

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“
Катедра „Тежка атлетика, бокс, фехтовка и спорт за всички“

ТЕРВЕЛ ВЕНКОВ ПУЛЕВ

ЕФЕКТИВНОСТ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА КОМПЛЕКСНА
МЕТОДИКА В БОКСА

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен

„ДОКТОР“

професионално направление 7.6. „Спорт“

докторска програма

„Теория и методология на спортната наука“

Научен ръководител: доц. Евтим Лефтеров Григоров, доктор

Рецензенти:

1. Проф. Красимир Лазаров Петков, дн
2. Проф. Антоанета Иванова Момчилова, дн

София

2023

Дисертационният труд е обсъден на вътрешна защита и предложен за официална защита от катедра „Тежка атлетика, бокс, фехтовка и спорт за всички“ към Национална спортна академия „Васил Левски“.

Трудът съдържа 184 страници, онагледен е със 17 таблици и 50 фигури. Библиографията включва 149 литературни източника, от които 120 на кирилица, 26 на латиница и 3 интернет източника.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 27.06.2023 г. от 13:00 часа в зала А2 на НСА „Васил Левски“ (Студентски град, София) на заседание на специализирано научно жури. Материалите по защитата на дисертационния труд са на разположение в библиотеката на НСА „Васил Левски“.

УВОД

Боксът е спорт, който има хилядолетна история и винаги е бил актуален поради естествения стремеж на човека да търси изява на своите възможности. В него разнообразието на техническите действия е водещо, и то в целия период на тренировъчния и състезателния процес. Разнообразието на изпълненията е основата за постигането на максимален резултат.

Известно е, че те имат свои особености, които приоритетно се свързват с изпълнението на единичен удар, на серия от удари и интерпретиране съобразно игровата ситуация (Андреев Т., 1973; Градополов, К., 1965; Градополов, К., Жечев Е., 1977; Жечев Е., 1985 и др.). Изследването и разработването на проблема по нов начин създават обективни възможности както за теорията, така и за практиката на тренировка при състезатели по бокс с различна квалификация. Неговото подобряване се основава на внедряването на съвременни технически средства и разработването на обективни количествени критерии за оценка на всеки удар или серии от удари като базови структурно-определящи компоненти както на спортната техника, така и на специалната работоспособност.

Интегрирането на посоченото по-горе чрез комплексна експериментална методика, включваща многообразие и последователно единство от теоретично моделиране и експериментални дейности, ни позволи да бъде разработена и настоящата дисертация.

ГЛАВА ПЪРВА: Постановка на проблема по информационни източници

1.1. Историческо формиране на спортната техника в бокса

Появата на бокса се свързва с развитието на човешката цивилизация. Системното откриване на артефакти в много географски райони на света дава основания да се характеризира практикуването първо на юмручния бой, а значително по-късно и на различни форми на бокса като двигателна дейност и единоборство.

За основоположник на съвременния бокс се сочи лондончанинът Джеймс Фог, който в началото на XVIII век създава боксърска школа (Антонов А., 1954). Неговият принос в развитието на спортната техника е значителен. Той въвежда правила, според които в боксовия двубой да се използват само юмруците и се ограничават техническите елементи от борбата, ударите под пояса и ударите с крак. Боксовият правилник бил усъвършенстван през 1838 и 1853 г., което въздействало позитивно както на състезателните изяви, така и на развитието на спортната техника. Нов период в развитието на боксовия спорт започнал след 1865 г., когато маркиз Куинсбъри представил своя правилник, регламентиращ състезателната дейност. Новите моменти били: задължително използване на боксови ръкавици; времеви ограничения от 3 минути за отделен рунд с почивки от 1 минута между тях; изискването паднал състезател да се изправи за 10 секунди, за да продължи боя; при неизпълнение на това изискване срещата се прекратява и се обявява боксърът победител (Жечев, Е., 1985).

След Втората световна война изследванията и публикациите в областта на спортната подготовка в бокса се увеличават многократно. Много специалисти от света обстойно представят както в цялост подготовката на боксера, така и детайлни описания на неговата дейност, спортна техника и контрол на техните състояния (Градополов К., 1965; Карибанов А., 1966;

Бутенко Б., 1967; Коршак Ю., 1968; Клевиенко В., 1968; Огуренко Е., 1969; Джероян Г., 1970; Никифоров Ю., Викторев И., 1978; Дектярева И., 1979; Ромаков В., 1979; Никифоров Ю., 1987; Щитов, В., 2009). В България също през годините са публикувани редица трудове в областта на спортно-техническата подготовка на боксьори, по-съществени от които са трудовете на Жечев, Е., Ацев, В., 1971; Андреев Т., 1973; Пиличев, Ст., 1979; Чернев В., 2007; Лефтеров, Е., 2005, 2006, 2011; Таков, М., 2021 и др.

Е. Лефтеров (2006), като анализира едногодишния период на планиране в бокса, посочва, че технико-тактическата подготовка (ТПП) върви паралелно с ОФП, като започва с около 40% от времето и стига до 70% през специално-подготвителния период. Тренировките за ТПП биват с голям обем и по-ниска интензивност. Във всяка една тренировъчна структура той отбелязва значимото място на техническата подготовка. В. Чернев (2007) изследва морфофункционалните признаци на висококвалифицирани състезатели по бокс. Същите могат да намерят целесъобразно приложение и при индивидуално формиране на спортната техника – в съответствие с антропометричните за всеки състезател характеристики. Комплексни по характер и насоченост са изследванията на М. Таков (2021), който посочва, че в предварителния период, насочен основно към физическата подготовка, се включват и дейности (тренировки), чрез които се подобряват и основните боксови техники, което продължава и през периода на обща кондиция, където се усъвършенстват боксовите техники и тактики. М. Таков не се спира обстоятелствено на методите и средствата за контрол на спортната техника. Изследванията, свързани непосредствено с контрола на спортната техника и специалната работоспособност в бокса, са значително по-малко на брой.

I.2. Апаратурни методи за контрол в бокса

Обективната регистрация на информативни показатели за контрол на спортната техника в бокса се осъществява първо с прилагане на класическата фотография, след това с кинематографията и по-късно с класическите видеозаснемания. Това дава възможност на специалистите да актуализират и направят обстойни описания на игровата дейност по нов начин. О. Флоров (1966) разработва метод за количествена оценка на дейността на боксьора при състезания. Авторът определя количествено честотата на приложението на всяко боево действие при най-силните спортисти. С помощта на линейна функция от величината на вероятността за изпълнение на всяко действие от даден боксьор и от величината на средните оценки за техниката при изпълнение на тези дейности е предложен метод за оценка на показател за техническо майсторство.

При фотозаснемания в бокса Д. Морли (1982) посочва, че ударите в бокса са много високоскоростни – „стремителни“. Това изисква специално внимание при подбора на фотоапаратура. С помощта на оптични методи се „измерва“ умението да се изпълни даден елемент от конкретно действие – нанасяне на единичен вид удар – прав, ъперкът, кроше или серия от удари. Правят се сравнения с принципен или индивидуален модел-еталон и се стига до оценка на началното състояние на спортната техника и специална работоспособност. В тези насоки М. Бъчваров (1979) анализира частните случаи на удар между две тела или изменението на количеството движение на едно тяло вследствие на въздействието от страна на друго тяло. За тази цел цитираният автор смята, че в бокса може да се използва както теоремата за количество движение, така и за кинетична енергия. Според З. Аракчийски (2005) движенията в спорта, в зависимост от техните особености, могат да се групират условно в 7 типа, като боксът е класифициран в 5-и тип – сложни пространствени движения, където водещо е уравнението за предаване на количество движение $m_1V_1 = m_2V_2$. Следващ етап се обособява при

прилагането на комплекси от съвременни апаратурни технологии, методики и средства, които непрекъснато се усъвършенстват и компютризират. П. Бързаков (1976) представя създадено в Харковския научноизследователски институт по радиофизика и електроника устройство, съдържащо кондензаторни датчици, които се монтират в ръкавиците на боксьорите и реагират на ударите, като сигналите от тях се предават безжично към приемно-бройща система с общ кондензатор до 999 импулса, като анализът за качеството на ударите се прави по широчината и височината на генерираните импулси.

Jaysrichai, T. и съавт. (2019) от Факултета по физикална терапия в Тайланд в сътрудничество с Министерството на спорта и Тайландската аматьорска боксова асоциация са разработили машина, наречена Robo-Boxing Trainer, която измерва реакционното време и точността на боксовите удари. Тя дава възможност да се тестват и оценяват качествата на боксьора като бързина на реакцията, скорост и точност и да се създаде подходящата за него тренировъчна програма (Jaysrichai, T. et al., 2019).

I.3. Работна хипотеза

Обобщаването на специализирани източници, свързани с темата на дисертационния труд, дава основание да се посочи, че във времето и в съответствие с технологичното ниво на изследователския процес за анализи на спортната техника и специална работоспособност в бокса са прилагани и различни апаратурни методи.

Предположихме, че посредством прилагане на системно-структурен методологичен подход и внедряване на експериментална комплексна методика, обединяваща апаратурни методи за контрол на спортната техника и специална работоспособност, е възможно да се подобри ефективността на процесите на тренировъчна и състезателна дейност в бокса при състезатели с различна квалификация.

ГЛАВА ВТОРА: Цел, задачи, методи и организация на изследването

II.1. Цел и задачи на изследването

II.1.1. Целта на изследване на дисертационния труд е оптимизиране ефективността на контрол на техническата подготовка и специалната работоспособност при състезатели по бокс с различна квалификация посредством прилагане на експериментална комплексна методика, обединяваща съвременни апаратурни методи.

II.1.2. Задачи

II.1.2.1. Ретроспективен анализ на развитието на бокса като спорт.

II.1.2.2. Систематизиране и анализ на методи за изследвания, свързани с характеристика, контрол и управление на спортната техника и специалната работоспособност в бокса.

II.1.2.3. Актуализиране на терминологията в бокса, разработване на описателни и структурно-функционални модели посредством интегриране на собствен състезателен опит и прилагане на дигитални фотографски методи.

II.1.2.4. Ефективност на елементи от спортната техника на състезатели с различна квалификация – равновесна устойчивост и бързина на реакция.

II.1.2.5. Подобряване ефективността на боксовите удари при състезатели с различна квалификация чрез прилагане на съвременни дигитални видеометрични методи.

II.1.2.6. Подобряване ефективността на боксовите удари при състезатели с различна квалификация чрез прилагане на съвременни акселерометрични апаратурни методи.

II.1.2.7. Методологично адаптиране на резултати и анализи от прилагане на експерименталната комплексна методика в процеса на контрол

на спортната техника и специална работоспособност в бокса при състезатели с различна квалификация.

II.2. Обект и предметни области на изследване

Обект на изследване се явяват спортно-техническата подготовка и специалната работоспособност при състезатели по бокс с различна квалификация.

Предметни области на изследване се обособяват: ретроспективно изследване на развитието на бокса; апаратурни методи за изследване на спортната техника и специалната работоспособност; тяхна характеристика и приложения.

Субекти на изследванията с различна насоченост са български състезатели по бокс – мъже, с различна квалификация, данни за които са обобщени в Таблица 1. Общият брой изследвани случаи е 116.

