



ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ "НЕОФИТ РИЛСКИ"
ФАКУЛТЕТ „ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ И СПОРТ“
КАТЕДРА „СПОРТ“

АНТОН ГЕОРГИЕВ МАНЧЕВ

**ПАРАМЕТРИ НА АЕРОБНИЯ КАПАЦИТЕТ
И НОРМИРАНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО
ЗА БЕГОВА ИЗДРЪЖЛИВОСТ НА СТУДЕНТИ**

АВТОРЕФЕРАТ

НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД ЗА ПРИСЪЖДАНЕ НА
ОБРАЗОВАТЕЛНАТА И НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР“

Област 1. Педагогически науки
Професионално направление 1.2. Педагогика
(Теория и методика на физическото възпитание
и спортната тренировка, вкл. лечебна физкултура)

Научни ръководители: доц. д-р Чавдар Коцев
проф. д-р Невена Пенчева

Благоевград, 2014 год.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за публична защита на заседание на катедра „Спорт“ при ФОЗС на ЮЗУ „Неофит Рилски“, съгласно Протокол № 4 от 18.03.2014 г.

Дисертацията съдържа 149 страници, структурирани в 4 глави. Включени са 19 таблици, 1 схема, 17 фигури. Библиографията обхваща 260 заглавия, от които 85 на кирилица и 175 на латиница, както и допълнителни интернет-източници.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 03.06.2014 г. от 13:30 часа в зала 412 на учебен корпус 1 на ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград.

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в Университетската библиотека и в кабинет № 411 в УК-1.

Първа глава. АСПЕКТИ НА ПРОБЛЕМАТИКАТА И ОБОСНОВКА НА ТЕМАТА

Заниманията по Спорт във висшите училища са последния етап от многогодишния организиран учебен процес по физическо възпитание в системата на образованието. Резултатите в края на този продължителен процес не винаги са с ясно изразен положителен знак за физическата кондиция и здравето на студентите. Една от причините е стихийният характер на работата по отношение на прилаганите средства и методи на обучение и натоварване, невинаги съобразени с техните реални двигателни възможности. Това особено се отнася за заниманията със студенти, незанимаващи се активно със спорт.

Една от най-трудните задачи в спортната практика е определяне на оптималните, развиващи натоварвания за спортисти с различна степен на подготовка. Управлението на натоварването е проблем и в учебния процес по „Спорт“ с неактивно спортуващи студенти, тъй като натоварванията трябва да имат не само развиващ ефект върху физическата кондиция, но и подчертан здравен ефект върху целия организъм, изразяващ се в повишена обща работоспособност. Това изисква научно обосноваване на обективни критерии, позволяващи по-ефективна работа в тази насока, както и съобразяване с физическите възможности на конкретния контингент спортуващи. Ето защо управлението на натоварването, както при спортисти, така и в масовия спорт не е загубило своята актуалност.

От своя страна, физическата работоспособност при нетренирани хора в голяма степен зависи от *аеробния капацитет*, който е критерий за добро здравословно състояние и устойчивост към заболявания. Функционалните показатели, с които се оценява аеробния капацитет, се определят чрез тестове с физическо натоварване, данните от които могат да имат ключово значение в спортно-педагогическата практика за установяване нивото на тренираност и ергометрична работоспособност. Такива подходи, обаче, се прилагат предимно в сферата на високото спортно майсторство. В условията на масовия студентски спорт рядко се предоставят условия за задълбочени функционални изследвания на студентите поради липсата на подходяща апаратура, специални лаборатории и добре подготвени специалисти.

Във връзка с този проблем ние се насочихме към търсене на подходи за сравнително оценяване на максималната кислородна консумация с подходящи за практиката тестове за натоварване, които са лесно изпълними, не създават рискове за изследваните и могат да се прилагат от спортните педагози. В основата на тези

търсения беше идеята да се определят т.нар. *зони на преход между аеробния и анаеробния метаболизъм* при здрави нетренирани студенти, което да ни даде физиологични основания за нормиране на натоварванията за развиване на качеството издръжливост.

Липсата на данни за физическата работоспособност на студентите от ЮЗУ, които не се занимават активно със спорт, ни насочи към тяхното изследване с оглед да се установят параметрите на оптималното натоварване за развиване на общата работоспособност на организма. Получените от нас експериментални данни за аеробния капацитет, както и разработените подходи за оценка на максималната кислородна консумация и нормиране на натоварването за бегова издръжливост, биха подпомогнали работата на спортните педагози по отношение на прилагането на адекватни физически натоварвания за повишаване на общата работоспособност, здравното състояние и качеството на живот на студентите.

Функционалните показатели, отразяващи физическата работоспособност, не биха били полезни сами по себе си, ако нямаха приложно значение в спортната практика. Те са базата, върху която се градят методическите закономерности на спортната тренировка. Такава е зависимостта *натоварване – кислородна консумация*. VO_2 е обективен критерий не само за дихателния капацитет, но и за работоспособността на организма като цяло, което се основава на интегралното значение на транспорта на кислород за енергетиката на организма.

VO_{2max} (аеробният капацитет) е критерий за нивото на аеробната работоспособност и функционирането на кардиореспираторната система. Затова повечето тренировъчни програми са насочени към натоварване, базирано на VO_{2max} или на определен % от нея.

Установено е, че с увеличаване интензивността на натоварването, покачването на VO_2 не е линейно, а кривата е сигмоидна. В нея се оформят 2 инфлексни точки, които я разделят на три сегмента - 3 зони на адаптация от гледна точка на енергетиката – зони на неограничена, ограничена и недостатъчна адаптация.

Натрупването на La също се използва за определяне на тези инфлексни точки, които по същество фиксират преходните нива на аеробния и анаеробния метаболизъм - *аеробния и анаеробния праг*. Те имат различно ниво в динамиката на лактатната кумулация в зависимост от функционалното състояние на организма. Следователно, *лактатната крива*, както и зависимостта *скорост на бягане – лактатна кумулация*, също може да служи като база за

определяне на параметрите на ефективна тренировка за издръжливост, гарантиращи оптимални тренировъчни натоварвания в съответствие с динамиката на функционалната адаптация.

Изборът на подходящо натоварване по интензивност и продължителност е най-важното условие за постигане на желаната функционална адаптация. В спортната тренировка *АнП служи като критерий за достигане на критичната скорост на бягане*, респ. критичната мощност на аеробния метаболизъм. Обикновено тренировката за издръжливост е насочена към продължително поддържане на най-висока критична скорост при ниво около анаеробния праг.

Обосновка и значение на разработвания проблем за спортната практика на студентите. Основна цел на занятията по спорт със студентите е подобряване на тяхната физическа кондиция и укрепване на здравето. Малкият обем часове, обаче, не винаги създават условия за осъществяване на целите и задачите на учебния процес. Понякога работата на преподавателите е доста стихийна и не води до съществени резултати. Това особено се отнася за физическата кондиция, която е базата на физическата работоспособност на студентите.

Прилагането на различни средства и методи на тренировка не е достатъчно за постигане на целите на заниманията по спорт със студентите, ако те не са съобразени с техните реални двигателни възможности. Ето защо опознаването на конкретния контингент студенти е важно условие за правилното построяване на учебния процес. В този смисъл, успехът на занятията по спорт със студенти, незанимаващи се активно със спорт, както и работата за обща физическа кондиция в голяма степен се обуславя от съответствието между тренировъчните натоварвания и нивото на адаптация на физиологичните системи, обезпечавачи физическата им работоспособност. Това съответствие има пряко отношение към здравето на студентите, особено що се отнася до фундамента на общата физическа кондиция – аеробната работоспособност, свързана с показателите за аеробния капацитет - VO_{2max} , динамиката на HR в покой, при натоварване и при възстановяване, нивата на L_a и др.

Определянето на параметрите на тези показатели при незанимаващи се активно със спорт студенти чрез функционални изследвания дава възможност:

(1) да се прецизира оптималната зона на аеробната работоспособност при субмаксимални физически натоварвания,

което е важен спортно-методически критерий за нормиране на тренировъчното натоварване за нейното подобряване;

(2) да се посочат подходящи средства и методи за повишаване на аеробната работоспособност в учебния процес;

(3) да се разработват адекватни програми с такава насоченост.

В спортно-педагогически аспект такъв подход е предпоставка за оптимизиране на учебно-транировъчния процес по Спорт със студентите, като се насочи към фундамента на общата физическа кондиция – аеробната издръжливост. Оценявайки значимостта на това качество, ние считаме, че задълбоченото изучаване на закономерностите на състоянието и развитието на издръжливостта на студентите би допринесло за подобряване на тяхната физическа кондиция и здравословно състояние. Така функционалната оценка на аеробните възможности позволява да се посочат най-подходящите средства и методи за развиване на издръжливостта, както и методическите критерии по отношение на обема и интензивността на натоварванията.

Друг съществен аспект с приложен характер при изследването на аеробния капацитет е неговото оценяване, както и разработването на система за контрол и оценяване на качеството обща /аеробна/ издръжливост при студентите, незанимаващи се активно със спорт. В основата си това оценяване е свързано с разработване и внедряване на тестове със субмаксимално натоварване, при които VO_{2max} се определя индиректно, както и тяхното обосноваване за конкретния контингент чрез сравнителни проучвания с референтни методи, измерващи VO_{2max} директно.

Във връзка с изложеното, в настоящото изследване си поставихме за цел да потърсим отговор на следните основни въпроси:

- какви са функционалните характеристики на физическия работен капацитет на студентите, незанимаващи се активно със спорт;

- кои са оптималните спортно-транировъчни параметри на натоварването в занятията по Спорт със студенти, съответстващи на техните двигателни възможности и насочени към развиване на аеробната работоспособност и общата /аеробна/ издръжливост;

- как да се оценява аеробната работоспособност и беговата издръжливост на студентите.

