, so highly required during a basketball play.

The concentration of glucose after the load do not show significant statistical difference from the concentrations before the Wingate test. The above indicated, that during that 30-seconds test, the players count predominantly on their anaerobic metabolism so it is not required to use glucose in blood for the production of energy. The above, once again, confirms the appropriate adaptation of the muscles of lower limbs.

No correlation between the concentration of lactate in blood and the antropometric data and the results of the Wingate test were established.

**Table 6** Concentration of glucose and lactate in blood after the Wingate test.

ID	lactate, mmol/l				glucose, mmol/l			
	before	1 min	3 min	5 min	before	1 min	3 min	5 min
NH1	2.49	14.22	15.64	18.16	4.81	4.05	4.64	4.8
NH2	2.37	9.7	11.71	11.39	3.8	4.12	4.3	4.22
NH3	2.24	9.84	12.1	12.41	5.59	5.18	5.4	5.67
NH4	2.91	9.51	10.56	11.33	3.82	3.88	4.43	4.74
NH7	2.61	9.01	11.33	11.57	3.77	3.79	3.86	3.87
NH8	2.79	10.34	12.24	11.44	3.82	4.09	4.46	4.71
NH9	3.1	11.5	11.67	13.15	5.43	6.4	6.56	6.37
NH11	2.59	12.18	15.54	14.7	5.09	4.71	5.04	4.5
NH13	2.14	11.93	14.64	15.05	5.72	5.96	6.02	5.94
NH14	2.19	12.13	15.11	14.81	6.5	5.69	5.61	5.05
NH15	2.37	11.14	13.33	11.67	6.76	5.65	5.72	5.74
<b>Mean</b>	2.53	11.05	13.08	13.24	5.01	4.87	5.09	5.06
<b>±SD</b>	0.31	1.54	1.85	2.20	1.10	0.94	0.83	0.78

Mean – average value; SD – standard deviation

### **Determination of heart-rate frequency during training**

The improvement of functioning of the cardiovascular system plays a crucial role in all types of sports. It helps faster recovery after intensive exercises and helps the athletes to cope better with challenges both during training and competition. The opportunity to follow the pulse during training provides reliable information to the trainer in relation to intensity of the load and ideas about optimization of the training process itself.

A heart-rate frequency measurement was performed during training. 13 players from club Eurobasket participated in the study. Their data is presented in Table 14. (of dissertation work)

The single statistically significant difference were established between the calculated heart-rates (p value = 0,001) and general HR (p value = 0,019). The calculated HR shows significant difference because the age of the two groups of players is different.

The single statistically significant difference were established between the calculated heart-rates (p value = 0,001) and general HR (p value = 0,019). The calculated HR shows significant difference because the age of the two groups of players is different.

Table 14 (of the dissertation work) shows the individual Hrs of the players. As expected, there is a moderate correlation between the age of the participants and their HR at rest (Pearson  $r = -0,42$ , p value = 0,04). HR in rest is going down with age.

The players were making their regular training and during the trainings they were wearing activePULS of the German company MEDION AG. There is a little information about the heart rate of gymnasts, especially during training, in literature. The measurement allowed us to evaluate the intensity of the training. When the intensity is high, than the heart-rate will be higher and close to the maximum. The study involves children and usually their HR at rest is higher in comparison to adults.

It requires knowledge about heart-rate at rest and maximum heart rate in order to make an effective evaluation of the intensity of the exercises. The heart-rate at rest was measured after quite sitting for a couple of minutes. The maximum pulse is usually roughly estimated by the simple equation "220 - age".

The best method for determination of target ranges of heart-rate for monitoring of physical activity intensity is to used the method, known as the method of heart-rate reserve (HRR), known as well as the method of Karvonen (Karvonen, et al., 1957). According to the above method, the hear-rate at rest (RHR) first is deducted from the maximum heart-rate (MHR) in order to acquire HRR.

In order to calculate the heart-rate range for practical purposes, we have used Table 7 below, in order to determine the relevant % values of HRR (Stand, 1998). Most of the pulse measurements during training and during official basketball game show significantly lower pulse during training (Montgomery, et al., 2010), mostly due to the fact that there are more interruptions during training, where the trainer corrects the game, changes the exercises etc.