Таблица 1. Изследвани лица с приложените апаратурни методи

1.	Изследвани лица			
Апаратурни методи	Високо-квалифицирани	Средно-квалифицирани	Ниско-квалифицирани	Общ брой
Дигитална фотография	8	8	8	24
Стабилография	10	10	-	20
Педобарография	10	10	-	20
Зрително-моторна реакция	10	10	-	20
Дигитална видеометрия	10	10	-	20
Акселерометрия	4	4	4	12

Състезатели с три квалификационни нива бяха включени в дигитални фотозаснемания и измервания с акселерометрична методика, проведени в боксовата зала на НСА – София. Състезатели с две квалификационни нива

бяха включени в изследвания с апаратурните методи стабилография, педобарография, измерване на зрително-моторно реакционно време и дигитална видеометрия. Изследванията бяха проведени в Институт по невробиология на БАН – София, с ръководител доц. К. Стамболиева, доктор. Измерваните, математически обработени и анализирани показатели са систематизирани в Таблица 2. Обобщеният брой на изследователски единици е 556. Към посоченото трябва да се прибави, че количествени стойности на систематизираните показатели бяха регистрирани при изпълненията на разнообразие от боксови удари – прави, крошета, ъперкьти или серии от тях.

Таблица 3. Изследвани показатели с приложените апаратурни методи

Изсл. показатели/ Методи	Високо- квалифицирани	Средно- квалифицирани	Ниско- квалифицирани	Общо количество
Дигитална фотография	4 x 8	4 x 8	4 x 8	96
Стабилография	2 x 2 x 10	2 x 2 x 10	-	80
Педобарография	2 x 2 x 10	2 x 2 x 10	-	80
Зрително- моторна реакция	2 x 10	2 x 10	-	40
Дигитална видеометрия	2 x 5 x 10	2 x 5 x 10	-	200
Акселерометрия	5 x 4	5 x 4	5 x 4	60

II.3. Методи на изследване

В комплексните и интегрални по насоченост изследвания бяха приложени:

II.3.1. Безапаратурни методи като: информационно проучване, обхващащо проучване и систематизиране на специализирани монографични трудове, публикации, книги, интернет сайтове и др.; анализ на документи;

ретроспективен (исторически) анализ; научно-целеви визуални наблюдения; анализ на собствен дългогодишен тренировъчен и състезателен опит; теоретичен анализ и синтез; сравнителни анализи; експертна оценка – „метод на кръглата маса“, при който експертите имат пряка връзка при реализиране на метода. Петима боксови експерти разглеждаха и обсъждаха многократно направени кадри от дигиталните фотозаснемания, които бяха в две разновидности – поредица от кадри (общо 14 кадрови поредици, от които бяха избирани от 36 до 72 кадъра от всяка) и „slow motion“ заснемания (общо 18 видеоклипа с продължителност 5 секунди всеки) при 24 боксьори, разделени по 8 в три нива на квалификация.

II.3.2. Дигитални фотографски методи

Експертно и по приложни съображения бе направен избор на фотоапарат – CASIO Exilim Pro F1. Заснеманията бяха направени в боксовата зала на НСА и даваха възможност за извършване на снимкови поредици от 10 до 120 кадъра в секунда. Приета беше стойност на каданса 120, което осигурява времетраене на един отделен кадър за 0,00833 секунди; броят на кадрите, които се записват в буферната памет, осигурява време от 3–10 секунди, което е достатъчно за изпълнение на който и да е удар или серия от удари. Прието бе времетраене 3 до 5 секунди; заснемания с висока стойност на ISO – 400, 800, 1600; снимане със скоростен спусък на фотоапарата (speed shutter) до 1/4000 от сек, което се дефинира при достатъчно осветени обекти и максимално отворена бленда и голямо ISO; заснемания, които имат оптичен зум до 20 и могат да се използват успешно при необходимост на разстояние от 1 до 25 метра. Прието бе разстояние от 7 метра.

След апробиране дигиталното фотозаснемане бе приложено в естествени и моделирани условия за регистриране на изпълнения на различни видове единични или серии от боксови удари от състезатели –

мъже, с висока, средна и ниска спортна квалификация. Представените на Фигури 1 и 2 оригинални кадри от целево реализираните заснемания илюстрират приложението на дигиталното фотографирание.



Фигура 1. Оригинални кадри от дигитализирани фотозаснемания



Фигура 2. Оригинални кадри от дигитализирани фотозаснемания

Експертните анализи на реализираните с дигиталните фотозаснемания изпълнения на различните удари бяха включени при изграждане на характеристиките на мезо- и микроструктурите на модулите „Подготовка“, „Изпълнение“, „Постигнат ефект“. Избрани бяха заснемания на висококвалифицирани боксьори.

II.3.3. Компютризирани стабилнографски методи

А) Оценка на поддържането на равновесие в статично изправено положение. Използвана беше утвърдена методика за изследване и контрол на равновесната устойчивост, осъществена с Компютризирана стабилнографска система за изследване на функционалното състояние на

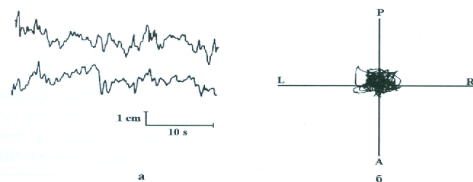
равновесния анализатор, разработена в Институт по невробиология – БАН (патент № 61749) (Racheva, и съавт., 1998, Stambolieva, K., 2007). Системата измерва момента на силата на тежестта на изследваното лице спрямо центъра на опората.

Системата съдържа независими модула: регистриращ модул, включващ платформа и усилвателен блок и модул за въвеждане и обработка на данни, състоящ се от персонален компютър, чрез който се осъществяват управление, визуализация, обработка, съхранение и анализ на получените експериментални данни.

Бяха регистрирани постуралните колебания при изправен стоеж върху твърда, неподвижна опора по време на спокоен стоеж в две експериментални условия: позиция с отворени и със затворени очи. Продължителността на всяка сесия беше 30 секунди, като експерименталните условия бяха задавани в случаен порядък.

Изследваното лице беше инструктирано да стои неподвижно върху платформата с ръце, отпуснати до тялото, и стъпала във ветрилообразна позиция (разстояние между пръстите 25 см и между петите 5 см).

За оценка на промените в постуралната стабилност бяха използвани две групи от параметри: първата, свързана с представяне на постъпващите от платформата данни като времеви редове – „стабилограми“ (Фигура 3, а) и втората – в полярни координати, като траектория на преместване на проекцията на общия център на тежестта (ОЦТ) в равнината под стъпалата – „статокинезиграми“ (Фигура 3, б) (Стамболиева, К., 2007).



Фигура 3. Запис на: (а) стабилограми $X(k)=f(t)$ (горе) и $Y(k)=f(t)$ (долу), съответно във фронтална и сагитална равнина; (б) статокинезиграма $Y=f(X)$ при честота на дискретизация $f=100\text{ Hz}$ и продължителност $T=30\text{ s}$

Постуралната стабилност беше оценена на базата на параметрите: средни амплитуди (MA_x и MA_y) и средни скорости (MV_x и MV_y) на преместване на ОЦТ на тялото в двете ортогонални посоки: медиално-латерална и предно-задна, и общата дължина на траекторията на преместване на ОЦТ в равнината под стъпалата (SP).

Б) Оценка на разпределението на натиска на стъпалата върху опорната площ при поддържане на статично равновесие. Използвана беше преносима платформа Tekscan Evolution Matscan, произведена от Tekscan Inc., South Boston, MA, USA, работеща на тензOMETричен принцип на действие, и преносим компютър с прилежащ специализиран софтуер за регистрация и обработка (Фигура 4).



Фигура 4. Педобарографска система

Активната повърхност на платформата представлява матрица тип Medical Sensor 3150 с размери 36,88 x 43,59 cm и съдържа 2288 тензометрични датчика. Разделителната способност на матрицата е 1,4 датчика/cm² и честотата на дискретизация – 100 Hz. Количествено беше определено процентното разпределение на налягането между двете стъпала, както и парциалното налягане в площта под предната и задната половина на стъпалата.

Бяха регистрирани педобарографски данни от спокойно изправен стоеж при същите условия както стабилнографските изследвания (стоеж с отворени и със затворени очи в сесии от по 30 сек всяка). За стандартизиране на измерването парциалното налягане за дадена област от стъпалото беше изчислено като процент от максималното налягане. Бяха изчислени параметрите: общо налягане под стъпалото на доминантен крак (%), общо налягане под стъпалото на недоминантен крак (%), парциално налягане на предната част на двете стъпала (%), парциално налягане на задната част на двете стъпала (%), Индекс на симетрия между двата крака ($SI_{right/left}$) и Индекс на симетрия между предната и задната част на стъпалата ($SI_{front/rear}$). Индексът на симетрия беше изчислен по формулата (Viteckova, 2018): $SI = \frac{(D-L)}{0.5 (D+L)} \times 100$, където D е доминантен десен, а L – недоминантен ляв крак.

II.3.4. Методи за измерване на зрително-моторното реакционно време на горните крайници

За измерване на зрително-моторното време на реакция по избор (VMRT) на боксьорите беше използвана специализирана компютризирана апаратура, разработена в Институт по невробиология – БАН (Стамболиева, К. и Цв. Тотев, 2022), състояща се от светлинно табло с радиално разположени 13 светлинни бутона, избиращелно светващи в червен или зелен цвят, лаптоп и видеокамера. При подаване на зрителен стимул със

светване на бутон в зелен или червен цвят изследваното лице трябваше да реагира със селективен отговор и да нанесе удар върху бутона, с който да го изгаси максимално бързо, като придвижва ръката, без да променя позицията на краката и тялото. Задачата включваше общо 2 сесии, всяка от които съдържаха по 50 светлинни стимула – 25 с червена светлина и 25 със зелена, подавани в случаен ред и пауза между сесиите от 45 минути. Лицата бяха инструктирани да отговарят съответно на червените стимули с доминантната (дясна) ръка, а на зелените с недоминантната (лява). Междустимулният интервал беше 350 ms (време за връщане на ръката в изходно положение – ръце до ушите). Зрително-моторното време беше изчислено от момента на светване на даден бутон до момента на неговото загасяне, измервано в ms. Изпълнението се записваше с WEB камера, за да се отстранят от анализа времената на ударите, натиснати с грешна ръка или с прекомерно забавяне (VMRT над 1000 ms). Бяха анализирани 32 прави удара (16 с доминантна и 16 с недоминантна ръка) и 16 крос удара (10/6).

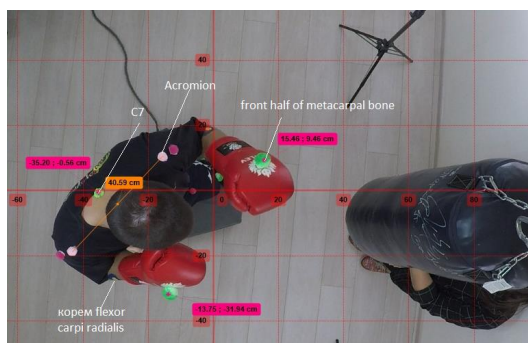
II.3.5. Дигитални видеометрични методи

Тази методика беше приложена с цел оценка на индивидуалното усвояване на изпълнението на основните удари в бокса – прав (jab) и кроше (hook) по боксов чувал, съответно с лява и с дясна ръка. Използвана бе система за високоскоростно видеозаснемане с дигитална камера GoPro Hero 5 Black. Екшън-камерата беше фиксирана на 3,5 м разстояние от земята. Използван бе режим на заснемане Narrow, честота 60 кадъра/сек и размер на изображението 1280 x 720 пиксела. Върху специфични анатомични ориентери на тялото бяха прикрепени или нарисувани пасивни цветни маркери, локализирани чрез палпация. Използваните анатомични ориентери за поставянето на пасивните маркери бяха: C7, acromion, коремът на flexor carpi radialis и върху ръкавицата, над средата на трета метакарпална кост. Ръстът и разстоянието между раменете на всяко лице бяха измервани

и впоследствие прилагани за калибрация на видеоизображението (Фигура 5).