Отговорът на тези въпроси ни насочи към изследване на студентите от ЮЗУ с оглед по-пълното опознаване на техните двигателни възможности и оптимизиране на работата за тяхното усъвършенстване.

Втора глава. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Исходна позиция на изследването. Произлиза от тезата, че определянето на параметрите на аеробния капацитет при студенти, незанимаващи се активно със спорт, ще обоснове и обективизира нормирането на натоварването за обща /аеробна/ бегова издръжливост, както и нейното оценяване като основен компонент на физическата кондиция.

Обект на изследването: аеробната физическа работоспособност на студенти – мъже, незанимаващи се активно със спорт.

Предмет на изследването: параметрите на аеробния капацитет на студентите в диапазона на субмаксималните физически натоварвания.

Цел на изследването: оценка на аеробния капацитет на студентите и определяне на тренировъчните параметри за развиване на (обща) аеробна бегова издръжливост.

Задачи:

1. Определяне с директни и индиректни методи на функционалните параметри на аеробния капацитет на студенти-мъже, незанимаващи се активно със спорт.

2. Сравнително изследване на различни методи за определяне на анаеробния праг.

3. Определяне на оптималните тренировъчни параметри на натоварването за развиване на качеството обща (аеробна) бегова издръжливост на студентите и разработване на система за нейното оценяване.

МЕТОДИЧНИ ПОДХОДИ

За изследването бяха подбрани студенти-мъже, незанимаващи се активно със спорт и с добро здравословно състояние. Преди започване на експериментите се направиха антропометрични измервания на показателите ръст, тегло, индекс на телесната маса, основна метаболитна обмяна и др. за характеристика на изследвания контингент. Изследването беше направено с анализатор на телесния състав на фирма TANITA - модел SC 330. Основата на метода е сравняване на разликите в електрическото съпротивление (импеданс) на различните компоненти на телесната маса при преминаване на слаб ток през тялото.

Определяне на VO_{2max} с максимален спироергометричен тест. Максималните тестове са «златния стандарт» или референтния метод за оценка на аеробния

капацитет. При тях VO_{2max} се измерва директно, чрез газов анализ чрез параметрите на газообмена, вентилацията и сърдечната дейност. Тестът се проведе в ЦФИСКТ при ЮЗУ „Неофит Рилски“ по протокола на Илчо Илиев (1980) с натоварване на тредмил. Натоварването се увеличава стъпаловидно на 1,5 min със скорост 1,2 km/h. През същия интервал се вземаше кръвна проба за определяне концентрацията на La.

Тестове за индиректно определяне на VO_{2max} .

Определяне на VO_{2max} с Astrand-Ryhming тест. Тестът на Astrand-Ryhming е велоергометричен 6-минутен тест за индиректно определяне на VO_{2max} . Базира се на линейната зависимост между пулсовата честота, VO_2 и мощността на натоварването. Основна цел на теста е чрез избор на подходящо натоварване да се осигури състояние на ергостаза и steady state по отношение на сърдечната честота в последните 2-3 минути на теста. Натоварването е постоянно, субмаксимално, чрез определяне съпротивлението на велоергометъра и задаване на определен брой обороти на въртене на педалите за минута. Поради линейния характер на динамиката на сърдечната честота и VO_2 , е възможно данните да се екстраполират и чрез съответно регресионно уравнение да се изчисли VO_{2max} .

Стойностите на VO_{2max} изчислявахме със следното регресионно уравнение за мъже (Adams G., 1998):

$$VO_{2max} (l/min) = [(Px0.012) + 0.3]x \frac{(220 - age) - 61}{HR_{ss} - 61}, \text{ където}$$

P е мощността на натоварването (във W),

age е възрастта (в години)

HR_{ss} е сърдечната честота в състояние на steady state (уд/мин)

Определяне на VO_{2max} с полеви 20 метров Совалков тест (Beep test). Този полеви тест е широко използван за индиректно определяне на VO_{2max} . Базира се на определянето на «максималната аеробна скорост», достигната от изследвания на определено ниво в теста, която служи за изходна величина при изчисляването на неговата VO_{2max} . Ние приложихме Совалковия тест по Leger и Lambert (1982), който включва максимално 21 нива, в които се преодолява разстояние от 4940 м. VO_{2max} се изчислява по определена формула, в която като параметри влизат достигнатата в теста максимална скорост и възрастта на изследваните:

$$VO_{2max} = 31,025 + 3,238xV - 3.248xA + 0.1536xAxV, \text{ където}$$

VO_{2max} – максимална кислородна консумация (ml/min/kg)

V - максималната скорост на бягане в достигнатото ниво на теста (km/h)

A - възраст на изследваното лице (в години).

Математическо моделиране на параметрите на модела за оценка на VO_{2max} с тест на Astrand-Ryhming.

За оценка на VO_{2max} с теста на Astrand-Ryhming бе направено математическо моделиране на уравнението с нелинеен регресионен анализ по метода на най-малките квадрати със софтуерен пакет SPSS. Бяха изчислени параметрите **a** и **b** в уравнението, с които се предсказва VO_{2max} , по отношение на всички изследвани лица (n=19), взели участие в теста на Astrand-Ryhming. От лявата страна на уравнението се поставяха измерените стойности за VO_{2max} , получени с газов анализ при максимално натоварване до отказ по протокола на Илиев (1980).

$$VO_{2max}(l/min) = [(Px0.012) + 0.3]x \frac{(220 - age) - 61}{HR_{ss} - 61}, \text{ където}$$

0.012 е параметърът **a**, а 0.3 е параметърът **b**.

Методи за определяне на анаеробния праг.

Определяне на анаеробния праг чрез „V-наклон“ метод. При този метод в една координатна система на абсцисата са поставят стойностите на VO_2 , а на ординатата – стойностите на отделения въглероден оксид (VCO_2). В нея VCO_2 и VO_2 формират крива, която отразява динамиката им по време на максималния спироергометричен тест. Чрез регресионен анализ софтуерно се установява пресечна точка на двете променливи - VCO_2 и VO_2 . Именно това е точката на АнП, измерен чрез анализиране на газообмена.

Определяне на анаеробния праг чрез лактатна крива.

При определяне на АнП чрез лактатна крива ние изхождаме от общоприетия критерий, че АнП е момента, в който концентрацията на La в кръвта достига и надвишава 4 mmol/l. Затова при този метод в една координатна система на абсцисата поставяме времето или скоростта на натоварване, а на ординатата - стойност на лактата 4 mmol/l. По този начин АнП беше определен графично чрез кривата на лактата и мястото, където се пресича с правата, прекарана от ниво 4 mmol/l.

Статистически методи. За статистическа обработка на данните от експериментите беше използван софтуерния пакет Prism. Показателите са представени като $\bar{X} \pm SD$. Оценката за различия между средните стойности е проведена с методите на непараметричната статистика, характерна за по-малки извадки. Бяха използвани тестовете на Wilcoxon (за зависими извадки) и Mann-Whitney (за независими извадки) при 2 групи. При повече от 2 групи използвахме т.нар. Kruskal-Wallis ANOVA при независими извадки и Friedman тест при зависими.

Трета глава. РЕЗУЛТАТИ ОТ ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ОБСЪЖДАНЕ

Антропометрични данни и двигателна активност.

Получени са експериментални данни с анализатора на телесна маса за показателите: възраст, тегло, ръст, BMI, мастна тъкан, LBM, съдържание на вода и мускулна маса, както и техните среднени стойности за всички изследваните лица. Установи се, че е сравнително висок процентът на студентите с наднормено тегло, което в комбинация с ниската двигателна активност създава предпоставки за понижаване на физическата работоспособност и повишаване на рисковете за заболяемост.

Оценка на аеробен капацитет с максимален тест до отказ. Използван е протоколът на Илчо Илиев, който е най-прилагания протокол за стъпаловидно натоварване при спортисти от различни дисциплини и здрави нетренирани лица в България (Tzvetkov, 2009).

Методът използваме като референтен с две цели: (1) сравняване на директно измерените стойности на VO_{2max} с тези, получени посредством индиректно определяне чрез подбраните от нас Совалков и Astrand-Ryhming тест и (2) за оценка на аеробния капацитет на изследваните студенти.

На Табл. 1. са представени спироергометричните параметри на всички изследвани лица по време на отказ.

От представените експериментални данни се вижда, че осреднената стойност на VO_{2max} е 41.41 ± 5.41 ml/min/kg. В изследвания на Martino (2002), Zhou (2001) и Candow (2009) се посочват стойности за VO_{2max} съответно 55.0, 48.9 и 45.41 ml/min/kg.

Анализирайки индивидуалните резултати на изследваните от нас лица и сравнявайки с данните на Heywood (2006), установихме,

че 52% показват ниски стойности на VO_{2max} , 30% имат задоволителна оценка и само 17% са с добра оценка за тази възраст

Таблица 1. *Експериментални данни ($\bar{X} \pm SD$; V %) от максимален стъпаловиден тест за определяне на VO_{2max} на тредмил (n=23) по време на отказ*

Статистически параметри	HR _{max} (уд/мин)	V _{max} (km/h)	R	V _e _{max} (l/min)	La ml/mol/l	VO _{2max}	
						l/min	ml/min/kg
$\bar{X} \pm SD$	194.7± 7.6	13.62± 1.47	1.18± 0.09	123.3± 21.1	9.4± 1.8	3.29± 0.45	41.41± 5.44
V%	3.95%	10.83%	7.64%	17.11%	20.23	13.66%	13.16%

Съращения: ИЛ – изследвано

Следователно, анализирайки нашите резултати и сравнявайки с литературните данни, можем да направим извода, че изследваният контингент студенти има сравнително нисък аеробен капацитет.