**Table 7** Classification of physical activity intensity by the % reserve of the heart-rate.

Description of the activity	Relative activity
	% of the heart-rate reserve (% HRR)
Very low	<20
Low	20-39
Average	40-59
High	60-84
Very high	>85

During training, at maximum load for several seconds, the players have a heart-rate, which is with about 12% higher above the calculated maximum pulse ( $228,7 \pm 17,2$  bpm). For the larger period of the training, the average heart-rate of the players is within the range of average intensive load (average value of 144,2 bpm, limits of the average intensity 133,7 - 156,1 bpm). Despite of that, when taking in consideration the individual heart-rates of the subjects, it was observed that 7 of them train with a heart-rate within the range of average intensity, three of them, the training is with low intensity, and for the remaining three, the training is with high intensity. The above fact can be explained both with determination and motivation of the players during the training and with the level of fitness of the relative individual.

### **Analysis of the technical skills tests results**

Basketball is complex technical game (Karalejić & Jakovljević, 2008). The achievement of good results in basketball (Jakovljević, 1997), as well as in most of the sports, depends mostly of the quality of technical skills, i.e. their efficiency (Kuleš & Marić, 1989). The basketball skills consist of numerous motion activities (elements), which are applied by the players during the game, both in offensive and defensive stage. The basketball players perform various more or less complex actions (Trninić, et al., 2010; Trninić, et al., 2010). In order to be able to successful perform these actions, it is required to have perfectly developed basketball skills, both technical and tactical (Jakovljevic , et al. , 2015).

The technical skills of the players are a result of long-standing determined training. Periods of interruption for sure would result in loss of skills and compromising of the long-term efforts. The pandemic situation in Bulgaria, which was implemented as of March 2020 placed great challenges before the basketball players: maintenance of good physical and technical level without the

opportunity for organization of normal training process.

During the study, the entire world was in emergency situation that no one was prepared for. The athletes were one of the mostly affected groups, because not only their normal rhythm of life was interrupted, but their training was mostly affected and training is the key for achievement of sports results. The trainers quickly adapted themselves to the situation and made maximum efforts in order to keep the physical qualities of their players, providing them training schedules in home environment. The purpose of the present study is to trace if with such a training mode it is possible to preserve and develop the technical skills of young basketball players.

During that period, the players had the opportunity to train normal in a hall for the period October to February and after the announcement of the emergency situation, related to COVID-19 pandemic, their activities continued in home environment.

The results of the technical skills tests are presented in Table 8. Data clearly show that there are significant differences between the two tests. Despite of the fact that during most of the time, the players have not trained in a hall, there is a statistically significant improvement of the results in the first three tests (Wilcoxon signed rank test – penalty shot, P value = 0,014; speed dribbling, P value = 0,014; dribble around obstacles. with left and right hand, P value = 0,001).

**Table 8.** Results of the technical skills tests

ID	Foul shots, points		20 meters of speed dribbling, sec.		Dribble around obstacles, sec.				Speed shooting, points	
					Left hand		Right hand			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
NH1	8	18	6.02	6.08	8.00	7.69	7.98	7.63	13	6
NH2	15	19	6.55	6.13	8.65	8.57	8.30	7.70	13	12
NH3	10	15	7.11	6.81	9.17	8.73	8.61	8.12	11	6
NH4	8	17	6.80	6.75	8.73	7.73	8.03	7.63	12	11
NH5	11	14	6.60	6.82	8.21	8.07	8.10	7.89	15	6
NH7	17	15	6.80	6.07	10.57	8.50	9.81	7.78	14	9
NH8	7	15	6.28	5.89	8.19	7.33	7.84	7.26	17	15
NH9	10	12	6.54	6.29	8.69	7.89	8.05	7.40	12	12
NH10	12	10	6.61	6.16	8.74	8.13	8.30	7.90	14	6
NH13	13	13	5.96	5.85	8.07	7.62	7.75	7.50	15	9
NH14	8	12	6.83	6.09	8.74	7.90	8.75	7.87	14	9
<b>Mean</b>	11	15	6.55	6.27	8.70	8.01	8.32	7.70	14	9
<b>±SD</b>	3	3	0.35	0.36	0.71	0.44	0.58	0.25	2	3

1 – measurement in October 2019; 2 - measurement in June 2020; BMI– body mass index; Mean – average value; SD – standard deviation.