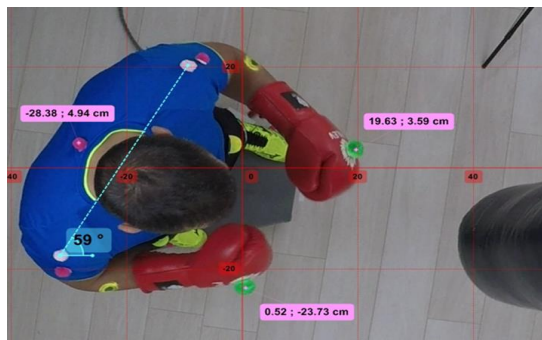
С помощта на софтуер за видеоанализ със свободен достъп (Kinovea 0.8.15) беше изследвана кинематиката на 2-та удара – прав и кроше, съответно с лява и с дясна ръка. Бяха определени координатите на основни реперни точки, разстояния и характерни ъгли:

- позиция на тялото (C7) (Фигура 5);
- позиция на китките (от маркера на ръкавицата) (Фигура 5);
- разстоянието между двата маркера на acromion (Фигура 5);

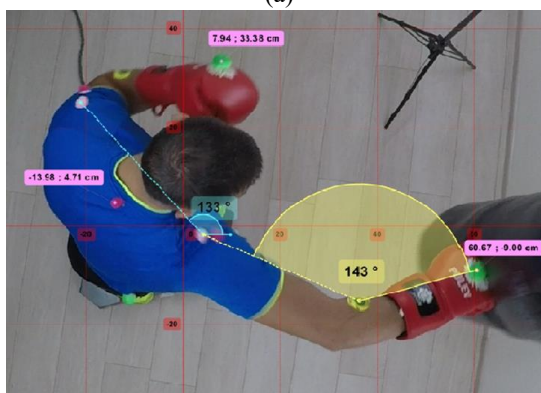


Фигура 5. Разположение на проследяваните маркери

- ъгъла между правата, свързваща двата маркера на acromion и сагиталната равнина, в начална позиция (Фигура 6, а);
- ъгъла между правата, свързваща раменете и сагиталната равнина, в края на изпълнението на удара (Фигура 6, б);
- ъгъла между C7 и двата маркера на acromion (Фигура 7);
- ъгъла, сключен от acromion, flexor carpi radialis и средата на трета метакарпална кост (Фигура 7).

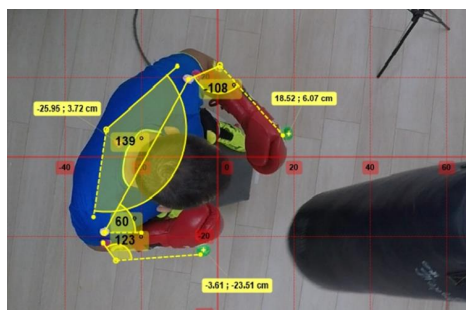


(a)

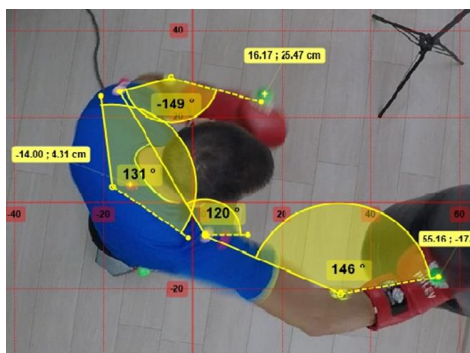


(б)

Фигура 6. Промяна на ъгъла между правата, свързваща раменете и сакиталната равнина, в началото и в края на удара, определяща ротацията на раменете: (а) начална позиция и (б) край на удара



(a)



(б)

Фигура 7. Основни измервани ъгли, характеризиращи позицията на тялото и движението при удара: (а) начало на удара и (б) край

Бяха изчислени кинематичните параметри при изпълнение на удар в зависимост от началната и крайната позиция:

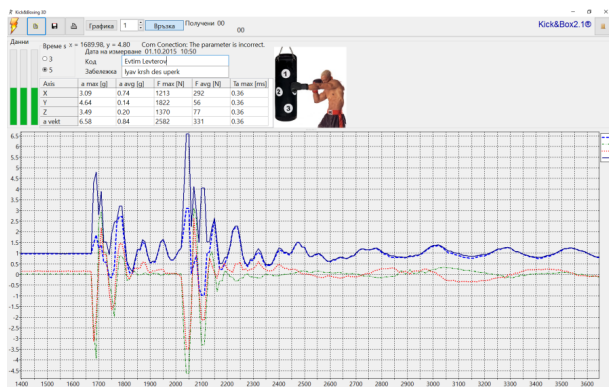
- ротация на раменете – промяната в ъгъла между правата, свързваща раменете и сагиталната равнина, в края на изпълнението на удара (Фигура 6, а, б);
- затваряне на раменете – ъгъла между C7 и двата маркера на acromion (Фигура 7);
- разгъване на ръката напред при удар – acromion, flexor carpi radialis и средата на трета метакарпална кост (Фигура 7);
- време за изпълнение на удара;
- средна скорост на изпълнение на удара.

Бяха изпълнени съответно серии от 5 прави удара с лява и с дясна ръка и 5 крошета с лява и с дясна ръка, като резултатите от кинематичния анализ бяха осреднени за всяко изследвано лице.

Оценката от така предложената методика за контрол може да покаже доколко рационално се съчетава развитието на специалната работоспособност с основните изисквания на двигателния навик, в чиято основа стои техниката на движение.

II.3.6. Акселерометрични методи

Приложиме създадена съвременна апаратурна комплектация за измерване при изпълнение на единични и серия от удари (Тацов, Ал., 2015), която включва: оригинален тренировъчен боксов чувал със собствено тегло 30 кг; трикомпонентен пиезоелектричен акселерометър и специализиран модул, поставен вътре в геометричния център на боксовия чувал; АЦП; пълна компютърна комплектация; специализиран софтуер, който дава възможности за таблично и графично представяне на получени при измерванията данни (Фигура 8).



Фигура 8. Оригинални данни от измервания с акселерометричната методика

Системата измерва директно количествените стойности на пет показателя: максимална стойност на ускорението по трите оси – a_{\max} ; средна стойност на ускорението по трите оси – a_{avg} ; максимална стойност на силата по трите оси – F_{\max} ; средна стойност на силата по трите оси – F_{avg} ; времетраене на импулса по трите оси – T_{\max} . Това се реализира както за всяка от координатите – x, y, z, така и като формирана интегрална стойност по един обединяващ вектор.

При провеждане на експерименталните изследвания с боксьори с различна квалификация възникнаха редица проблеми по отношение

метрологичното осигуряване и стандартността на процеса. Един от тях беше елиминиране на влиянието на масата на боксьора върху отчитаните данни, тъй като реално не бе установено със сигурност каква част от нея се включва при изпълнението на един или на серия от различни видове удари.

В настоящата работа акцент беше даден върху разработването на методология за оценка и контрол с прилагане на описаната акселерометрична методика. Бяха проведени пилотни изследвания и част от получените оригинални резултати бяха поместени като методологичен пример за апробиране на предложената методика. Друга част от изследванията са поместени в раздел Приложения (*Приложение 1*). Приемаме, че приложеният методичен подход, получените и анализирани данни от изследванията са иновативно начало, което се нуждае от още допълнителни тестувания и усъвършенстване.

II.3.7. Математико-статистически методи

При анализа на получените експериментални данни бяха използвани: *Дескриптивна статистика* – за обработване на антропометричните данни и резултатите от отделните измервания на показателите, проследявани в проучването. Използвани са средна стойност като основна мярка за централна тенденция на метрични променливи и стандартно отклонение, като мярка за разсейване на средната стойност.

Беше използван Shapiro-Wilk тест за проверка на нормалност на разпределението с цел избор на подходящ параметричен или непараметричен анализ на данните от изследванията. За количествени оценки (технология на процеса) при доминиращ непараметричен характер на данните от измерванията бе приложен персентилен метод, а при метрично скалирани – сигмален метод. При параметричен анализ беше използван t-тест на Стюдънт, а при непараметричен – Mann-Whitney U test,

Wilcoxon test, медиани и интерквартилен интервал (IQR) (обхвата между 75-и и 25-и персентил). Статистическата значимост беше определена на $p \leq 0,05$.

Беше приложен графичен анализ за визуализация на получените резултати. Получаваните изображения позволяват много бързо да се правят приложно информативни сравнителни анализи от специалисти, треньори и състезатели.

Анализите и представените графики са направени с помощта на софтуерни програми STATISTICA и Excel, както и със специализирани програмни продукти, обезпечаващи съответната апаратура.

II.4. Организация на изследването

В цялостната структура на изследователския процес могат да се разграничат три етапа:

Първи – във времето от 2018–2019 г., през който беше избрана методологичната насока на изследователска дейност, беше формулирана темата на дисертационния труд и бяха проучени значими информационни източници по изследваната тема. През този етап бе направена първа цялостна примерна структура на дисертацията и вариант на обобщаване на съдържанието на проучените източници.

Втори – обхваща времеви диапазон 2019–2021 г., през който бяха подбрани съвременни апаратурни методи за изследване, с които бяха проведени предварителни и основни експериментални изследвания и в съответствие с темата на дисертационния труд методологично бе формирана експерименталната комплексна методика.

Трети – с продължителност 2021–2023 г., свързан с цялостно структуриране и написване на дисертационния труд, интегриращ методи, получени резултати, анализи и изводи.

ГЛАВА ТРЕТА: Получени резултати и анализи

III.1. Резултати и анализи от експертни наблюдения и дигитални фотозаснемания

III.1.1. Актуализирана терминология на спортната техника

Изграждането на единен терминологичен модел води до оптимизиране на спортно-техническата подготовка, особено когато той се основава на интегриране на приложни термини от тренировката и състезателната реалност, от една страна, и на утвърдени филологични принципи, от друга. От тези методологични позиции бе направен опит от нас за актуализиране на публикувани знания, многогодишния ни спортносъстезателен опит и дигиталните реализирани фотозаснемания в няколко направления: **дистанции, удари, атакуващи действия, защитни действия, състезателна дейност.**

В) Атакуващи действия

Файтер – постоянно атакуващ боксьор, много пъти с нечисти удари и влизане с глава в противника; *Контриращ боксьор* – състезател, който изчаква атаката на противника и тогава изпреварва, засреща или отговаря след защита с един или повече удари; *Комбинативен боксьор* – състезател, който играе добре в атакуващ и контраатакуващ стил; *Небоеспособен* – състояние, при което боксьорът е прав, движи се, но не е в състояние да противодейства на противника; *Автоматизъм* – способност за изпълнение на атакуващи, защитни и контраатакуващи действия по време на боя без предварителен замисъл и самоконтрол; *Активен боксьор* – състезател, който води боя с висока интензивност в атакуващ стил и диктува събитията в ринга; *Анализиране на бойната ситуация* – способност за моментално оценяване на възможността и намеренията на противника и предприемане на адекватни решения за успешно противопоставяне. Или ако е нужно да бъде спрял боксьорът преди КО.

Г) *Защитни действия*

Добрата защита предотвратява успешните нападателни действия на противника. Нашите наблюдения показват, че при успешно противодействие на противниковите атаки тяхната ефективност прогресивно намалява. Наред с това, успешната защита създава предпоставки за контраатакуване, а нерядко и до обрат в развитието на срещата. Съществува голямо разнообразие от защитни действия, като в много от случаите една защита може да се приложи успешно срещу различни удари. Според специфичните си особености защитите се разделят на: *защити с крака* – маневриране, крачка назад, крачка встрани (сайд степ); *защити с ръце* – подлагане, отбиване, блокиране; *защити с тяло* – отклони, ескиважи, потапяне. Защитните действия с тяло се определят като активни защиты. Те извеждат състезателите, които ги прилагат, в удобни за контраатака позиции; *комплексни защиты*: много често в практиката срещу един удар се прилагат едновременно няколко защиты, което повишава сигурността на защитаващия се боксьор.

