

СРАВНИТЕЛНИ АНАЛИЗИ НА РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕДНА АКСЕЛЕРОМЕТРИЧНА МЕТОДИКА В БОКСА

Тервел Пулев

Национална спортна академия „Васил Левски“,

докторант в катедра „Тежка атлетика, бокс, фехтовка и спорт за всички“

ORCID 

Tervel Pulev – <https://orcid.org/0000-0002-7187-0447>

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е посредством приложение на съвременна акселерометрична комплектация за измерване на информативни показатели при единични и серия от удари да се подобри ефективността на контрола върху специалната работоспособност и спортната техника на състезатели по бокс с различна квалификация.

При 12 боксьори – мъже, тежка категория, разделени по 4 в група с висока, средна и ниска квалификация, при изпълнение на прав десен удар върху боксов чувал са измервани пет показателя: максимална и средна стойност на ускорението по трите оси – a_{max} ; a_{avg} ; максимална и средна стойност на силата по трите оси – F_{max} ; F_{avg} ; времетраене на импулса по трите оси – T_{max} . Това се реализира както в парциален план по всяка от координатите – x , y , z , така и като интегрална стойност по един обединяващ вектор.

Обобщава се, че получените резултати са методологичен пример, тъй като са установени метрологични въпроси при внедряване на методиката. Измерени са стойности от 3500 до 4700 N на максимални усилия по координата „ z “ при изпълнение на десен прав удар от боксьори – тежка категория. Достигането им позволява да се прогнозира позитивен резултат в реален боксов двубой.

Ключови думи: бокс, акселерометрична методика, контрол на спортната техника

COMPARATIVE ANALYZES OF RESULTS FROM AN ACCELEROMETER METHODOLOGY IN BOXING

Tervel Pulev

National Sports Academy „Vasil Levski”

PhD student Department of “Heavy athletics, boxing, fencing and sport for all”

ABSTRACT

The aim of research of the current publication is to optimize the effectiveness of control of the technical preparation and special working capacity in boxing competitors with different qualifications by measurements of some informative parameters from single or combination of punches with the original accelerometer methodology application.

Subjects of research are 12 heavyweight male boxers with different qualifications. Quantitative values of five indicators by some right straight jabs are directly measured by the system: maximum and average values of the acceleration along the three axes - a_{max} ; a_{avg} ; maximum and average values of the force along the three axes – F_{max} ; F_{avg} ; duration of the pulse along the three axes - T_{max} . This is realized both for each of the coordinates - x, y, z, and also as a formed integral value along one unifying vector.

It's integrate that results obtained first of all as a methodological example, because a problems regarding to the metrology assurance were find. With a positive assessment are values from 3500 N to 4700 N of measured maximum efforts along the "Z" coordinate when performing a right straight jab by heavyweight boxers. Higher values allow predicting the achievement of a positive result in the boxing match.

***Keywords:** boxing, accelerometer methodology, sports technique control*

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното управление на спортната подготовка е нарастваща функция и на приложението на апаратурни технологии, които измерват обективно двигателната дейност на състезателите по време на тренировки и състезания.

В различни спортове могат да се посочат редица примери (Годик, 1988; Тишинов, 2002; Аракчийски, 2015; Йорданов и кол., 2016; Бачев, 2021; Gratton et al., 2009; Nelson et al., 2014). Актуална за бокса е публикацията на Jaysrichai, T. et al. (2019) от Факултета по физикална терапия в Тайланд. В сътрудничество с Министерството на спорта и Тайландската аматьорска боксова асоциация е разработена 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.

Развитието на технологиите дава възможност постигнатото да се обогатява и допълва, което определи и тематичната насоченост на настоящата публикация. Избрано бе да се приложи една, създадена за изследвания на боксови удари, съвременна акселерометрична комплектация (Тацов, 2015).

Целта на изследването е посредством приложение на съвременна акселерометрична комплектация за измерване на информативни показатели при единични и серия от удари да се подобри ефективността на контрола върху специалната работоспособност и спортната техника на състезатели по бокс с различна квалификация.

МЕТОДИКА

В комплексните и интегрални по насоченост изследвания бяха приложени безапаратурни и апаратурни методи. Към първите могат да се посочат: информационно проучване за апаратурни методи, резултати и анализи от специализирани публикации, книги, интернет сайтове; анализ на документи; ретроспективен (исторически) анализ; статистически анализ (Брогли, 1979); теоретичен анализ и синтез; сравнителни анализи. Апаратурният метод, който бе приложен, е методът на акселерометрията (Радев и кол., 2008–2012). Комплекцията включва: оригинален тренировъчен боксов чувал със собствено тегло 30 кг; трикомпонентен 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 на пет показателя данни: 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 в парциален план по отношение на всяка от координатите – x , y , z , така и като формирана интегрална стойност по един обединяващ вектор.

Субекти на изследване са 12 боксьори – мъже, тежка категория, разделени по 4 в група с висока, средна и ниска квалификация. При провеждане на експерименталните изследвания възникнаха проблеми по отношение метрологичното осигуряване и стандартността на процеса. Определени открити въпроси бяха формирани относно 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 серия от различни видове удари. Посочените открити въпроси и нерешени в цялост проблеми в изследователската дейност определиха решението ни получените оригинални резултати да бъдат поместени преди всичко като методологичен пример. Получените от измерванията количествени стойности също на този етап е логично да се приемат като дискуссионни. Приемаме, че приложеният методичен подход, получените и анализирани данни от изследванията са иновативно начало, което се нуждае от още допълнителни апробации и усъвършенстване.