Този факт се потвърждава и от данните за $V_{e,max}$. Тя е сравнително ниска, но в комбинация с ниската VO_{2max} показва слаба работоспособност на кардиореспираторната система.

При някои от изследваните се наблюдава висока $V_{e,max}$, съпроводена с ниска VO_{2max} . Тези лица са с неикономично дишане, при които АНП се достига при ниска VO_2 .

Динамиката на VO_2 от максималния тест е представена в Табл. 2. Видно е, че всички изследвани преодоляват стъпало 10.8 km/h, при средни стойности на VO_2 съответно от 37.13 ml/min/kg. Броят на преодолелите следващите нива постепенно намалява. До последното ниво достигат само двама от изследваните. Данните показват, че нарастването на VO_2 е линейно до определено ниво, след което преминава в плато. Това се наблюдава при скорост 13.2 km/h, където стойностите на VO_2 се доближават до максималните за изследвания контингент – 41.41±5.44 ml/min/kg (Табл. 1.).

Тази тенденция се вижда още по-ясно на Фигура 1 и Таб. 3., където сравнително е представена динамиката на VO_2 и HR в хода на максималния тест - нарастването и на двата показателя е плавно до 6 km/h, след което кривата добива по-стръмен характер до достигане на плато при скорост 12.0-13.2 km/h. В потвърждение на това е HR, който достига 96% от максималните си стойности (188 уд/мин).

След платото VO_2 рязко се покачва, дължащо се на значително по-високата VO_2 на малка част от изследваните. Това е обяснимо, като се има предвид, че кривата отразява средните стойности на VO_2 на изследвания контингент

Таблица 2. Данни за динамиката на VO_2 (ml/min/kg) на всички изследвани лица при максимален тест до отказ ($\bar{X} \pm SD$; V%)

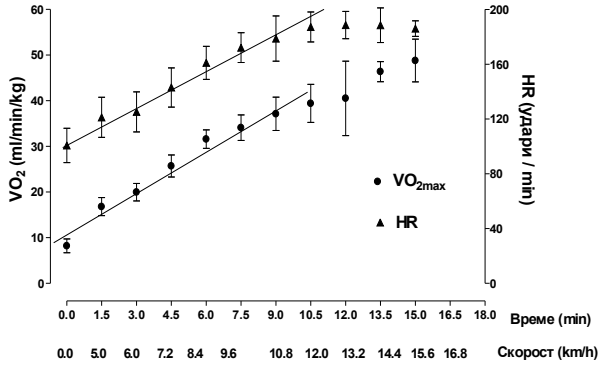
Статистически параметри	VO_2 (ml/min/kg)										
	покой	1.5 min	3.0 min	4.5 min	6.0 min	7.5 min	9.0 min	10.5 min	12.0 min	13.5 min	15.0 min
		5 km/h	6 km/h	7.2 km/h	8.4 km/h	9.6 km/h	10.8 km/h	12 km/h	13.2 km/h	14.4 km/h	15.6 km/h
\bar{X}	8.220	16.81	19.97	25.71	31.59	34.10	37.13	39.42	40.52	46.37	48.81
(n)	23	23	23	23	23	23	23	20	14	6	2
SD	1.513	1.985	1.926	2.418	3.033	2.808	3.650	4.176	8.162	2.210	4.674
V (%)	18.40%	11.81%	9.64%	9.41%	9.60%	8.23%	9.83%	10.59%	20.14%	4.77%	9.58%

Таблица 3. Данни за динамиката на HR (уд/мин) на всички изследвани лица при максимален тест до отказ ($\bar{X} \pm SD$; V%)

Статистически параметри	HR (уд/мин)										
	покой	1.5 min	3.0 min	4.5 min	6.0 min	7.5 min	9.0 min	10.5 min	12.0 min	13.5 min	15.0 min
		5 km/h	6 km/h	7.2km/h	8.4 km/h	9.6km/h	10.8 km/h	12 km/h	13.2km/h	14.4km/h	15.6km/h
\bar{X}	100.7	121.2	125.2	143.0	161.7	172.1	178.7	187.2	188.6	188.5	186.0
(n)	23	23	23	23	23	23	23	20	14	6	2
SD	12.56	14.62	14.64	14.32	12.03	10.88	16.50	10.91	9.997	12.63	5.657
V (%)	12.47%	12.07%	11.70%	10.02%	7.44%	6.32%	9.23%	5.83%	5.30%	6.70%	3.04%

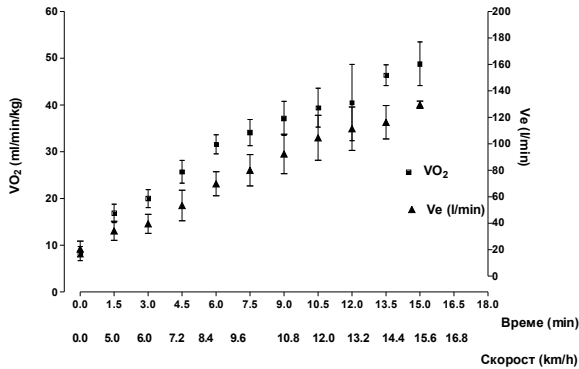
Таблица 4. Данни за динамиката на Ve (l/min) на всички изследвани лица при максимален тест до отказ ($\bar{X} \pm SD$; V%)

Статистически параметри	Ve (l/min)										
	покой	1.5 min	3.0 min	4.5 min	6.0 min	7.5 min	9.0 min	10.5 min	12.0 min	13.5 min	15.0 min
		5 km/h	6 km/h	7.2km/h	8.4km/h	9.6km/h	10.8 km/h	12 km/h	13.2km/h	14.4 km/h	15.6km/h
\bar{X}	20.54	34.25	39.58	53.41	69.82	80.04	92.37	104.6	111.4	116.3	129.5
(n)	23	23	23	23	23	23	23	21	14	6	2
SD	5.915	7.207	7.206	11.49	9.126	11.82	14.90	16.98	16.41	12.60	2.828
V (%)	28.79%	21.04%	18.21%	21.51%	13.07%	14.77%	16.12%	16.23%	14.73%	10.83%	2.18%



Фиг.1. Сравнително представяне на динамиката на VO_2 (ml/min/kg) и HR (уд/мин) в хода на максималния спироергометричен тест

Сходна е динамиката на V_e , което се вижда от Табл. 4. и Фигура 2. За разлика от VO_2 , в диапазона на стъпала с натоварване 12.0-13.2 km/h кривата на V_e не показва ясно изразено плато



Фиг. 2. Сравнително представяне на динамиката на VO_2 (ml/min/kg) и V_e (l/min) в хода на максималния спироергометричен тест

Определяне на анаеробен праг чрез V-наклон метод.

Анаеробният праг се базира на резултати от газовия анализ и до голяма степен се определя от централните механизми и активността на кардиореспираторната система. Той се характеризира с различни показатели, измерени по време на максимално стъпаловидно натоварване до отказ.

При установения от нас АНП, определен чрез „V-наклон“ метод, показателите VO_2 , HR, дихателен коефициент (R) и скорост (V) имат стойности, показани в Таблица 5. В нашия експеримент АНП се достига при 62% от VO_{2max} , което е в нормите, посочени от други автори (Желязков, 2002; Коновалова, 2011) и се фиксира при $R=0.85\pm 0.07$.

Скоростта, при която се достига АНП е 7.43 ± 0.93 km/h или $54.55\pm 6.82\%$ от V_{max} , достигната на ниво VO_{2max} .

Таблица 5. Стойности ($\bar{X} \pm SD$; V %) на спироергометрични параметри на ниво анаеробен праг определен чрез „V- наклон“ метод

Спироергометрични параметри на ниво анаеробен праг						
VO_2 (ml/min/kg)		V (km/h)		HR(уд/мин)		R
$\bar{X} \pm SD$ V (%)	% от VO_{2max}	$\bar{X} \pm SD$ V (%)	% от V_{max}	$\bar{X} \pm SD$ V (%)	% от HR_{max}	$\bar{X} \pm SD$ V (%)
25.83 ± 5.16 19.98	62.04 ± 10.07 16.23%	7.43 ± 0.93 12.58%	54.55 ± 6.82 7.64%	143.0 ± 12.4 8.96%	73.43 ± 12.37 9.1%	0.85 ± 0.07 8.44%

HR на ниво АНП показва сравнително ниски стойности - 143.0 ± 12.4 уд/мин, което представлява $73.43 \pm 12.37\%$ от HR_{max} за изследвания контингент (Табл. 5.). Установено е, че основните изменения в аеробната работоспособност се наблюдават при натоварвания в диапазона 75-90% от максималния пулс (Шаров, 2004; Шаров, 2005; Стефанов, 2003), което показва, че нашите студенти не достигат оптималния пулс в зоната на анаеробния праг. Това е още едно доказателство за по-ниското ниво на кардиореспираторните функции, като по отношение на този показател групата е хомогенна – коефициентът на вариация е в рамките на 7.64%.

Оценка на аеробен капацитет с тестове за индиректно определяне. Съществена страна от настоящата разработка беше проучването и внедряването в педагогическата практика на Astrand-

Ryhming тест и Совалковия тест, като *индиректни* методи за определяне на VO_{2max} .