Друга класификация на защитни модели се основава на игровото поведение:

- *глуха защита*: състои се в леко навеждане напред с плътно притиснати ръце към лицевата част на главата и трупа. Прилага се, когато състезателят е в безизходица, и обикновено завършва с броене на нокдаун или като моментен тактически ход за влизане в размяна на удари. Глухата защита беше станала тенденция в световния аматьорски бокс. Наблюдаваше се особено между 2008–2010 г. боксьори от различни държави и категории масово да ползват т. нар. глуха защита за основен стил на боксиране. До това явление доведе промяната в начина на отсъждане на точките в боксовите срещи. Изискването към съдиите да отчитат само точни силни удари, основно в главата, накара боксьорите да вдигнат плътно гарда и да дебнат кога противникът ще се открие и ще даде възможност за

нанасяне на силен, точен удар. Мачовете често завършваха като футболни такива – 2:1, 3:1, 6:4 и т.н.

- *съпътстващи защити*: това са движения на тялото и ръцете, съпътстващи атакуващия удар с цел повишаване на собствената сигурност по време на атака.

III.1.2. Структурно-функционални модели – Подготовка, Изпълнение, Постигнат ефект – на единичен боксов удар

Изграждането на структурно-функционален модел на единичния удар е методологично нова стъпка в характеристиката и оптимизирането на спортната техника в бокса. Създаденият от нас модел е функция на прилагането на съвременни апаратурни технологии за измерване. Без тях е невъзможно да бъдат формирани групи от обективни данни за показатели, изграждащи кинематичната, динамичната и енергетичната характеристика на специфичната двигателна дейност и спортната техника в бокса.

Макроструктура на модела на единичния удар бе формирана на базата на експертен анализ и анализите на кадри от дигитализираните фотозаснемания. Създаденият от нас модел е изграден от три модула: **А. Подготовка – Б. Изпълнение – В. Постигнат ефект**. Резултатите и анализите, получени от прилагане на компютризираните стабилографски методи, подобряват качествено ефективността на съдържанието на модул „Подготовка“. Прилагането на методите за измерване на зрително-моторното реакционно време на горните крайници и дигиталните видеометрични методи позволяват да се характеризира обективно съдържанието на модул „Изпълнение“. Акселерометричните методи дават възможност да се характеризира по-ефективно (качествено и количествено) съдържанието на модул „Постигнат ефект“.

Мезо- и микроструктури на модели на единичния удар

А. Мезоструктурата на модул „ПОДГОТОВКА“ включва четири компонента (Фигура 9). А.1. Стоеж (боева стойка); А.2. Избор – решение за вида на удара; А.3. Пространствена ориентация на тялото; А.4. Избор и заемане на дистанции. Всеки от тях е изграден от редица микроструктурни компоненти.



Фигура 9. Структура и съдържание на Модул „Подготовка“

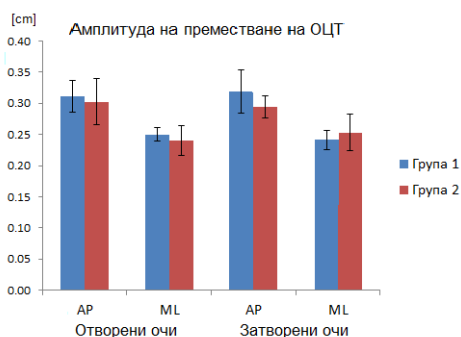
Б. Мезоструктурата на модул „ИЗПЪЛНЕНИЕ“ е изградена от: Б.1. Пренасяне опората на долни крайници; Б.2. Пространствена

ориентация; Б.3. Импулс на движение на трупа, раменния пояс и горните крайници; Б.4. Разгъване на ударната ръка до контакт с противника.

В. Мезоструктурата на модул „ПОСТИГНАТ ЕФЕКТ“ включва: В.1. Максимална величина на реализирани мускулни усилия; В.2. Триизмерни съотношения и ефективност на мускулните усилия; В.3. Взривност и експлозивност на мускулните усилия; В.4. Интегрални въздействия. Те също са структурно формирани от редица микроструктурни компоненти.

III.2.1. Стабилографски резултати за оценка на поддържането на равновесието на тялото в статично изправено положение при средно- и висококвалифицирани боксьори

Оценката на поддържането на равновесие в статично положение в даден момент от подготовката дава информация за функционалното състояние на боксьора. На Фигура 10 са представени средните амплитуди на преместване на ОЦТ в двете ортогонални направление на средноквалифицирани и висококвалифицирани боксьори при двете експериментални условия.

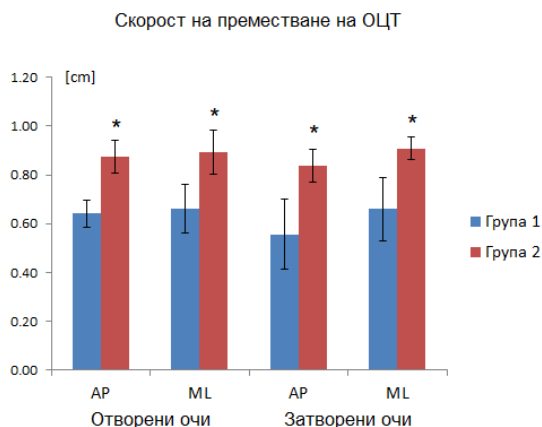


Фигура 10. Сравнение на амплитудите на колебанията на тялото при статичен изправен стоеж с отворени и със затворени очи върху твърда опора при средно- и висококвалифицирани боксьори. Данните са представени със средни стойности и

стандартни отклонения (Група 1 – средноквалифицирани, Група 2 – висококвалифицирани боксьори, AP – предно-задно направление, ML – медиио-латерално)

Статистически значими разлики в средните амплитуди на постуралните колебания не бяха установени. Изключването на зрителния вход повишаваше незначимо само амплитудата на колебанията на групата боксьори със средна квалификация в предно-задна посока, докато висококвалифицираните боксьори показват слаба зрителна зависимост, което вероятно е специфичен ефект от продължителното практикуване на бокс.

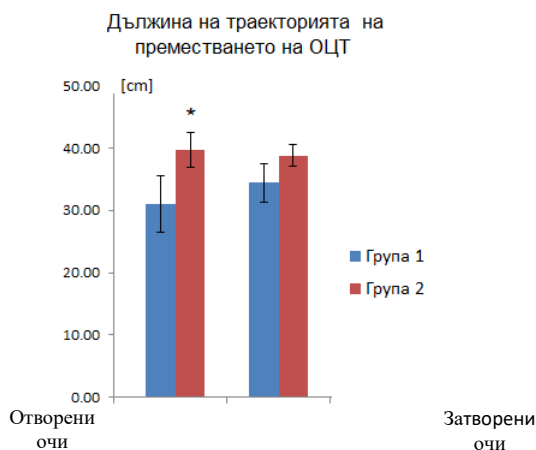
По отношение на средната скорост на постуралните колебания беше установено, че висококвалифицирания боксьори показват статистически значимо по-висока средна скорост на постуралните колебания в сравнение със средноквалифицираните боксьори (t -test, $p < 0,05$) (Фигура 11).



Фигура 11. Сравнение на скоростите на постуралните колебания при статичен изправен стоеж с отворени и със затворени очи върху твърда опора при средно- и висококвалифицирани боксьори. Данните са представени със средни стойности и стандартни отклонения. * – статистически значима разлика между групите, $p < 0,05$, t -test (Група 1 – средноквалифицирани, Група 2 – висококвалифицирани боксьори, AP – предно-задно направление, ML – медиио-латерално)

И при двете групи боксьори се наблюдаваше слабо изразена зрителна зависимост. За разлика от нетренираните лица, където е доказано, че при статичен стоеж латералните колебания са по-малки от предно-задните поради биомеханиката на глезенната става, ние наблюдавахме при боксьорите повишени странични колебания, проявени и при двете изследвани групи (Фигура 11).

Общата дължина на траекторията на преместване на проекцията на ОЦТ в равнината под стъпалата беше по-голяма при висококвалифицираните боксьори в сравнение със средноквалифицираните и при двете експериментални условия, като статистически значими са разликите само при стоеж с отворени очи (t -test, $p < 0,05$) (Фигура 12).



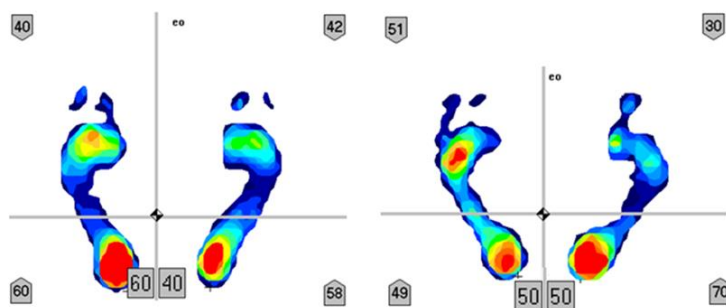
Фигура 12. Общата дължина на траекторията на преместване на проекцията на ОЦТ в равнината под стъпалата при двете групи боксьори в двете експериментални условия. * статистически значима разлика между групите, $p < 0,05$, t -test (Група 1 – средноквалифицирани боксьори, Група 2 – висококвалифицирани боксьори)

Изключването на зрителната информация (затварянето на очите) увеличава пътя на преместването на ОЦТ на първата група, подобно на нетренирани лица, докато висококвалифицираните боксьори не показаха зависимост от зрението.

Анализирайки получените резултати, можем да направим следните изводи: дългото практикуване на бокс води до промяна на модела на поддържане на изправения стоеж, характеризиращ се с намалена роля на зрителната система за сметка на повишена проприоцептивна чувствителност на долните крайници и използване на поясна стратегия в поддържане на равновесието, за което свидетелстват сходните стойности на стабилнографските показатели при стоеж с отворени и със затворени очи на висококвалифицираните боксьори, значимо по-високите скорости на постуралните колебания и нарастването на страничните постурални колебания.

III.2.2. Педобарографски резултати за разпределението на натиска на стъпалата върху опорната площ при поддържане на статично равновесие при средно- и висококвалифицирани боксьори

На Фигура 13 са представени типични плантограми на средноквалифициран (а) и висококвалифициран боксьор (б).



Фигура 13. Разпределение на натиска на стъпалата върху опорната площ при поддържане на статично равновесие на двама боксьори – средноквалифициран (В. К.) (а) и висококвалифициран (А. Г.) (б). По-големите цифри показват парциалното налягане под лявото и дясното стъпало в проценти, а по-малките – предно-задното разпределение на налягането за всяко стъпало

Разпределението на педобарографските параметри беше различно от нормалното, поради което за представянето на резултатите бяха използвани медиана и интерквартилен интервал (IQR), а за оценка на различията между групите бяха използвани непараметрични статистически методи.

Оценено беше влиянието на зрението в поддържане на баланса между двата крака при нормална позиция на краката – ветрилообразно разположени стъпала (Фигура 13), като беше реализирано изследване в две експериментални условия: стоеж с отворени и стоеж със затворени очи с продължителност от 30 сек.

В Таблица 3 са представени данни за разпределението на плантарното налягане (налягането на стъпалата върху опорната площ) при спокойно изправен статичен стоеж на двете групи боксьори, представено в относителни стойности – проценти.