These results show that despite of the emergency situation and inability for organization of normal training sessions, the players have not lost their sports form and major technical skills.

The fourth test showed negative result – statistically significant reduction in the precision during speed shooting (Wilcoxon signed rank test, P value = 0,002). The implementation of that test requires speed, concentration and precision. The weaker result during the second test most probably is due to the lack of training in a hall just before the test.

The results show that the emergency situation had significant influence on the specific preparation of the players and despite of the fact that they have succeeded in maintaining and even improving their physical state, as well as the results of some of the technical tests, the absence of targeted training sessions in a hall most probably will affect their performance in basketball matches.

### **Correlation between all measured parameters and the influence of the training over them**

Basketball is very popular sports game worldwide and during the recent years, it is developing really fast and more and more young people chose basketball as a sport. The good results are mostly affected the the efficiency of some specific basketball motions with significant vertical component (jump, different shots towards the basket, passes, blockades, jumps for the ball etc.), as well as anthropometric characteristics, like body fat, thickness of skin folds, height, length. According to the recommendation of the experts, the general elements should be determined as major elements for elite basketball players in order to use them as indicator of the level of performance of a relevant player (Vaquera, et al., 2015).

Due to large number of young people, engaged with the sport, a selection of the most qualified among them is required (Anastasiadis, 2006). Young basketball players are subjected to specific tests for evaluation of skills, during which their physical and technical skills are thoroughly evaluated.

The most popular and reliable set of basketball players' technical skills of AAHPERD (American Alliance for Health, 1984), includes: i) speed shooting, ii) passing for speed and precision, iii) dribble around obstacles, iv) defensive sliding motion and v) performance of free shots. Out of the tests, mentioned above, two are related to shooting and one to dribbling in basketball and these are the tests, which evaluate the skills of the players to manipulate the ball. Despite of that, in order to perform the sports technique in a proper manner, the the anthropometric and physical characteristics of young players are are also important, because parameters like body height, body mass, height with stretched hands, surface of hands, power of grip and speed of running have positive contribution to the performance (Apostolidis, et al., 2004, Visnapuu & Jurimae, 2009). More specifically, the surface of hands and power of grip at young age,



when the body height is not fully developed, may be the most crucial factors for ball handling skills.

The correlation between all measured variables after the first measurement in October are presented in Table 17 (of dissertation work). The shooting efficiency is not significantly dependent on weight, BMI, and length of forearm, but the correlation with large muscles mass, length of the upper arm, length of arms, stretched to the sides and height with arms, stretched up, is high. The anthropometric parameters correlated well with Wingate test results as well as with Sargent test results. Speed dribbling is mostly related to the anaerobic capacity of lower limbs because the correlation to calculated power and peak power is extremely high. The efficiency of shoots to the basket also depends on maximum and minimum power. The results of dribbling tests correlate well.

According to the literature (Apostolidis & Emmanouil, 2015) the most important anthropometric characteristics in relation to influence over ball handling skills of the young basketball players are power of grip (we did not measure it), height in standing position and height with arms up, while the most significant indicators for technical skills of the players, determining their ball handling skills are speed dribbling and dribble around obstacles.. We have established a dependence only between the height in standing position and height with arms up and efficiency of the shooting, because, in the other tests, it was really low and negligible. There is no relation between the circumference of the hand and technical skills, despite of the fact that some authors claim that there is a strong relation between these (Apostolidis & Emmanouil, 2015).

The power of lower limbs is very important in the performance of short intensive exercises and tests for speed are strongly dependent on the anaerobic capacity of the legs. The anaerobic fatigue has strong correlation to speed dribbling test, because the entire work is performed by anaerobic energy sources - 6.5 sec and 8.5 sec. for speed dribbling and dribble around obstacles, respectively. Higher the anaerobic capacity, shorter the performance time. These tests showed, that the anaerobic training (power training) of the basketball players is very important and such training can help the improvement of these skills.

Currently, there is no special tests, accepted as standard measurement of the anaerobic power of basketball players. So, we have uses the Wingate anaerobic test, which is recognized as golden standard for laboratory examination of the anaerobic capacity of lower limbs. It is applicable to different group of subjects, with different occupation and different age. The correlation between the results of the Wingate test and Sargent test is a further proof for us to use it for measurement of the anaerobic characteristics of lower limbs of basketball players. The jump is a routine motion, which the players perform during most of the game. Therefore, the results of the Sargent test show their skills in best possible way. The result of that test in the group of young players ( $50,9 \pm 7,8$ ) is comparable with the results of the norms for players at age 16-19 years and is above the average (Chu, 1996).