Astrand-Ryhming тест. Основна цел на теста е чрез избор на подходящо субмаксимално натоварване да се постигне steady state по отношение на HR в края на теста. Това постигнахме чрез подходящ избор на коефициент и обороти на натоварването. За нашия експеримент приложихме следните параметри на натоварването, оптимални за изследвания контингент - коефициент на натоварване 2.2 и 60 об/мин..

От представените данни за параметрите на проведения Astrand-Ryhming тест (Табл. 6.) е видно, че осреднената стойност на HRss по време на „steady state” (173.3±8.2 уд/мин) е в диапазон, който потвърждава, че лицата са в състояние на субмаксимално натоварване.

Средната стойност на VO_{2max} е 2.88±0,37 l/min и 38.32±5.07 ml/min/kg (Таблица 6 - преди моделиране). Сравнявайки тези резултати с получените при максималния спироергометричен тест (Фигура 3, Табл. 1.), установихме, че те се различават статистически от директно измерените. Подобно несъответствие са открили и други автори, което е наложило да модифицират модела за пресмятане на VO_{2max} , отчитайки влиянието на възрастта, различните условия и начина на живот върху нея

Таблица 6. *Експериментални данни ($\bar{X} \pm SD$, V%) от Astrand- Ryhmin тест преди и след моделиране (n=19)*

Статистически параметри	HRss (уд/мин)	Мощност на натоварване (w)	VO_{2max} преди моделиране		VO_{2max} след моделиране	
			(l/min)	(ml/min/kg)	(l/min)	(ml/min/kg)
$\bar{X} \pm SD$	173.3±8.2	170.0±19.9	2.88±0,37	38.32±5.07	3,34 ± 0.47	43.58 ± 5.60
V%	4.78%	11.35%	13.02%	13.25%	14.37%	12.80%

Съкращения: ИЛ – изследвано лице HRss – HR при steady state

Разликата между стойностите на VO_{2max} , определени с Astrand-Ryhming тест и с максималния спироергометричен тест в нашето изследване, наложиха и ние да модифицираме модела за пресмятане, както и за изработване на съответен софтуер.



Фиг. 3. Сравнително представяне на стойностите ($\bar{X} \pm SD$) на VO_{2max} с максимален ($3,29 \pm 0.45$ l/min; $V=13.66$ %) и субмаксимален тест на Astrand Ryhming (2.88 ± 0.37 l/min; $V=13.02\%$) преди моделирането; * статистически достоверна разлика ($p < 0.05$) с Mann Whitney тест.

Модифицирането се изразява в промяна на параметрите **a** и **b** в модела за предсказване. Параметри на модела преди моделирането: **a**= 0.012 **b**=0.3

$$VO_{2max} \text{ (l/min)} = [(Px0.012) + 0.3]x \frac{(220 - age) - 61}{HR_{ss} - 61}$$

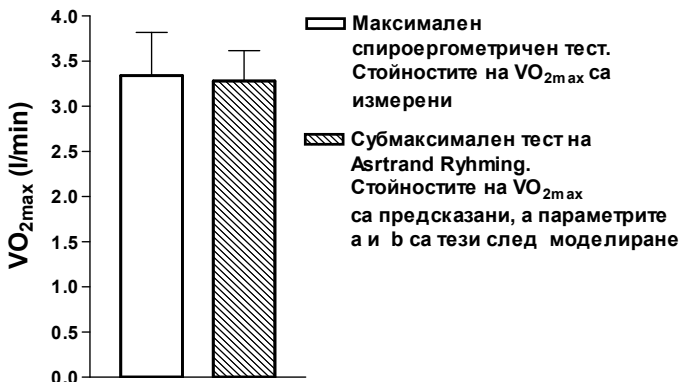
Параметри на модела след моделирането:

$$\mathbf{a} = 0.008 \quad \mathbf{b} = 1.294$$

$$VO_{2max} \text{ (l/min)} = [(Px0.008) + 1.294]x \frac{(220 - age) - 61}{HR_{ss} - 61}$$

Данните за VO_{2max} получени след моделиране на уравнението, представени в Таблица 6, сравнихме отново с референтните от максималния тест чрез Mann Whitney тест (Фигура 4).

Модифицирайки модела за нашите студенти, ние получихме стойност за $VO_{2max} = 3.28 \pm 0.34$ l/min, която не се различава статистически от тази при максималния тест. Тя е по-ниска в сравнение с данните на Magrani и Rompreu (2010), които посочват стойност от 3.68 ± 0.74 l/min за VO_{2max} при нетренирани на същата възраст.



Фиг. 4. Сравнително представяне на стойностите ($\bar{X} \pm SD$) на VO_{2max} с максимален ($3,29 \pm 0,45$ l/min; $V=13,66$ %) и субмаксимален тест на Astrand Ryhming ($3,34 \pm 0,47$ l/min; $V=14,37\%$) след моделирането; не се установява статистически достоверна разлика с Mann Whitney тест.

Тези данни още веднъж показват по-ниския капацитет на кардиореспираторната система на нашите студенти.

В хода на експеримента установихме, че модифицираният тест на Astrand-Ryhming има следните предимства:

- позволява да се изчислят реалните стойности на VO_{2max} чрез субмаксимално натоварване и без необходимост от скъпо струваща апаратура;

- лицата работят в *steady state* при минимални отклонения в хомеостазата, което позволява тестът да бъде проведен и без медицински надзор;

- мобилизацията на изследваните лица не изисква специална намеса от страна на експериментатора.

Считаме, че оптимизираният от нас модел на Astrand-Ryhming тест е достатъчно коректен метод за оценяване на VO_{2max} , който предлагаме за използване в спортно-педагогическата практика със студенти.

Совалков тест. С този тест са провеждани скринингови изследвания за аеробен капацитет с подрастващи и нетренирани лица, при което са използвани различни варианти на формули за

изчисляване на VO_{2max} , в които, освен базовият показател *скорост*, се включват и различни други показатели – възраст, пол, антропометрични параметри, BMI.

Съобразявайки се с характеристиките на изследвания от нас контингент, ние се спряхме на формулата на Leger (1988), като си поставихме за цел да проверим нейната приложимост за конкретното изследване.

Получените експериментални данни от проведения Совалков тест са представени в Табл. 7. Вижда се, че средната максимална аеробна скорост (MAS), постигната от студентите, е 11.80 ± 0.65 km/h, като само 13% са я надвишили. Следователно, изследваната група е хомогенна по отношение на показателя MAS, което се потвърждава от ниския коефициент на вариация – $V=5.35\%$.

Таблица 7 Експериментални данни от Совалков (beep) тест ($n=23$)

Статистически параметри	Възраст (год.)	Достигната MAS (km/h)	VO_{2max} (ml/min/kg)
$\bar{X} \pm SD$	21.17±2.25	11.80±0.65	38.99±5.41
V %	10.62%	5.35%	13.89%

Съращения: ИЛ – изследвано лице MAS – максимална аеробна скорост

Получената от нас стойност за VO_{2max} - 38.99 ± 5.41 ml/min/kg е съизмерима и в съответствие с публикувани в достъпната литература данни за нетренирани студенти - 39.20 ± 2.27 ml/min/kg по Chatterjee et al. (2010), 39.2 ± 6.2 ml/min/kg по Magutah et al. (2012) и 39.80 ± 4.06 ml/min/kg по Bandyopadhyay (2011).

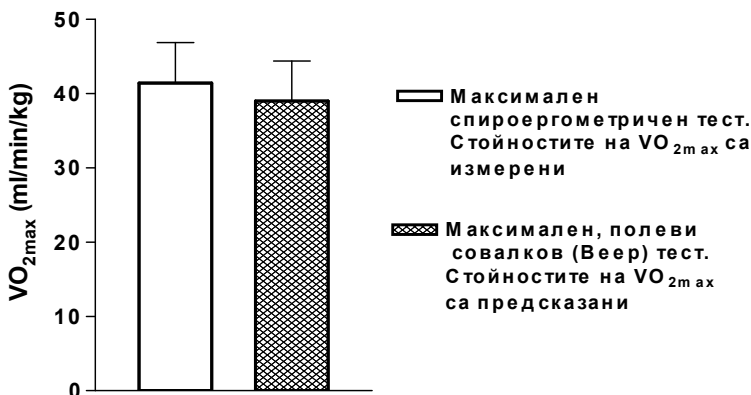
Съществуват данни и за стойности на VO_{2max} значително по-високи от цитираните. Например по данни на Magutah и съавт. (2012), Yoshida и съавт. (2008); Penry (2008); Pilianidis и съавт. (2007) VO_{2max} е съответно 43.2 ± 4.5 ml/min/kg, 46.9 ± 6.6 ml/min/kg, 47.6 ± 9.3 ml/min/kg.

Сравнявайки получените от нас данни за VO_{2max} с посочените в литературата се потвърждава факта, че нашите студенти имат по-нисък аеробен капацитет в сравнение с данните за други студенти, от което следва, че те имат по-ниско ниво на физическа подготвеност.

Счита се, че при индиректните тестове разликите в стойностите на VO_{2max} с тези при максималния тест са допустими в рамките на 10% (McArdle et al., 1991). В нашето изследване резултатът за VO_{2max} в Совалковия тест е по-нисък с 2.42 ml/min/kg от този в максималния тест, което съставлява разлика от 5.84%. Това

е по-малко от данните на други автори – напр. Leger (1982), който посочва разлика от 4,7 ml/min/kg.

При сравняване на данните за VO_{2max} между Совалковия и максималния тест се установи, че няма статистически достоверна разлика между стойностите (Фигура 5). Този факт показва, че Совалковият тест дава достатъчно надеждни резултати за VO_{2max} .