Таблица 3. Разпределение на общото плантарно налягане на двете стъпала върху опорната площ при поддържане на статично равновесие на средно и високо квалифицирани боксьори при две експериментални условия – стоеж с отворени и със затворени очи

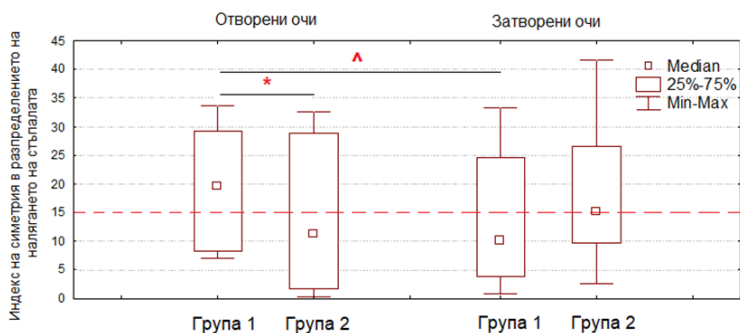
Параметър	Средноквалифицирани боксьори		Висококвалифицирани боксьори	
	Медиана	IQR	Медиана	IQR
Отворени очи				
Общо налягане под десен крак (%)	47,14	9,46	48,14	7,26
Общо налягане под ляв крак (%)	53,86	9,48	51,85	7,27
SI _{L/R}	19,70	21,03	11,43	26,95
Затворени очи				
Общо налягане под десен крак (%)	48,44	4,63	47,69	7,33
Общо налягане под ляв крак (%)	51,56	4,62	52,31	7,33
SI _{L/R}	10,19	20,71	15,25	16,94

Данните са представени в % чрез медиана и IQR.

Статистически значими различия във величината на плантарното налягане, упражнено от ляв и десен крак, между двете изследвани групи боксьори не беше установено. Беше установено, че както

средноквалифицираните, така и висококвалифицираните боксьори при спокоен стоеж упражняват по-голям натиск на недоминантния (ляв) крак в сравнение с доминантния (десен) крак, но значими разлики не са установени. При двете групи боксьори се наблюдава липса на зрителна зависимост в разпределението на плантарното налягане между двата крака в условие на запазване на устойчиво равновесие (Таблица 3).

На Фигура 14 са представени в графичен вид средните стойности на индекса на симетрия в разпределението на налягането между двата крака за двете групи изследвани боксьори при двете експериментални условия.



Фигура 14. Индекс на симетрия в разпределението на налягането между двата крака за двете групи изследвани боксьори при двете експериментални условия. Данните са представени с медиана и IQR. * статистически значима разлика между двете групи, $p < 0,05$, Mann-Whitney U-test и ^ - статистически значима разлика между стоеж с отворени и със затворени очи, $p < 0,05$, Wilcoxon rank test

Единствено при средноквалифицираните боксьори се наблюдава значимо по-висока стойност на $SI_{L/R} \sim 20\%$ при стоеж с отворени очи, което е индикатор за слаба асиметрия, която значимо намалява при стоеж със затворени очи ($SI_{L/R} \sim 10\%$), където плантарният натиск на двете стъпала е в границата на симетрия (Фигура 14). За разлика от средноквалифицираните боксьори, при висококвалифицираните $SI_{L/R}$ и в двете експериментални

условия е <15%, което свидетелства, че плантарният натиск на двете стъпалата е в границата на симетрия за времето на изследването (30s).

В Таблица 4 са представени осреднени данни за парциално налягане на предната и задната половина на стъпалата при стоеж с отворени и със затворени очи за средно- и висококвалифицирани боксьори.

Таблица 4. Осреднени данни за парциално налягане на предната и задната половина на стъпалата при стоеж с отворени и със затворени очи за средно- и висококвалифицирани боксьори

Параметър	Средноквалифицирани боксьори		Висококвалифицирани боксьори	
	Медиана	IQR	Медиана	IQR
Отворени очи				
Парциално налягане предна част дясно стъпало (%)	37,31	14,6	42,69	19,24
Парциално налягане задна част дясно стъпало (%)	62,69	14,61	57,31	19,24
Парциално налягане предна част ляво стъпало (%)	44,51	12,05	35,74	11,51
Парциално налягане задна част ляво стъпало (%)	55,49	12,05	64,26	11,67
Парциално налягане предна част стъпала (%)	38,82	8,03	42,27	13,85
Парциално налягане задна част стъпала (%)	57,17	8,04	59,72	13,87
SI _{front/rear}	28,62	32,12	30,09	17,21
Затворени очи				
Парциално налягане предна част дясно стъпало (%)	40,52	16,27	41,77	21,62
Парциално налягане задна част дясно стъпало (%)	59,47	16,47	58,22	21,64

Парциално налягане предна част ляво стъпало (%)	45,82	13,24	38,53	12,27
Парциално налягане задна част ляво стъпало (%)	54,17	13,23	61,45	12,23
Парциално налягане предна част стъпала (%)	43,19	11,63	44,98	14,73
Парциално налягане задна част стъпала (%)	56,81	11,62	54,03	14,77
SI _{front/rear}	27,22	35,63	29,46	32,78

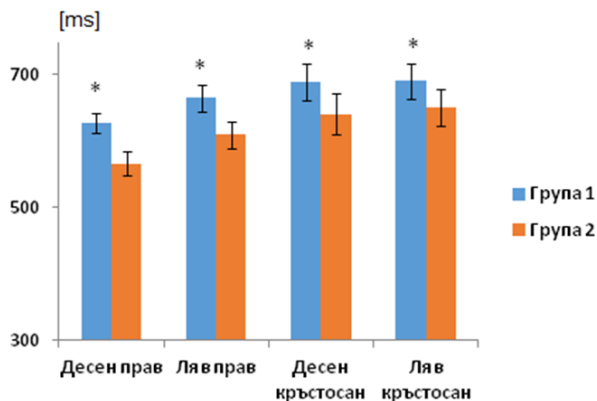
Боксьорите с висока квалификация упражняваха значимо по-голям натиск в предната половина на стъпалата в сравнение със средноквалифицираните при стоеж с отворени очи ($p < 0,05$, Mann-Whitney U-test). При отсъствие на зрителна информация и двете групи боксьори показаха сходни резултати (по-голям среден натиск в задната част на стъпалата). На базата на получените резултати от педобарографския анализ могат да се направят следните изводи:

Съществува асиметрия в разпределението на налягането под двете стъпала при спокойно изправен стоеж, която отслабва с нарастване на спортния стаж при боксьорите. Висококвалифицираните боксьори постигат по-голяма симетричност в прилагания натиск върху опорната площ, като включват в по-голяма степен предната част на ходилото в сравнение със средноквалифицираните.

Спецификата на техниката при организацията на движенията в бокса създава възможност за непрекъснато трениране на устойчивостта на равновесието, от една страна, и стимулиране на разширяване обхвата на периферното зрение за повишаване точността на преценка на ситуацията в двубоя, които формират специфичен модел на поддържане на постурална стабилност с водеща роля на проприоцептивната аферентна информация.

III.3. Резултати и анализи за зрително-моторното реакционно време на горните крайници

На Фигура 15 е представено сравнение между VMRT на средноквалифицирани (Група 1) и висококвалифицирани боксьори (Група 2). Установено е, че VMRT на боксьорите от група 1 е статистически значимо по-голямо в сравнение с реакционното време на боксьорите от група 2 и при двата вида удари, изпълнени с лява и с дясна ръка.



Фигура 15. Сравнение на VMRT между средноквалифицирани (Група 1) и висококвалифицирани боксьори (Група 2) (* $p < 0,05$, Mann-Whitney U test)

Беше установено, че крос ударите като цяло имат значително по-дълги стойности на VMRT от правите удари. Предполагаме, че възможна причина за това е по-високата сложност на вземане на решение на задачата.

VMRT както на правите удари, така и на крос ударите с дясна ръка бяха по-къси от тези с лявата ръка при втората група боксьори, докато при първата група латерализацията на ръката беше изразена само за правите удари.

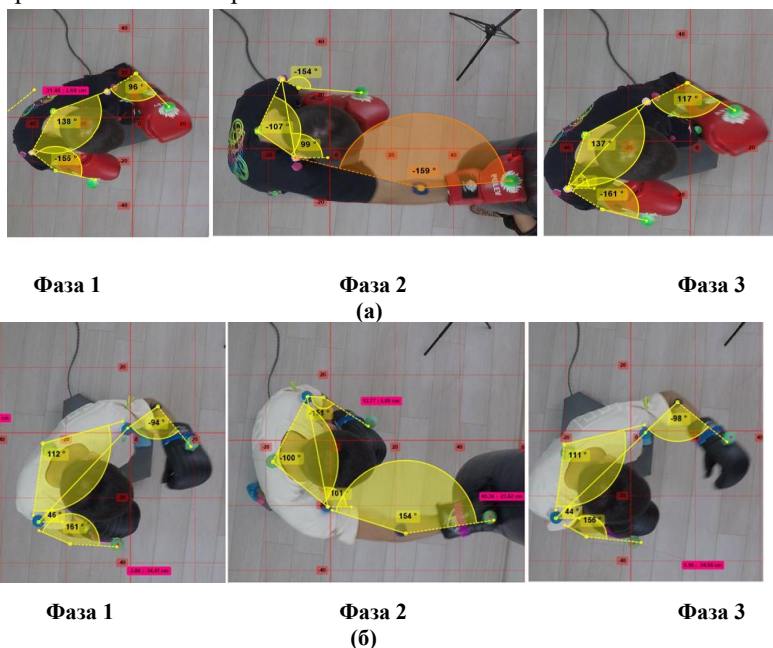
На базата на резултатите от това изследване можем да направим следните изводи:

Нивото на опит има значителен ефект върху VMRT на боксърите. С увеличаването на спортния стаж и усъвършенстването на боксовата техника се наблюдава значително скъсяване на зрително-моторното време.

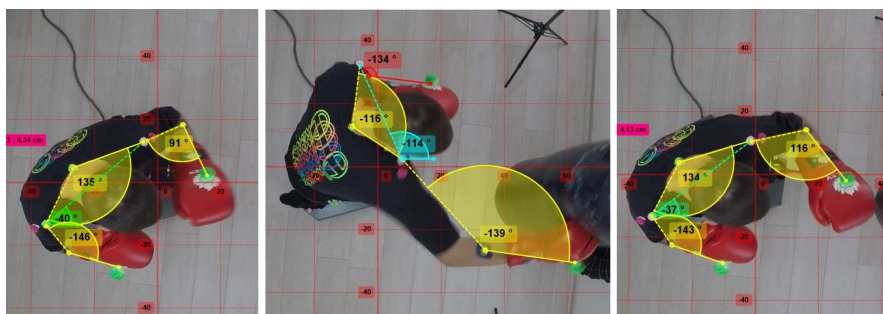
Функционалното доминиране на дясната ръка беше значително по-изразено при висококвалифицираните боксьори, отколкото при средно-напредналите.

III.4. Ефективност на прилагане на дигитализирани видеометрични методи

Настоящото изследване имаше за цел да оцени техниката на изпълнение на двете групи боксьори. На Фигура 16 са представени записи от изпълнение на прав удар на средноквалифициран (а) и висококвалифициран боксьор (б), а на Фигура 17 записи на същите боксьори при изпълнение на кроше.