As a conclusion, we can say, that technical skills depend on anthropometric parameters, but the dependence of the anaerobic capacity of lower limbs show that the training plays the most crucial role. In order to be successful the basketball player should not only count on his/her height, weight and power, but should use targeted training in order to develop the appropriate technical skills. The work over the development of the anaerobic and aerobic capacity could help the better performance.

## **Conclusions:**

The following conclusions can be drawn, based on the study:

1. Innovative method for training in home environment during lock-down due to COVID-19 pandemic is prepared and tested.
2. Conceptual models, in terms of structure and content, related to planning and management of training process of basketball players are proposed. They allow, based on the usage of the current adaptation potential and postponed training effect to optimize the general and specific capacity of the basketball players.
3. Analysis of anthropometry and somatotype data shows, that despite of the pandemic situation in the country, the transfer to home-training mode, the model continues to provide good results in relation to the maintenance of good physical shape of the players. The serious attitude towards home training process allows maintenance of the muscles mass and does not allow the adding of additional adipose mass.
4. A statistically significant increase is observed within the values of relative maximum power measured by the Wingate test, during the second measurement. The above is a result of targeted training of lower limbs.
5. There is a correlation between the data for power, acquired during Wingate and Sargent tests. The above shows, that the results of the two tests can be compared. In case of inability for follow-up performance of the Wingate test, the anaerobic capacity of lower limbs for basketball players can be monitored through the Sargent test, which does not require specific equipment and can be performed even in the training hall.
6. The concentration of lactate in blood of the studied players was very high, which shows that the studied group of players have high anaerobic capacity and adapted muscles, capable of tolerating high concentrations of lactate. The training has resulted in the adaptations, required for achievement of good results during basketball play.
7. Based on the results of the heart-rate frequency during training, it can be concluded, that basketball training is very intensive, which helps the improvement of the work of the cardiovascular system, thanks to high levels of load.
8. The absence of training process during the pandemic did not result in reduction of the performance at tests for technical skills with ball.
9. A statistically significant increase is observed within the values of relative maximum power measured by the Wingate test, during the second measurement. The above is a a result of targeted training of lower limbs.

## **Recommendations**

- In the organization of the training process of basketball, the age specifics and level of physical fitness of the players should be taken in consideration. In order to improve the efficiency of the process, it is required to strictly follow the methodological sequence for training of adolescents, prepared by the Bulgarian Basketball Federation.
- For achievement of higher results, we recommend the organization of periodical anthropometric and somatotype examinations as well as monitoring of the anaerobic capacity and heart-rate during training.
- The technical and physical tests should be included as mandatory activities in the annual training schedule of the basketball clubs, which will provide the opportunity for appropriate monitoring of the adolescent basketball players.
- Such tests could be used for selection or current control of the functional state of the adolescent players.

## **Scientific contributions to the practice**

The results of the study find the following applications:

- The main components of the sports training in modern basketball are presented and logically correlated on the base of theoretical and logical analysis and own research.
- For a first time, an attempt for systematic analysis of the changes in the sports-technical and physical skills and functional indicators of young basketball players under the influence of basketball training load for a period of 9 months is made.
- A wide spectrum of functional indicators for players was examined, which enriches the knowledge in that field.

## **LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS IN RELATION TO THE SUBJECT OF DISSERTATION WORK**

1. **Nikolay Hadzhiev**, Tatyana Dzimbova (2019) Analysis of anthropometric characteristics and somatotype of young basketball players. *SPORTS AND SCIENCE*, extraordinary issue, 288-293.
2. **Hikolay Hadziev**, Zhasmin Tsankova (2019) A study of personality traits in basketball players. *SPORTS AND SCIENCE*, extraordinary issue, 120-125.
3. **Nikolay Hadzhiev** (2020) THE INFLUENCE OF ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS AND ANAEROBIC CAPACITY OF THE LOWER LIMBS ON THE TECHNICAL SKILLS OF ADOLESCENT BASKETBALL PLAYERS. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 9 (1) 7-12.