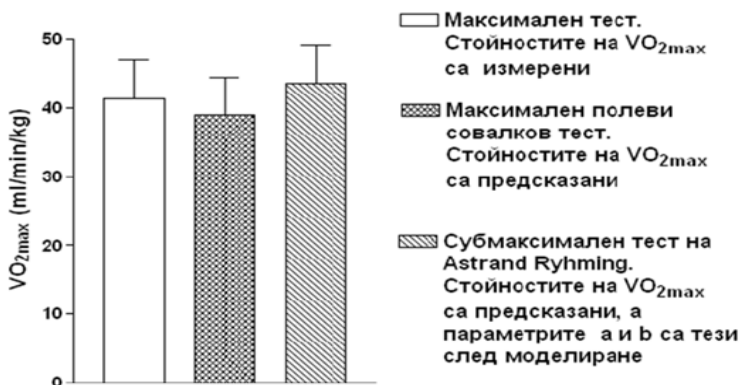


Фиг. 5. Сравнително представяне на стойностите ($\bar{X} \pm SD$) на VO_{2max} с максимален (41.41 ± 5.44 ml/min/kg; $V=13.16\%$) и субмаксимален (38.99 ± 5.41 ml/min/kg; $V=13.89\%$) совалков (Веер) тест; не се установява статистически достоверна разлика с Mann Whitney тест.

Базирайки се на установените факти и лесната приложимост на теста в полеви условия, можем да го препоръчаме за оценяване и контрол на качеството аеробна издръжливост в учебния процес по спорт със студенти.

Сравнително представяне на данните от максималният тест и тестове за индиректно определяне на VO_{2max} .

Представените сравнителни данни (Фигура 6) за VO_{2max} , получени при максималният тест показват, че стойностите й при теста на Astrand-Ryhming и Совалковия (Веер) тест не се различават статистически ($p < 0.05$) от тези при максималния. Сравнението между трите теста показва, че най-близки стойности до максималния тест са получени при Совалковия тест. Ние считаме, че този тест е най-подходящ за приложение в спортно-педагогическата практика, но приложимост има и Astrand-Ryhming теста с оптимизираните параметри, предложени от нас.



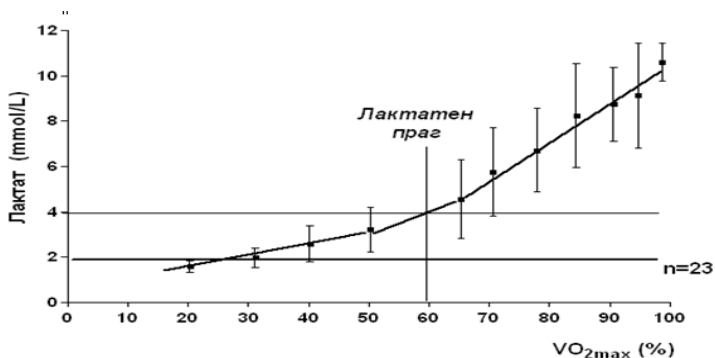
Фиг. 6. Сравнително представяне на стойностите ($\bar{X} \pm SD$) на VO_{2max} с максимален (41.41 ± 5.44 ml/min/kg; V=13.16%), максимален полеви Свалков тест (38.99 ± 5.41 ml/min/kg; V=13.89%) и субмаксимален тест на Astrand-Ryhming (43.58 ± 5.60 ml/min/kg; V=12.80%). Не се установява статистически достоверна разлика с Kruskal-Wallis ANOVA, Tuckey тест.

Следователно, двата теста са достатъчно надеждни и достъпни за спортната практика и затова ги определяме като много подходящи за оценка на аеробния капацитет на студентите.

Определяне на анаеробния праг чрез измерване на концентрациите на лактат в периферна кръв.

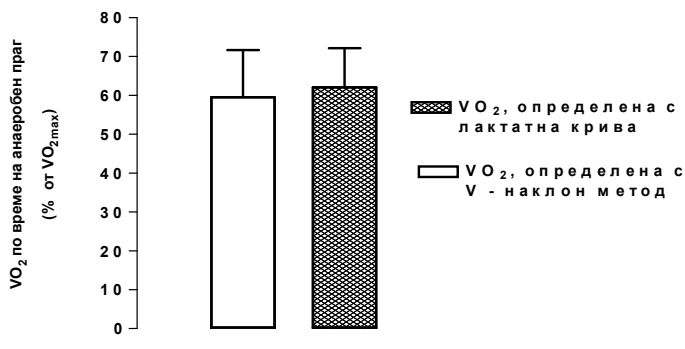
Концентрацията на лактат в кръвта е основен критерий за интензивността на натоварването в спорта. Ето защо ние приложихме паралелен на „V-наклон“ метода подход за определяне на АНП – чрез *лактатна крива*, позволяваща да се определи момента, в който концентрацията на лактат в периферната кръв надвишава 4 mmol/l. В този случай АНП (наречен още лактатен праг) отразява метаболитните промени, динамиката на които зависи предимно от периферните механизми и най-вече от адаптационните изменения в скелетните мускули, свързани с по-продължителна работа в аеробен режим.

При определянето на АНП чрез лактатната крива на ниво 4 mmol/l установихме, че стойността на VO_2 е 62% от VO_{2max} (Фигура 7).



Фиг. 7. Динамика на лактата, съпоставена с динамиката на кислородната консумация (в % от VO_{2max})

При сравняване на параметрите по време на АНП, определени с двата подхода – *V-наклон метод* и *лактатна крива* (Фигура 8), установихме, че няма статистически значима разлика.



Фиг.8. Сравнително представяне на стойностите на VO_{2max} по време на анаеробния праг, получени с лактатната крива и с *V-наклон метода*. Няма статистически значима ($p < 0.05$) разлика между средните стойности (Mann Whitney) тест.

Може да се направи извода, че определянето на анаеробния праг чрез лактатната кумулация в периферната кръв може да се използва като алтернативен метод, който позволяват надеждно да се определят съответните зони на адаптация и работоспособност при студенти, незанимаващи се активно със спорт.

Четвърта глава. НОРМИРАНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО И ОЦЕНКА НА БЕГОВАТА ИЗДРЪЖЛИВОСТ НА СТУДЕНТИ

Критерии и показатели за нормиране на натоварването.

При нормиране на натоварването за бегова издръжливост изхождаме от тезата, че *всяко бегово натоварване има своите специфични характеристики, изразени чрез съответните функционални и тренировъчни параметри, които са критерии за планирането му според задачите на тренировката*. Намирането на оптималните тренировъчни параметри на натоварването за издръжливост е предпоставка за правилен подбор на адекватни средства и методи за постигане на максимален функционален ефект.

От своя страна, оперативното планиране на тренировката за обща /аеробна/ издръжливост изисква: (1) познаване на адаптивните възможности на организма към натоварвания с аеробен характер и (2) отчитане на закономерната връзка между параметрите на аеробния капацитет на конкретния контингент изследвани лица и очакваните положителни резултати от тренировката за издръжливост в границите на тези параметри.

Критериите за нормиране на натоварването се основават на установените от функционалната диагностика и спортната практика *основни зависимости при физически натоварвания със субмаксимална интензивност* между показателите: VO_2 , ниво на La, HR, скорост на бягане, продължителност на бягане (Илиев и съавт., 1982; Душков и съавт., 1986; Желязков, 2009; Дашева, Хаджиев, 2010; Гаврийски и съавт., 1998).

Зависимостите между тези показатели са базата за разработване на *критериите за нормиране на беговите натоварвания и оптимизиране на тренировката за обща /аеробна/ издръжливост* със студентите с цел постигане на максимална адаптация към продължителни натоварвания с умерена интензивност. Установените в областта на спортната физиология основни функционални зависимости при физическо натоварване и получените от нас експериментални резултати ни позволиха да определим оптималните параметри на тренировъчните натоварвания за бегова издръжливост на конкретния контингент студенти - мъже от ЮЗУ, незанимаващи се активно със спорт, като сме се съобразили с техния аеробен капацитет и биоенергетична адаптация.

Нормирането на натоварванията и постигането на ефективна функционална тренировка за обща издръжливост сме съобразили със следните **функционални и тренировъчни критерии**:

(1) *Биоенергетичната характеристика на изследваните студенти*. Изследваните от нас функционални показатели за

аеробната работоспособност на студентите използваме като база за определяне на спортно-тренировъчните параметри, гарантиращи оптимални тренировъчни натоварвания и функционална адаптация към аеробна работа като предпоставка за нормиране и целесъобразно планиране на натоварванията за издръжливост.

(2) *Спортно-педагогическите параметри на натоварването* в диапазона на аеробното енергообезпечаване. Определянето на параметрите се базира на зависимостта между биоенергетичните показатели за аеробния капацитет на студентите и ефективните субмаксимални тренировъчни въздействия в различните зони на функционална адаптация.

(3) *Зоните за относително натоварване* въз основа на функционалната адаптация на изследваните.

(4) *Тренировъчните средства и методи* за развиване на аеробната работоспособност и общата бегова издръжливост в условията на учебния процес по Спорт.

Като база за моделиране на ефективна тренировка за издръжливост използваме *показателите за аеробния капацитет* - VO_2 , HR и La , които са функционалните критерии за нормиране на конкретните спортно-педагогически компоненти на беговата тренировка – *скорост на бягането* (V) и *дължина на пробяганото разстояние*. Считаме, че оптималните параметри на тези показатели в зоната на аеробно и смесено енергообезпечаване са условие за развиващо и в същото време безопасно натоварване на студентите в учебния процес по Спорт.

Ергометрични критерии и зонирание на натоварванията по степен на интензивност.