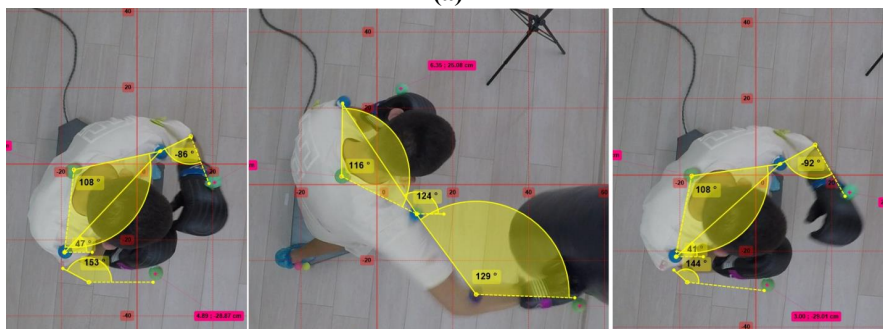
Фигура 16. Изпълнение на прав удар от: (а) средноквалифициран боксьор (А. К.) и (б) висококвалифициран боксьор (С. А.)



Фаза 1

Фаза 2
(а)

Фаза 3



Фаза 1

Фаза 2
(б)

Фаза 3

Фигура 17. Запис на изпълнение на кроше от: (а) средноквалифициран боксьор (А. К.) и (б) висококвалифициран боксьор (С. А.)

Бяха изчислени и анализирани седем биомеханични показателя: промяна в ъгъла между С7 и двата асcomion-a; ъгъл на завъртане на рамената при удар с доминантната (дясна) ръка; максимален ъгъл на разгъване при удар; дължина на преместване на тялото напред при удар; време за изпълнение на удара (фази I и II); средна скорост на изпълнение на удара (фази I и II).

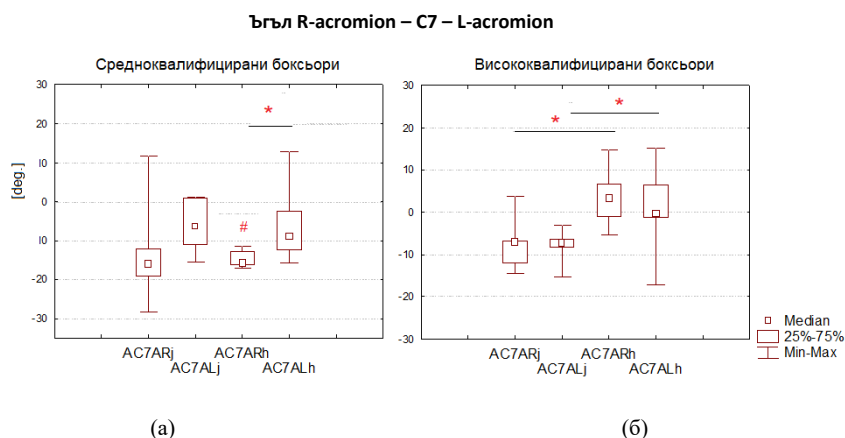
Ъгъл между С7 и двата асcomion-a – характеризира затварянето на раменете при произвеждане на удар. В Таблица 5 са представени осреднени

данни за ъгъла между C7 и двата acromion-a, а на Фигура 18 сравнение на величината на този параметър между двете групи боксьори.

Таблица 8. Осреднени данни за ъгъла между C7 и двата acromion-a

	Средноквалифицирани боксьори		Висококвалифицирани боксьори	
	Медиана	IQR	Медиана	IQR
Прав дясна ръка	-16,2	7,2	-7,2	5,2
Прав лява ръка	-6,4	11,8	-7,4	1,8
Кроше дясна ръка	-15,8	3,3	3,2	7,8
Кроше лява ръка	-8,8	10,1	-0,4	8,1

Измерените стойности са в градуси. IQR – интерквартилен интервал (обхвата между 75-ти и 25-ти персентил).



Фигура 18. Сравнение на промяната на ъгъла между C7 и двата acromion-a между: (а) средноквалифицирани и (б) висококвалифицирани боксьори. Данните са представени с медиани и IQR. * $p < 0,05$, Wilcoxon rank test значима разлика между ударите, # – $p < 0,05$, Mann-Whitney U test значима разлика между групите. AC7ARj – прав удар с дясна ръка, AC7ALj – прав удар с лява ръка, AC7ARh – дясна ръка кроше, AC7ALh – лява ръка кроше

Статистически значима разлика в ъгъла между C7 и двата acromion-a между двете групи боксьори беше установена само при изпълнението на дясно кроше поради голямата дисперсия в данните им. Беше установено, че

при изпълнение и на двата вида удари с доминантната ръка средноквалифицираните боксьори затварят раменете си повече в сравнение с висококвалифицираните.

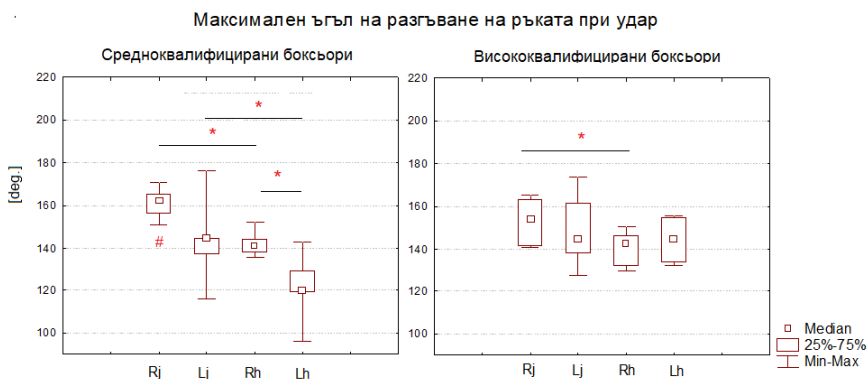
Максимален ъгъл на разгъване на ръката при удар (deg.) В Таблица 6 са представени данни за максималния ъгъл на разгъване на ръката (ъгъла между *acromion*, *flexor carpi radialis* и средата на трета метакарпална кост) при прави удари и крошета, изпълнени с лява и с дясна ръце, при двете групи боксьори.

Таблица 6. Максимален ъгъл на разгъване на ръката при прави удари и крошета, изпълнени с лява и с дясна ръце, при двете групи боксьори

	Средноквалифицирани боксьори		Висококвалифицирани боксьори	
	Медиана	IQR	Медиана	IQR
Прав дясна ръка	162,0	8,8	154,2	21,4
Прав лява ръка	157,4	7,8	152,8	13,1
Кроше дясна ръка	141,2	5,6	146,6	13,8
Кроше лява ръка	135,3	9,4	144,5	17,1

Измерените стойности са в градуси. IQR – интерквартилен интервал (обхваща между 75-и и 25-и персентил).

Статистически значими разлики между групите боксьори бяха установени само при изпълнение на прав удар с дясна ръка, където максималният ъгъл на разгъване на ръката, нанасяща удара, при средноквалифицираните боксьори беше статистически значимо по-голям в сравнение с висококвалифицираните боксьори (Фигура 19).

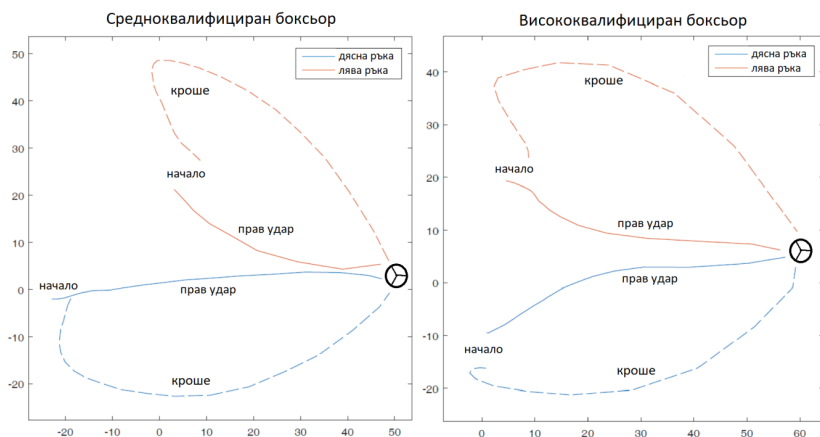


Фигура 19. Максималният ъгъл на разгъване на ръката, нанасяща удара, при двете групи боксьори. * $p < 0,05$, Wilcoxon rank test, статистически значима разлика между ударите, # $p < 0,05$, Mann-Whitney U test, статистически значима разлика между групите. Rj – прав десен удар, Lj – прав ляв удар, Rh – дясно кроше, Lh – ляво кроше

И при двете групи боксьори беше установен значимо по-голям максимален ъгъл на разгъване на ръката при нанасяне на прав удар с доминантната дясна ръка в сравнение с нанасяне на кроше със същата ръка (Фигура 19). При средноквалифицираните боксьори беше установена статистически значима разлика в максимален ъгъл на разгъване на ръката и при нанасяне на прав удар с недоминантната ръка в сравнение с нанасяне на кроше, както и статистически значима разлика в нанасяне на кроше с дясна и с лява ръка, като при лявата ръка максималният ъгъл на разгъване беше значимо по-малък.

На Фигура 20 са представени 2D изображения на траекториите на движение при изпълнение с доминантна (дясна) и с недоминантната (лява) ръка на прав удар и кроше при средноквалифициран (а) и висококвалифициран боксьор (б). От фигурата ясно личи разликата в техниката на изпълнение на двата удара.

Траектория на движението при удар



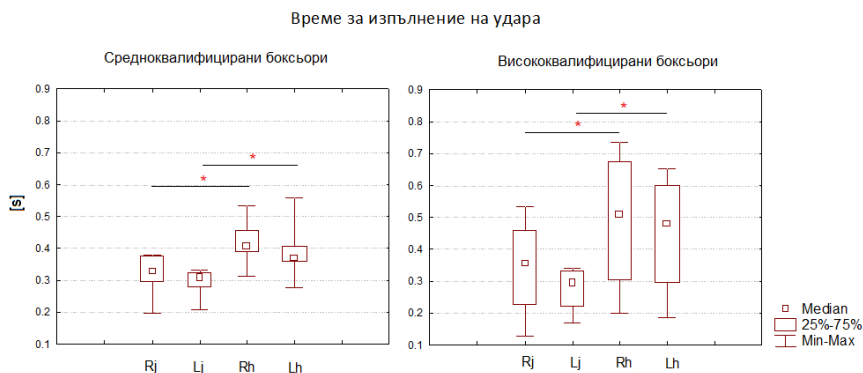
Фигура 20. 2D изображения на траекториите на движение при изпълнение с доминантната (дясна) и недоминантната (лява) ръка на прав удар и кроше при средноквалифициран (а) и висококвалифициран боксьор (б)

Време за изпълнение на удара (s). В Таблица 7 е представено средното време за изпълнение на удара при двете групи боксьори. Статистически значими разлики във времето за изпълнение на ударите между средноквалифицирани и висококвалифицирани боксьори не бяха установени.

Таблица 7. Време за изпълнение на удара при двете групи боксьори (сек)

	Средноквалифицирани боксьори		Висококвалифицирани боксьори	
	Медиана	IQR	Медиана	IQR
Прав дясна ръка	0,33	0,39	0,36	0,19
Прав лява ръка	0,30	0,10	0,31	0,11
Кроше дясна ръка	0,41	0,21	0,51	0,31
Кроше лява ръка	0,37	0,11	0,47	0,30

И при двете групи боксьори бяха установени статистически значимо по-дълги времена при изпълнение на крошета от изпълненията на прави удари и с двете ръце (Фигура 21).