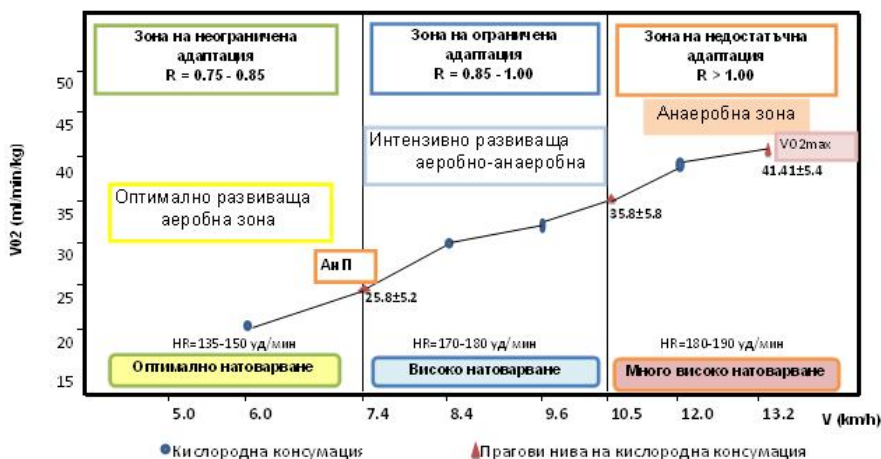
За определяне зоните на адаптация към физическо натоварване при изследваните студенти използвахме ΔnP и R , получени от газовия анализ при максималния тест. На базата на тези данни установихме конкретните *параметри на VO_2 , скоростите на придвижване, HR* , които съответстват на функционалните и адаптационни възможности на студентите. В Табл. 9 и 10 са посочени параметрите на горните показатели за съответните зони на адаптация. Оформените по този начин адаптационни **зони за специфична работоспособност** ни послужиха като база за степенуване на натоварването за бегова издръжливост, съобразено с беговите скорости в различните зони на адаптация. Тези скорости съответстват на определено ниво на натоварване, което е в рамките на работния капацитет на организма и е предпоставка за оптимална тренировка за издръжливост в зависимост от нивото на физическа подготвеност на студентите.

Така въз основа на функционалните показатели обособихме следните зони за интензивност на натоварването по отношение на работата за обща бегова издръжливост /Схема 1/:

А. ЗОНА С ОПТИМАЛНА ИНТЕНЗИВНОСТ НА НАТОВАРВАНЕТО - **оптимална аеробна зона**. Горната граница на тази зона е до АНП, определен чрез „V-наклон“ метод ($R=0.85$). Тя се характеризира с постепенно увеличаване на потреблението на кислород и способства за повишаване на аеробния капацитет при физически натоварвания до анаеробния праг. Натоварването е с оптимална интензивност по отношение на дихателните функции и затова я определяме като *зона с оптимално натоварване*.

За по-пълното характеризиране на натоварването използвахме *функционалната зависимост между степен на натоварване и сърдечен пулс*. Основаваме се на факта, че

Схема 1 Зони на адаптация и натоварване при студенти



сърдечният пулс е високо информативен показател, който дава възможност за оперативен контрол в хода на тренировката чрез оценка на срочните адаптивни реакции на организма по време на натоварването и в периодите на възстановяване.

Като критерий за максимално натоварване сме взели максимално допустимия пулс за изследваните от нас студенти ($HR_{max} = 195$ уд/мин), изчислен като средна стойност, достигнат на ниво VO_{2max} .

Пулсът в оптималната аеробна зона е в границите на 137.7–148.5 уд/мин, като АНП се достига при среден $HR=143\pm 12,37$

уд/мин. За улеснение на контрола в практиката приехме пулсовата зона да бъде в границите на 135-150 уд/мин. Следователно, основните изменения в аеробната производителност на изследваните студенти настъпват в диапазона от 69 до 77% от HR_{max} .

Достигнатата VO_2 на ниво АНП е средно 25.83 ± 5.16 ml/min/kg, което представлява $62.04 \pm 10.07\%$ от VO_{2max} . Следователно, тя е в нормите за нетренирани лица и по-ниска от тази на активни спортисти, за които се посочват стойности над 70-80% от VO_{2max} . Посочените функционални показатели са отчетени при средна скорост на придвижване от $7,43 \pm 0.93$ km/h или $54.55 \pm 6.82\%$ от V_{max} , постигната в максималния тест.

Считаме, че установените параметри на ергометричните показатели фиксират горната граница на зоната с неограничена адаптация, в която може оптимално да се развиват кардиореспираторните функции за сметка на въглехидратите и мазнините и да се постигне положителен ефект върху тяхната обмяна. В тази зона натоварването ще има оптимално развиващ ефект по отношение на аеробния капацитет и аеробната бегова издръжливост на студентите.

Б. ЗОНА С ВИСОКА ИНТЕНЗИВНОСТ НА НАТОВАРВАНЕТО- *зоната на ограничена адаптация* (в диапазона от АНП до $R=1.00$). Работата протича с постепенно включване и интензифициране на анаеробните процеси. Зоната се характеризира със смесено (аеробно-анаеробно) енергообезпечаване. Организмът си набавя все по-трудно O_2 в процеса на натоварването, което от своя страна води до значително активизиране на аеробните функции. Тази зона определяме като *зона с високо натоварване* за изследвания контингент студенти (Схема 1).

Резултатите показаха, че кислородната консумация в този диапазон на натоварване достига средно 35.83 ± 5.86 ml/min/kg, което съставлява $85.87 \pm 6.78\%$ от VO_{2max} . Пулсът е в границите на 172,3 - 179,8 уд/мин при средна $V=10.49 \pm 1.70$ km/h или $77.01 \pm 12.48\%$ от V_{max} . За по-лесен контрол в практиката приехме пулсовата зона да бъде в границите на 170-180 уд/мин.

Независимо, че натоварването с такава интензивност се съпътства със значително затрудняване на дихателните функции, то ще има *интензивно развиващ ефект* върху тях, но е оправдано само с физически добре подготвени студенти, достигнали определено ниво на предварителна подготовка. Считаме, че това е максималното ниво, при което могат да се интензифицират

аеробните механизми на енергообезпечаване и да се търси максимален тренировъчен ефект без риск за здравето на студентите при условие, че се прилага индивидуалния подход.

В. ЗОНА С МНОГО ВИСОКА ИНТЕНЗИВНОСТ НА НАТОВАРВАНЕТО - зоната на недостатъчна адаптация ($R > 1.00$). В тази зона са регистрирани максималните стойности на HR при експериментите ($HR_{max} = 194.44 \pm 7.60$ уд/мин). Енергообезпечаването е анаеробно, като постепенно кислородната консумация достига до своя максимум ($VO_{2max} = 41.41 \pm 5.44$ ml/min/kg) при скорост от 13.62 ± 1.47 km/h и HR около 190 уд/мин или 97% от максималния (Табл. 6).

Считаме, че при изследваните от нас студенти натоварването с HR над 180 уд/мин значително затруднява дихателните функции, особено в горния диапазон, където се достига VO_{2max} . Следователно, при работа за бегова издръжливост препоръчваме работният пулс да не превишава 180-190 уд/мин. В практиката с неактивно спортуващи студенти трябва да се има предвид, че продължителната работа в този пулсов диапазон може да доведе до значителна умора и преумора, следователно е целесъобразно такива натоварвания да се прилагат индивидуално само с най-добре подготвените студенти.

Тъй като в тази зона енергообезпечаването е анаеробно, тя не представлява интерес за настоящата разработка и затова не я разглеждаме в контекста на целенасочената работа за аеробна издръжливост.

Спортно-тенировъчна насоченост на работата за развиване на аеробната бегова издръжливост.

Нормирането на натоварванията за издръжливост на студентите изисква прилагането на тренировъчни средства и методи, адекватни на тяхната физическа подготвеност. Особен интерес за спортната практика с неактивно спортуващи студенти е най-универсалното средство за развиване на аеробната издръжливост - *продължителното равномерно и променливо бягане*.

Считаме, че за спортно-педагогическата практика бягането, като основно средство за бегова издръжливост е целесъобразно да се прилага в 2 диапазона:

1. **Развиващо бягане с оптимална интензивност** – до АНП. Спортно-педагогическа насоченост на тренировката е към: (1) повишаване на аеробния капацитет и общата аеробна работоспособност на организма и (2) постепенно подобряване и стабилизиране на аеробната бегова издръжливост чрез увеличаване на обема и интензивността на беговата работа до горната граница на оптималната аеробна зона (АНП). Работният пулс е до 150 уд/мин, а

скоростта на бягане – от 6 до 7.4 km/h или 44-54% от V_{\max} . Интензивността на натоварването се регулира чрез контролното време за пробягване на 1 km, съответстващо на посочената скорост. Обемът се регулира чрез максималната дължина на пробяганото разстояние и броя на повторенията в едно занятие. Параметрите за натоварването и тренировката за аеробна издръжливост в оптималната аеробна зона са представени в Таблица 8.

Развиващо бягане с висока интензивност - над АнП. Спортно-педагогическа насоченост на тренировката е към: (1) развиване на аеробно-анаеробния капацитет, (2) развиване на аеробно-анаеробната издръжливост и (3) прилагане на индивидуален подход при определяне на натоварването. Работният пулс е в диапазона от 170 до 180 уд/мин при скорост на бягане от 7.5 до 10.5 km/h или 55-77% от V_{\max} .

Интензивността на натоварването се регулират чрез контролното време за пробягване на 1 km, съответстващо на посочената скорост. Обемът се регулира чрез максималната дължина на пробяганото разстояние и броя на повторенията в едно занятие. Параметрите за натоварването и тренировката за аеробна издръжливост в интензивно развиващата зона са представени в Таблица 9.