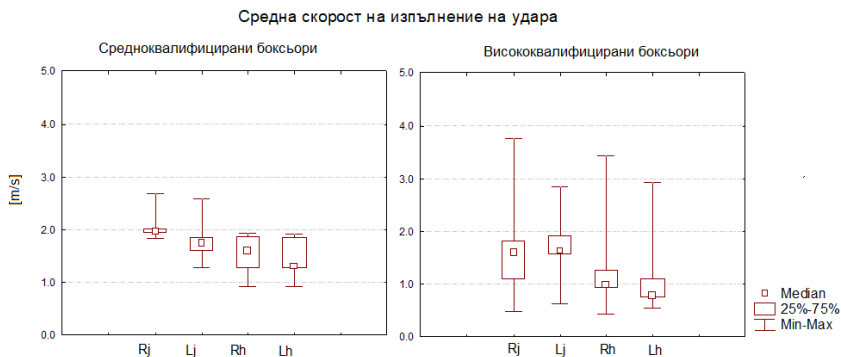


Фигура 21. Време за изпълнение на прави удари и крошета при двете групи боксьори.
** $p < 0,05$, Wilcoxon rank test, статистически значима разлика между ударите. Rj – прав десен удар, Lj – прав ляв удар, Rh – дясно кроше, Lh – ляво кроше*

Средна скорост на изпълнение на удара (m/s). В Таблица 8 са представени данни за скоростта на изпълнение на прави удари и крошета при двете групи боксьори. Статистически значима разлика в скоростта на изпълнение на ударите между двете групи боксьори не беше установена (Фигура 22).

Таблица 8. Скорост на изпълнение на прави удари и крошета с доминантна и недоминантна ръка при средноквалифицирани и висококвалифицирани боксьори

	Средноквалифицирани боксьори		Висококвалифицирани боксьори	
	Медиана	IQR	Медиана	IQR
Прав Дясна ръка	1,97	0,11	1,59	0,71
Прав Лява ръка	1,74	0,25	1,61	0,35
Кроше Дясна ръка	1,59	0,51	0,99	0,31
Кроше Лява ръка	1,30	0,53	0,79	0,34



Фигура 22. Преместване на тялото напред при удара при двете групи боксьори. *
 $p < 0,05$, Wilcoxon rank test, статистически значима разлика между ударите, # $p < 0,05$ Mann-Whitney U test, статистически значима разлика между групите. Rj – прав десен удар, Lj – прав ляв удар, Rh – дясно кроше, Lh – ляво кроше

От всички разгледани биомеханични и кинематични показатели три могат да диференцират боксьорите в зависимост от спортната им квалификация. Това са: преместване на тялото напред при удара, максимален ъгъл на разгъване на ръката и затваряне на раменете – ъгълът между C7 и двата acromion-a, като за преместване на тялото напред при удара и за максимален ъгъл на разгъване на ръката характерен е десният прав удар, а за затварянето на раменете – дясното кроше.

III.5. Резултати и анализи от изследвания с акселерометрични методи

Резултатите са базов методологичен пример и бяха анализирани в две направления, съответстващи на мезоструктурата и микроструктурата на модела. Първо като средностатистически данни и второ – като индивидуални сравнителни анализи, за които от всяка група беше избран по един представител – висококвалифицирани (състезател „А“), средноквалифицирани (състезател „В“), нискоквалифицирани (състезател

„C“). В Таблица 9 са поместени резултатите, характеризиращи нивото и вариативността на количествените стойности на общо пет показателя – три силови и два времеви (данните са за 30 прави десни удари).

Таблица 9. Стойности и вариативност на силови и времеви параметри при изпълнение на десен прав удар – боксьори тежка категория

	n	Xmin	Xmax	R	X	S	V	As	Ex
Fmax X	30	400	600	200	514,86	61,60	11,97	-0,23	-0,99
Fmax Y	30	956	2133	1177	1570,93	373,36	23,77	-0,33	-1,036
Fmax Z	30	2035	4690	2655	3527,66	780,97	22,14	-0,29	-1,006
tFmax	30	0,18	0,24	0,06	0,21	0,02	9,36	0,01	-1,108
t 1/2 max	30	0,04	0,15	0,11	0,0966	0,03	31,37	0,024	-0,679

R – размах, X – средна стойност, S – дисперсия, V – коефициент на вариация (%), As – асиметрия, Ex – ексцес.

Анализите на резултатите по отношение на силовите показатели показват сравнителна хомогенност на регистрираните по „X“ координатната ос прилагани максимални усилия. Същите са със средни стойности 515 ± 62 N. При оценка на спортно-техническото майсторство по-ниските стойности се оценяват по-високо, тъй като това са, образно казано, „разпилени“, а не концентрирани усилия. Независимо че като величина те не са големи, влиянието им по отношение на ефективността на удара е реално. Сравнителните резултати на количествените стойности на силовите показатели по „Y“ координатната ос водят до същите обобщения.

Динамиката на силовите показатели, регистрирани по „Z“ координатата, се оценява в приложен аспект като най-съществена. Реално постигнатият ефект при нанасяне на правия десен удар в голяма степен е адекватен на приложените в това направление мускулни усилия. Очаквано, когато те са с по-високи стойности, въздействието върху противника да бъде

най-значимо, а в преобладаващия брой случаи да води и до решаване на боксовия двубой. Стойности от 3500 до 4700 N на прилагани максимални усилия позволяват да се прогнозира и позитивен резултат за боксьора, който ги е реализирал. Наблюдаваните стойности на коефициента на вариация – над 22 %, са в съответствие с различията в спортно-техническите нива на изследваните състезатели и доказват ефективността на приложената акселерометрична методика.

Сравнителните анализи между резултатите за десен прав удар при боксьори – мъже тежка категория, от три квалификационни нива са представени чрез характеристики на първия компонент от мезоструктурата и микроструктурите на модул „Постигнат ефект“. Анализите започваме с първата група елементи на мезоструктурата и микроструктурата на модела **B.1**. Максимална величина на реализирани мускулни усилия: **B.1.1**. Изграждащи компоненти: 1. Максимум по „z“ координата; 2. Максимум по „y“ координата; 3. Максимум по „x“ координата; 4. Интегрален трикоординатен максимум; 5. Сумарен трикоординатен максимум; **B.1.2**. Микроструктура: Прав удар – десен, ляв. От получените данни беше установено, че логично прогнозираните различия между количествените стойности на силовите показатели при 100% изпълнение на удара са налице и те са съответно за максимална сила:

- по оста „X“ състезател „А“ – 530,5 N, състезател „В“ – 593 N, състезател „С“ – 481 N. Мускулните усилия по тази ос не са значими за ефективността на удара, тъй като те са насочени встрани от значимата ос „Z“ и колкото по-малки са по стойност, толкова по-добре е изпълнен ударът. В случая най-високо квалифицираният състезател не се доближава в най-висока степен до това спортно-техническо изискване. По стойност приложените от него мускулни усилия са по-малки с 62 N от средноквалифицирания боксьор и по-високи от тези при състезателя с най-ниска квалификация с 49 N.

- **по оста „У“** измерените стойности са съответно за състезател „А“ – 2133 N, състезател „В“ – 1020 N, състезател „С“ – 956 N. Наблюдаваните различия са съществени и с по-високата професионална квалификация те се обособяват по-значимо. Положителната ефективност на вляганите по тази ос усилия е повече от двукратно по-висока при боксьора с най-висока квалификация, който аргументирано получава и най-висока оценка за ниво на специални силови качества. Тяхната реализация предполага и повече от двойно по-висока последваща спортно-техническа успеваемост при попадане на удара върху тялото на противника.

- **по оста „Z“** регистрираните стойности на максималната сила са за състезател „А“ – 4690 N, състезател „В“ – 2702 N, състезател „С“ – 2035 N, което не само потвърждава направените по-горе анализи, но засилва различията по отношение нивото на специалните силови качества между боксьорите с различна квалификация. Видно е, че състезателят с най-висока квалификация е приложил и притежава спрямо представителите на другите две групи не само съществено по-високи специално-силови възможности, но те достигат и много високи количествени стойности – над 4500 N.

Установеното е аргумент за модел на текущ контрол на специалната сила, проявена при нанасяне на прави удари от състезатели тежка категория.

III.6. Методологично адаптиране на резултатите и анализите в контрола и управлението на спортната техника и специалната работоспособност при състезатели с различна квалификация в бокса

За методологична обосновка на процеса на контрол приемаме дефинирания от Я. Брогли (1979, 2012) алгоритъм, определящ три изграждащи контрола дейности: *„Измерване – Сравнение – Оценка“*.

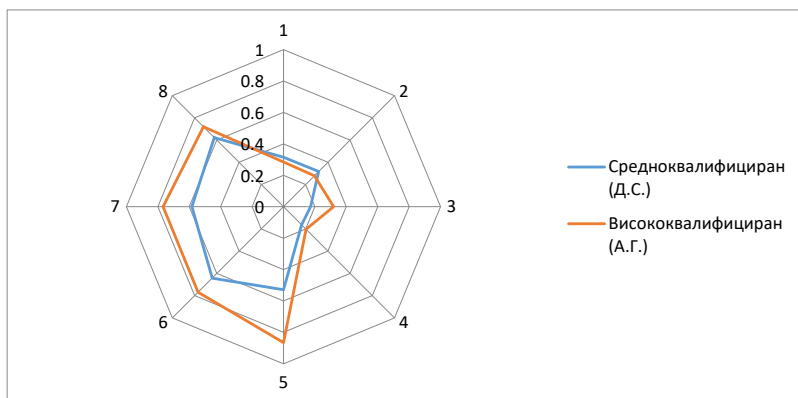
III.6.1. Количествени оценки и контрол на модул „Подготовка“

Анализите на микроструктурните характеристики на модула показват, че количествено те формират твърде голяма банка от данни, които могат да

бъдат значими за приложна реализация. Конкретно за мезоструктурната компонента **А.1.2. Стоеж (боева стойка)** те са 5 на брой: 1. Позиция на долни крайници; 2. Позиция на тазова област, кръст; 3. Позиция на трупа; 4. Позиция на раменен пояс, горни крайници; 5. Позиция на глава, поглед. От тях са възможни четири вида комбинации при: Атакуваща боева стойка; Контраатакуваща боева стойка; Левостранна боева стойка; Десностранна боева стойка.

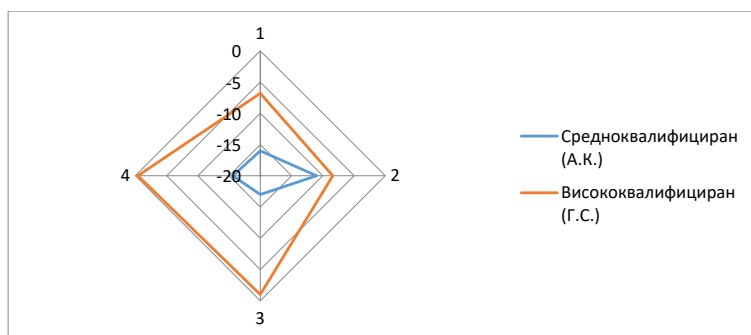
Измерването на количествените стойности на показателите, характеризиращи боевата стойка, е възможно чрез прилагането на постурална педография и стабилография, свързани с оценка на *равновесната устойчивост при статичен стоеж*. Нейната характеристика се основава на данните от измерванията на следните осем показателя: 1. Средна амплитуда на постуралните колебания – ляво-дясно с отворени очи. 2. Средна амплитуда на постуралните колебания в предно-задна посока с отворени очи. 3. Средна амплитуда на постуралните колебания – ляво-дясно със затворени очи. 4. Средна амплитуда на постуралните колебания в предно-задна посока със затворени очи. 5. Средна скорост на постуралните колебания ляво-дясно с отворени очи. 6. Средна скорост на постуралните колебания в предно-задна посока с отворени очи. 7. Средна скорост на постуралните колебания – ляво-дясно със затворени очи. 8. Средна скорост на постуралните колебания в предно-задна посока със затворени очи.