Променливото бягане също е ефективно средство за развиване на издръжливостта. Спортно-педагогическата насоченост на тренировката е същата, както и при равномерното бягане - развиване на аеробната бегова издръжливост чрез увеличаване на обема и интензивността на беговата работа, като се работи вариативно с параметрите на натоварването – скорост и дължина на бързите и бавните отсечки. Работният HR е в рамките на 140 – 170 уд/мин в зависимост от темпото на бягане. Бързото темпо е със скорости в рамките на зоната с оптимална интензивност, а бавното темпо се определя по самочувствие

Таблица 8. *Параметри на натоварването и тренировката за аеробна издръжливост в зоната с оптимална интензивност (оптимална аеробна зона)*

Основни тренировъчни средства и методи		<i>Развиващо бягане с оптимална интензивност /равномерно и променливо/</i>
Пулсова зона		135– 150 уд/min
Функционална насоченост на тренировъчното въздействие		Развиване на аеробния капацитет
Спортно-педагогическа насоченост		Развиване на аеробна издръжливост
Параметри на беговите натоварвания	<i>V на бягане</i>	44 - 54% от V_{max} (6,0 - 7,4 km/h) Бегова скорост = 10:00 – 8:00 min/1 km
	<i>Продължителност на бягането</i>	20 - 25 min
	<i>Максимално разстояние</i>	2,0 – 2,5 km
	<i>Брой повторения</i>	1-2
	<i>Време за почивка</i>	До възстановяване на пулса под 120 уд/min

Таблица 9. *Параметри на натоварването и тренировката за аеробно-анаеробна издръжливост в зоната с висока интензивност (интензивно развиваща зона)*

Основни тренировъчни средства и методи		<i>Развиващо бягане с висока интензивност /равномерно и променливо/</i>
Пулсова зона		170 – 180 уд/min.
Функционална насоченост на тренировъчното въздействие		Развиване на аеробно-анаеробния капацитет
Спортно-педагогическа насоченост		Развиване на аеробно-анаеробната издръжливост (индивидуален подход)
Параметри на беговите натоварвания	<i>V на бягане</i>	71-82 % от V_{max} (9.74-11.22 km/h) Бегова скорост = 6.10-5.20 min/1 km
	<i>Продължителност на бягането</i>	до 7 – 9 min
	<i>Максимално разстояние</i>	1,0 – 1,5 km
	<i>Брой повторения</i>	1-2
	<i>Време за почивка</i>	до възстановяване на пулса под 120 уд/min

Тренировъчни подходи при работата за бегова издръжливост.

При работа за развиване на беговата издръжливост със студенти могат да се приложат **два подхода**:

Първи подход – **постепенно увеличаване на натоварването**. Всички студенти започват подготовката от една и съща изходна позиция на натоварването – начална скорост от 6 km/h, т.е. бягане с темпо 10 min/1 km. С адаптирането на организма в процеса на тренировката натоварването постепенно се увеличава с оглед достигане на все по-високо ниво на аеробна работоспособност. Целта е да се достигне скорост на бягане на нивото на АНП и над него, т.е. от 7.4 km/h до 10.5 km/h.

Препоръчителното темпо на бягане е в диапазона от 8 до 5.45 min/1 km. Натоварванията със скорости над 7.4 km/h се прилагат само с най-добре подготвените студенти.

Втори подход – **диференцирано прилагане на натоварването**. Този подход изисква предварително оценяване на аеробния капацитет на студентите чрез установяване на изходното ниво на VO_{2max} , чрез Совалковия тест, който дава информация за VO_{2max} на всеки студент. Въз основа на това още в началото студентите могат да се разпределят в 2 групи според преодоляното ниво в теста и достигнатата максимална кислородна консумация. Това ще определи в коя зона на натоварване ще работят групите – в I-та (оптимална) или II-та (интензивно развиваща) – Схема 1.

Критерият, по който се оформят групите, е процентът на достигналите до определено ниво на теста и достигнатата VO_{2max} . Приемаме, че границата между двете групи е 7-мо ниво, тъй като почти всички студенти (91-100%) достигат това ниво и показват една и съща стойност на максималната кислородна консумация ($VO_{2max} = 35.47-35.67$ ml/min/kg) – Таблица 18. Тези, които са преодолели нивата до 7-мо (1220 м), се включват към I-та група. Целесъобразно е те да работят в зоната с оптимално натоварване – до праговата скорост 7.4 km/h (8 min/1 km).

Над 7-мо ниво започва рязко да се покачва VO_2 , което показва по-висок аеробен капацитет на студентите, достигнали 8-мо, 9-то и 10-то /последно/ ниво. Тези студенти, макар и по-малко на брой, оформят II-та група, която е оправдано да премине по-бързо в зоната с по-високо натоварване - интензивно развиващата аеробно-анаеробна зона /Схема 1/. За тях могат да се планират бегови скорости над 7.4 km/h (8 min/1 km) с тенденция да се достигне

скорост 10.5 km/h (5.45 min/1 km), фиксираща горната граница на аеробно-анаеробната работоспособност на студентите.

По този начин, чрез диференциране на натоварването може да се постигне по-голям развиващ ефект върху студентите с различна степен на физическа подготвеност и по-голяма ефективност на тренировката за издръжливост в рамките на ограничените часове по Спорт.

Оценяване на беговата издръжливост на студентите.

Оценяването се базира на *Совалковия тест*, който има следните положителни страни:

(1) лесно приложим тест в полеви условия - необходима е само 20-метрова отсечка в открита или закрита спортна база и „звук лидер“ за регулиране на темпото

(2) използва се само един лесно измерим показател – *максималната продължителност на бягането* при спазване на темпото на звуковия лидер;

(3) дава възможност да се изчисли и оцени достигнатата индивидуална максимална кислородна консумация, както и контрола върху нейната динамика в процеса на тренировката

При използването на Совалковия тест сме взели под внимание следните показатели, които са критерии за качеството издръжливост:

(1) време /продължителност/ на бягането

(2) изминато разстояние за съответното време на бягане

(3) преодоляно пълно ниво в теста

Критерият, който стои в основата на системата за оценяване на качеството обща бегова издръжливост, респективно аеробна работоспособност, е *преодоляното ниво в теста, което съответства на пробяганото максимално разстояние.*

Времето на бягане също може да бъде точен измерител на изминатото разстояние и постигнатото ниво в теста при условие, че се спазва темпото на бягане в съответствие със звуковия лидер.

Параметрите на Совалковия тест и честотното разпределение на изследваните по преодолен нива са представени в Табл. 10. Те са критериите за качествено (учебно, педагогическо) оценяване на издръжливостта на студентите по 6-обалната система.

Посочените данни показват, че 100% от студентите са покрили 6-то ниво на теста, т.е. всички са в състояние да поддържат темпо на бягане до 6:20 мин и да преодолеят 1020 m.

Считаме, че до 2-ро ниво (преодолени 300 m) натоварването е много ниско. Затова под това ниво оценяваме

издръжливостта като слаба, а аеробната работоспособност много ниска.

3-то, 4-то и 5-то ниво (пробягани 820 m) също се преодоляват от всички студенти, но заедно с това се увеличава натоварването. Преодоляването на 5-то ниво определяме като минимално /базово/ за качеството издръжливост на всички студенти мъже, за което се получава оценка Среден (3).

От 6-то до 8-мо ниво постепенно намалява броят на оставащите в теста, като 8-мо ниво се преодолява от 70% от всички изследвани студенти. Данните за VO_2 показват, че от 6-то до 8-мо ниво (преодолени 1020 - 1440 m) се наблюдава значително увеличаване на VO_2 , която придобива субмаксимални стойности в сравнение с VO_{2max} при максималния тест (35,47 - 40,37 ml/min/kg). В този диапазон натоварването има оптимално развиващ ефект по отношение на

Таблица 10 *Параметри на Совалковия тест и честотно разпределение на изследваните по преодолен нива*

Постижение (min:s)	Преод. ниво	Преод. разст. (м)	MAS (km/h)	Честотно разпред. (f)	Относит. честота в % (W)	VO_{2max} (ml/min/kg)
01:03	1	140	8,5	23	100%	-
02:07	2	300	9,0	23	100%	-
03:08	3	460	9,5	23	100%	-
04:12	4	640	10,0	23	100%	-
05:14	5	820	10,5	23	100%	-
06:20	6	1020	11,0	23	100%	35,47
07:22	7	1220	11,5	21	91%	35,67
08:28	8	1440	12,0	16	70%	40,37
09:31	9	1660	12,5	7	30%	43,87
10:32	10	1880	13,0	2	9%	46,00
11:00	11	2000	13,5	-	-	-

аеробния капацитет и качеството издръжливост, особено в горния диапазон на тази зона. Преодоляването на всяко ниво от тази зона съответства на оценка Добър (4) и показва добро ниво на развитие на качеството издръжливост и аеробна работоспособност.

9-то ниво се преодолява само от 30% от студентите. Признаците на умора показват значително повишаване на натоварването и изискванията към организма. Кислородната консумация достига своите максимални стойности след 9-то ниво ($VO_{2max} = 43,87 - 46,00$ ml/min/kg), когато е пробягано разстояние над 1660 m. Тези стойности близки до средните стойности на VO_{2max} при

максималния тест ($VO_{2max} = 41,41 \text{ ml/min/kg}$). Преодоляването на 9-то ниво съответства на оценка Много добър (5) за изследвания контингент нетренирани студенти мъже.