Графичните сравнителни анализи на регистрираните стойности (Фигура 23) показват, че се стига до различни оценки на тяхното състояние при боксьори с различна квалификация, т.е. прилаганите методи са ефективни по отношение контрола на спортната техника и специалната работоспособност в бокса.



Фигура 23. Графични сравнителни анализи при изследвани средноквалифициран и висококвалифициран боксьор на постурографски показатели при статичен стоеж 30 s

На Фигура 24 е представен принципен модел на сравнителен анализ на две последователни повторения на изследване на равновесната устойчивост при статичен стоеж на средноквалифициран боксьор.

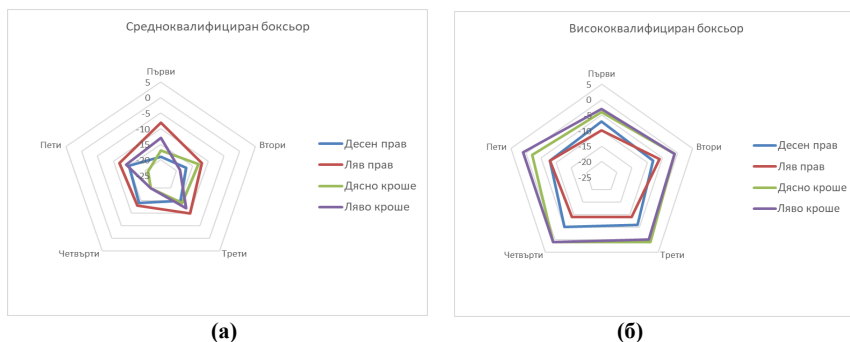


Фигура 24. Принципен модел на сравнителен анализ за две последователни изследвания при средноквалифициран боксьор

III.6.2. Количествени оценки и контрол на модул „Изпълнение“

Мезоструктурните компоненти на модула също са изградени от редица микроструктурни такива. Спираме се на първите: Пренасяне опората на долни крайници; Пространствена ориентация; Импулс на движение на трупа, раменния пояс и горните крайници; Разгъване на ударната ръка до контакт с противника.

Информативни показатели за мезоструктурния компонент **Разгъване на ударната ръка до контакт с противника** от модул „Изпълнение“ са показателите, измервани посредством видеометричната методика. На Фигура 25 е представен параметърът „Затваряне на раменете при произвеждане на удар“ при изпълнение на пет последователни удара от средноквалифициран и висококвалифициран боксьор (Фигура 25, а, б).



Фигура 25 Сравнителен анализ на показателя „Затваряне на раменете при произвеждане на удар“ при пет последователни изпълнения на прав удар и кроше от средноквалифициран (а) и висококвалифициран боксьор (б)

Ясно се очертава разликата в изпълнението на висококвалифицирания от средноквалифицирания боксьор. Характерът на последователно изпълнените удари при висококвалифицирания боксьор се запазва, докато при средноквалифицирания няма изявен модел на изпълнение.

Графичните сравнителни анализи очертават ясно различията в спортната техника при изпълнението на прав удар и кроше, при които средноквалифицираните боксьори са с ясно по-ограничен обем на движение и при двата удара.

III.6.3. Количествени оценки и контрол на модул „Постигнат ефект“

В този модул първият мезоструктурен компонент е „Максимална величина на реализирани мускулни усилия“. Неговите изграждащи микроструктурни единици са съответно: 1. Максимум по „z“ координата; 2. Максимум по „y“ координата; 3. Максимум по „x“ координата; 4. Сумарен трикоординатен максимум за (z, y, x). Измерените количествени данни за посочените силови показатели при изпълнение на прав десен удар от боксьори тежка категория дадоха възможност да се разработят и съответни нормативни таблици за оценка: Таблици 10, 11 и 12.

Таблица 10. Оценки на количествените стойности на F_{max} „X“

Оценка (точки)	Граници (N)
много висока – 10 т.	под 400
висока – 9 т.	от 400 до 425
значителна – 8 т.	от 425 до 450
много добра – 7 т.	от 450 до 475
добра – 6 т.	от 475 до 500
средна – 5 т.	от 500 до 525
под средна – 4 т.	от 525 до 550
задоволителна – 3 т.	от 550 до 575
слаба – 2т.	от 575 до 600
много ниска – 1 т.	над 600

Таблица 11. Оценки на количествените стойности на F_{max} „У“

Оценка	Граници	%
висока	под 994,21	2,28
над средна	от 994,21 до 1197,57	13,59
средна	от 1197,58 до 1944,29	68,27
под средна	от 1944,3 до 2117,65	13,59
ниска	над 2117,65	2,28

Таблица 12. Оценки на количествените стойности на F_{max} „Z“

Оценка	Граници	%
висока	над 4589,6	2,28
над средна	от 4308,64 до 4589,6	13,59
средна	от 2746,7 до 4308,63	68,27
под средна	от 2065,72 до 2746,69	13,59
ниска	под 2065,72	2,28

Сравнението на резултатите от *измерванията* на F_{max} „X“ се осъществява посредством съответствие с количествени стойности, обединени в оценъчната Таблица 10. Висококвалифицираният боксьор (състезател „А“) получава 4 т. и словесна оценка под средната. Боксьорът със средна квалификация (състезател „Б“) се оценява със слаба оценка и получава 2 точки, а нискоквалифицираният боксьор (състезател „С“) е с 6 т. и добра оценка. Примерът разкрива обективно значими резерви за подобряване на този микроструктурен компонент, характеризиращ спортната техника. Интегрирането на множество резултати от измервания на парциални параметри формира възможности за комплексни сравнения и съответно достигане до комплексни оценки за спортната техника както при изпълнение на отделен боксов удар, така и при два последователни или серия от удари.

ГЛАВА ЧЕТВЪРТА. Изводи, препоръки, научни приноси

ИЗВОДИ

1. Установява се, че в античния свят широко е бил практикуван юмручен бой, който през Средновековието и епохата на Ренесанса се променя като форми на практикуване и правила, изграждащи съвременния бокс. Значително се обогатява арсеналът от защитни, атакуващи и контраатакуващи дейности чрез усъвършенстване на близкия бой и активно прилагане не само на прави удари, но и на крошета, търкьоти и разнообразни серии от удари.

2. Установява се, че след приемане на правилника на маркиз Куинсбъри през 1865 г. и появилите се изследователски методи на фотографията и кинематографията боксовата техника започва ново развитие. Става възможно да се определят както фазовата структура, така и кинематичните характеристики на тази специфична двигателна дейност.

3. Ретроспективните анализи формират тенденция от описателни спортно-технически модели в бокса да се премине по подобие на всички спортове към обективни измервания чрез апаратурни комплектации и характеристики по нов начин на спортната техника и специалната работоспособност.

4. Интегрирането на собствен приложен опит, съществуващите знания и анализът на кадри от дигитални фотозаснемания позволяват актуализиране и оригинално формиране на терминологични и структурно-функционални модели на боксовия двубой, които водят и до подобряване на неговата ефективност.

5. Методологично бяха адаптирани и оригинално внедрени в изследователската дейност в бокса съвременни стабилографски и видеометрични апаратурни методи. Получените оригинални експериментални данни дават възможност за подобряване на ефективността

на подготовката и изпълнението на боксови удари при състезатели с различна квалификация.

6. Приложената методика за оценка на зрително-моторното реакционно време на боксьори при изпълнение на различни удари дава възможност за текущ контрол на ефективността на спортно-техническата им подготовка. Бързата реакция и добър инхибиторен контрол са от решаващо значение за постигане на добър резултат в боксов двубой.

7. В изследователската дейност в бокса беше внедрена оригинална акселерометрична методика, чрез която беше изградена обективна банка от експериментални данни, позволяваща да се оптимизира постигнатият ефект при нанасяне на боксови удари от състезатели с различна квалификация.

8. Установява се, че при оценка на спортната техника и специалната работоспособност по-високите стойности на приложените мускулни усилия, измерени по координати „X“ и „Y“, са индикатор за по-ниско спортно-техническо ниво, тъй като се „губят“ рационално концентрирани силови компоненти.

9. С положителна оценка са стойности от 3500 до 4700 N на измерени максимални усилия по координата „Z“ при изпълнение на десен прав удар от боксьори тежка категория. По-високите стойности позволяват да се прогнозира постигането на позитивен резултат в боксовия двубой.

10. Методологично са адаптирани резултати и анализи от прилагане на експериментална комплексна методика в изследователската дейност в бокса. Разработени са оригинални оценъчни таблици за количествени оценки на информативни показатели, които повишават обективно ефективността на процесите на контрол и управление на спортната техника и специална работоспособност в бокса при състезатели с различна квалификация.

ПРЕПОРЪКИ

1. Препоръчваме на специалистите по бокс актуално да се запознават със съвременните апаратурни методи и възможностите за тяхното внедряване в спорта.

2. Препоръчваме на ръководствата на Българската федерация по бокс и боксовите клубове в страната да се запознаят и започнат да прилагат в своята дейност парциално или в комплекс експериментално апробираните от нас апаратурни методи.

3. Препоръчваме на специалистите по бокс да се запознаят и започнат системно да прилагат в своята дейност разработените оценъчни таблици, което ще подобри ефективността на контрола и управлението на ръководения от тях тренировъчен процес.

4. Препоръчваме на ръководството на БФ по бокс да формира към Федерацията методичен център от експерти, които да систематизират и представят информация за съвременни изследователски методи и резултати, които е целесъобразно да се внедряват в приложната дейност на специалистите за подобряване на нейната ефективност.

НАУЧНИ ПРИНОСИ

1. На базата на дигитални фотозаснемания, обобщаване на дългогодишен състезателен опит и експертни анализи е актуализирана спортната терминология и са разработени оригинални структурно-функционални модели на единични и серия от удари в бокса.

2. Посредством стабилографски и видеометрични изследвания са определени специфични показатели за състоянието на опорната и зрително-моторната реакция, 3-д ъглови и скоростни характеристики при изпълнения на единични удари в моделирани условия при боксьори с различна квалификация.

3. Разработени са таблици за количествена оценка на високоинформативни стабилографски, кинематични и динамични показатели, характеризиращи състоянието на спортната техника и подобряващи нейния контрол при боксьори – мъже.

СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ И ДОКЛАДИ, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Публикации

1. **Пулев, Т.** (2021). Методи за изследване, контрол и моделиране на спортната техника в бокса и кикбокса. Годишник на Национална спортна академия „Васил Левски“. Том 2, 370–377, НСА ПРЕС, София, ISSN 2682-9908.
2. **Пулев, Т.** (2022). Ретроспективен анализ на развитието на спортната техника в бокса от древността до съвременните олимпийски игри. *Спорт & наука*, брой 3, 4, 26–36, ISSN 1310-3393.
3. Yordanova Y., **Pulev T.**, Kirilova K., Ruteva M., Stambolieva K. (2023). Sport Experience and Visual Motor Reaction Times in Boxers. *Journal of Physical Education and Sport* (in press).

Доклади

1. **Pulev T.**, Yordanova Y., Kirilova K., Ruteva M., Stambolieva K. (2022). The relationship between sport practice level and postural stability in quiet upright stance in boxers. International conference of the Bulgarian Society of Physiological Sciences, 30.10-01.11 2022, Stara Zagora, Bulgaria, Book of Abstracts, 74-75, ISBN 978-619-7292-23-7.
2. Yordanova Y., **Pulev T.**, Kirilova K., Ruteva M., Stambolieva K. (2022). Effects of sport experience on the visio-motor reaction times in boxers. National scientific conference “75 Years Institute of Neurobiology”, 15.12-16.12 2022, Sofia, Bulgaria, Book of Abstract, 34.