Максималното разстояние, пробягано от изследваните студенти, е 1880 м., което съответства на 10-то ниво от теста и постигната скорост от 13.0 km/h. 10-то ниво се оказва достъпно само за малка част от студентите - едва 9%. Над това ниво натоварването е значително. Считаме, че достигането на 10-то ниво изисква по-добра физическа кондиция от средното ниво и по-целенасочена подготовка по отношение на качеството издръжливост. Оценката за преодоляно 10-то ниво е Отличен (6).

Учебна /педагогическа/ оценка на издръжливостта.

Параметрите за оценяване на издръжливостта в учебния процес по Спорт, където се използва 6-балната система, са посочени в представената *оценъчна таблица 11*. Условие за получаване на дадена оценка е преодоляване на минимум едно пълно ниво в диапазона на всяка оценка.

Таблица 11 *Оценяване на беговата издръжливост на студенти-мъже (учебна, педагогическа оценка)*

Продължителност на бягането /мин., сек./	Преодоляно ниво	Преодоляно разстояние /м/	Оценка
2,07	2	300	Слаб /2/
3,08	3	460	Среден /3/
4,12	4	640	
5,14	5	820	Добър /4/
6,20	6	1020	
7,22	7	1220	
8,28	8	1440	Мн. добър /5/
9,31	9	1660	
10,32	10	1880	Отличен /6/
11,00	11	2000	

ИЗВОДИ

1. Изследваният контингент от незанимаващи се активно със спорт студенти е сравнително хомогенна група по отношение на основните антропометрични параметри. Установената тенденция към наднормено тегло при някои от изследваните лица (33,6 %), в комбинация с ниската двигателна активност, създава предпоставки за понижаване на общата им физическа работоспособност.

2. Средната стойност за VO_{2max} на изследвания контингент е 41.41 ± 5.44 ml/min/kg или $3,34 \pm 0.47$ l/min и показва, че средностатистическият аеробен капацитет е на долната граница на нормата за неактивно спортуващи студенти мъже.

3. В модела за предсказване на VO_{2max} с теста на Astrand-Ryhming бяха коригирани параметрите **a** и **b** с цел оптимизиране на техните стойности по отношение на изследваните студенти.

4. Представените сравнителни данни за стойностите на VO_{2max} показват, че при теста на Astrand-Ryhming и Совалковия (Beep) тест те не се различават статистически ($p < 0.05$) от получените с референтния максимален тест, който е трудно приложим за масови изследвания. Следователно, тези тестове са достатъчно надеждни и достъпни за практиката на спортния педагог.

5. Между параметрите на АНП, определени с двата подхода – *V-наклон метод* и *лактатна крива*, няма статистически значима разлика. Следователно и двата метода са надеждни и могат да се използват в практиката.

6. Обособените зони на адаптация и анаеробният праг са в съответствие с данните от газообмена и стойностите на дихателния коефициент (R) на изследваните студенти, определен чрез софтуерно моделиране с *V-наклон метод* по Beaver-Wasserman на зависимостта VCO_2/VO_2 :

- анаеробният праг се достига при ниво на VO_2 от 25.83 ± 5.16 ml/min/kg и скорост 7.43 ± 0.93 km/h, което е горната граница на зоната на неограничена адаптация ($R=0.75-0.85$); средната стойност на HR е 143 ± 12.37 уд/мин;

- в зоната на ограничена адаптация ($R=0.85-1.00$) средните стойности на HR и VO_2 са съответно 176.1 ± 8.69 уд/мин и 35.83 ± 5.86 ml/min/kg, регистрирани при скорост от 10.49 ± 1.70 km/h;

- в зоната на недостатъчна адаптация ($R > 1.00$) се достига VO_{2max} при $HR_{max} = 194.44 \pm 7.60$ уд/мин и при скорост от 13.62 ± 1.47 km/h.

7. Беговите натоварвания над анаеробния праг със скорост над 7,43 km/h предполагат значително обременяване на кардиореспираторната и другите физиологични системи на организма. Целесъобразно е такива натоварвания да се прилагат само с най-добре подготвените студенти.

8. Посочени са оптималните параметри на функционалните и спортно-педагогическите показатели за целесъобразно планиране и контрол на натоварването за аеробна бегова издръжливост в спортната практика със студенти, незанимаващи се активно със спорт.

9. Най-подходящ индиректен метод за оценка и контрол на VO_{2max} и аеробната бегова издръжливост в учебния процес по спорт е Совалковия тест, поради високата му надеждност и лесното изпълнение.

10. Предложена е система за оценяване на беговата издръжливост и VO_{2max} , базирана на Совалковия полеви тест. Системата е достъпна за приложение в масовия спорт със студенти и дава възможност за надежден контрол върху тренировъчния ефект от приложените натоварвания.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- Оптимизирани и апробирани са два теста за определяне на VO_{2max} – субмаксимален лабораторен (тест на Астранд-Риминг) и максимален теренен (Совалков тест), които могат да се прилагат в рутинната спортно-педагогическа практика със студенти.
- Определени и оценени са параметрите на аеробния капацитет на студенти-мъже, незанимаващи се активно със спорт, като критерий за оценка на тяхната физическа работоспособност и нормиране на натоварванията за бегова издръжливост.
- Определена е оптималната зона на аеробна работоспособност на изследваните студенти при субмаксимални натоварвания, въз основа на което са посочени параметрите на оптималното тренировъчно натоварване за развиване на аеробния капацитет и общата бегова издръжливост.
- Посочени са спортно-методически препоръки за нормиране на натоварването в учебно-транировъчния процес с нетренирани студенти-мъже, насочени към развиване на общата бегова издръжливост.
- Разработена е система за диагностика и оценяване на аеробния капацитет и беговата издръжливост на студентите-мъже.

ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Пенчева Н., Коцев Ч., Манчев А. (2010) Роля на тестове за аеробен капацитет за обучението по спорт при здрави нетренирани студенти. Сборник научни студии и статии – „Съвременното образование – мисия и визии“, Югозападен Университет, Благоевград, Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, стр. 469 - 475.

Пенчева Н., Кокова М., Грънчарска К., Манчев А. (2012) Кинезиологични изследвания чрез регистрации на EMG активност и измерване на силови параметри, Спорт и наука, 5, 339-362.

Манчев А., Мавревски Р., Пенчева Н., Миланов П., Коцев Ч. (2012) Сравнителна оценка на максимален тест до отказ и Astrand-Rhyming тест за определяне на VO_{2max} . Спорт и наука, 5, 319-331.

Manchev, A., Pencheva, N., Stoilov, A., Kotcev, Ch. (2011) Assessment of aerobic capacity and muscle function in high school male students. Book of Abstracts of 16th Annual Congress of ECSS, 06th – 09th July 2011, Liverpool, UK, p. 536.

Manchev A . (2012) Beep test measurement of the aerobic capacity of female field hockey players. Activities in physical education and sport (*International Journal of Scientific and Professional Issues in Physical Education and Sport*) 2 (2), 210-212.

БИБЛИОГРАФИЯ

На кирилица

- ГАВРИЙСКИ В., СТЕФАНОВА Д., КИСЕЛКОВА Е., БИЧЕВ К. Лабораторни упражнения по физиология. Издателство Нови знания, София 1998, 184-192.
- ДУШКОВ В., СТЕФАНОВА Д., ДЖАРОВА Т. (1986) Функционални изследвания в спорта и масовата физкултура. Медицина и физкултура, София
- ЖЕЛЯЗКОВ Ц., ДАШЕВА Д. Основи на спортната тренировка. София, Гера арт, 2002
- ЖЕЛЯЗКОВ Ц. Издръжливостта в елитния спорт. Теоретико-методични и приложни аспекти. 1изд., София: Бинс, 2009, 41-44.
- ИЛИЕВ И., КОСЕВ Р., ГРЪНЧАРОВ Н. Приложна физиология в спорта, БСФС, София, 1980.
- ИЛИЕВ И. Върху приложното значение на кислородния метаболизъм за функционалната диагностика в спорта. Дисертация. София, 1982.
- ХАДЖИЕВ Н., ДАШЕВА Д. (2010) Издръжливост и адаптация. Спорт и Наука, бр.1, стр. 3-10

На латиница

- ADAMS G. Aerobic cycling. In: Exercise Physiology Laboratory Manual. New York: McGraw-Hill, pp. 139-153, 1998
- BEAVER WL, WASSERMANN K, WHIPP BJ. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J. Appl. Physiol.*, 60, 2020–2027
- LEGER LA., MERCIER D., GADOURY C., LAMBERT J. (1988) The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*, 6:93–101
- HEYWOOD, V (2006) *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*, Fifth Edition, Champaign, IL: Human Kinetics.
- MAGRANI P, & POMPEU A. (2010) Equations for predicting aerobic power (VO₂) of young Brazilian adults *Arq Bras Cardiol.* Jun;94(6):763-70.
- MAGUTAH K., TAKAHASHI R., WILUNDA C. (2012) Academic Exposure to Benefits of Physical Fitness Does Not Give Medical Students an Edge over Students from Non-Health-Related Disciplines. *Journal of Applied Medical Sciences*, vol. 1, no. 2, 61-67
- BANDYOPADHYAY A. (2011) Validity of 20 meter multi-stage shuttle run test for estimation of maximum oxygen uptake in male university students. *Indian J Physiol Pharmacol* 55 (3), 221–226

СЪДЪРЖАНИЕ

Първа глава. Аспекти на проблематиката и обосновка на темата.....	3
Втора глава. Методология на изследването.....	7
Трета глава. Резултати от функционалните изследвания и обсъждане.....	10
Четвърта глава. Нормиране на натоварването и оценка на беговата издръжливост на студенти	22
Изводи	33
Приноси	35
Публикации по темата	36
Библиография	37