РЕЗУЛТАТИ

Получените резултати са систематизирани в съответствие със специализирани източници (Андреев, 1973; Жечев, 1985; Желязков, Дашева, 2011; Ромаков, 1979; Вомра,

1994) и разработена от нас макроструктура за изпълнение на единичен удар в бокса, включващ три модула: „Подготовка“, „Изпълнение“, „Постигнат ефект“, като всеки модул е изграден от мезоструктурни и микроструктурни компоненти. Експерименталното прилагане на описаната акселерометрична методика е насочено към третия модул – „Постигнат ефект“. Получените от измерванията количествени стойности на този етап е логично да се приемат като дискуссионни и се явяват базов методологичен пример. Те бяха систематизирани в две направления. Първо, като средностатистически данни и второ – като индивидуални сравнения. От всяка група бе избран по един представител – висококвалифицирани (състезател „А“), средноквалифицирани (състезател „В“) и нискоквалифициран (състезател „С“). Представени са резултати, характеризиращи нивото и вариативността на количествените стойности на общо пет показателя – три силови и два времеви са поместени (Таблица 1).

Таблица 1. Стойности и вариативност на силови и времеви параметри при изпълнение на десен прав удар – боксьори тежка категория

	n	X min	X max	R	X	S	V	As	Ex
Fmax X	30	400	600	200	514,87	61,60	11,97	-0,225	-0,999
Fmax Y	30	956	2133	1177	1570,93	373,36	23,77	-0,334	-1,036
Fmax Z	30	2035	4690	2655	3527,67	780,97	22,14	-0,296	-1,006
t Fmax	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	0,0967	0,03	31,37	0,024	-0,679

Резултатите за силовите показатели, регистрирани по „X“ координатната ос, са със средни стойности 515 ± 62 N. Техните количествени стойности по „Y“ координатната ос показват висока вариативност. Коефициентът на вариация е близо до 24%, а размахът е 1777 N. Регистрираните по „Z“ координатната ос силови стойности в приложен аспект са най-съществени. Резултати от 3500 до 4700 N са значимо високи, а коефициенти на вариация – над 22 % са в съответствие със спортно-техническите нива на изследваните състезатели.

От данните за първата група микроструктурни елементи на модела се установява, 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; по оста „Y“ измерените стойности са съответно за състезател „А“ – 2133 N, състезател „В“

– 1020 N, състезател „С“ – 956 N; по оста „Z“ регистрираните стойности на максималната сила са за състезател „А“ – 4690 N, състезател „В“ – 2702 N, състезател „С“ – 2035 N.

Посочените по-горе резултати, свързани с регистрирани количествени стойности на специално-силовите възможности, се обогатяват по отношение на оценка на спортно-техническото майсторство, когато се определят процентните съотношения между измерените по трите оси сили. Това се свързва с втория елемент от мезоструктурата и микроструктурата на модела – В.2. Триизмерни съотношения и ефективност на мускулните усилия; В.2.1. Изграждащи компоненти: 1. Максимум „z“ спрямо сумарен максимум; 2. Максимум „y“ спрямо сумарен максимум; 3. Максимум „x“ спрямо сумарен максимум; 4. Максимум „z“ спрямо „y“; 5. Максимум „z“ спрямо „x“. Установява се, че при боксьора с най-висока квалификация те са съответно „X“ спрямо „Z“ – 12%, при боксьора със средна квалификация резултатът е 22%, а при най-ниско квалифицирания състезател – 24%. Тоест налице е нов своеобразен критерий за оценка на спортната техника.

Третата група изграждащи компоненти и микроструктурни компоненти на модела – В.3. са Взривност и експлозивност на мускулни усилия; В.3.1. Изграждащи компоненти: 1. Измерване на „t“ за $F_{max}(z, y, x)$; 2. Измерване на „t“ за $0,5 F_{max}(z, y, x)$; 3. Измерване на „t“ за $0,1 F_{max}(z, y, x)$; 4. Измерване на „t“ за целия работен диапазон на удара; 5. Съотношение „t“ 2 към 1. Данните за изграждащите компоненти 1 и 2 – време за достигане до максималната ѝ стойност и време за достигане от 0,5 от максимума по значимите оси „Y“ и „Z“ са различни при трите групи боксьори. При изследваните висококвалифицирани състезатели стойностите са съответно 0,21 s при време за достигане до максимум и 0,15 s при време за достигане от 0,5 от максимума. При средноквалифицирания те са 0,20 s и 0,04 s, а за боксьора с най-ниска квалификация – 0,20 s и 0,10 s.

Четвъртата група изграждащи микроструктурни компоненти на модела е В.4. Информация в тази насока се получава при анализа на съответствието между експертно зададените 100%, 50% и 30% количествени граници и тяхното реално изпълнение. Спираме се на измерените по оста „Z“ силови стойности. При висококвалифицирания боксьор измерените три стойности на мускулна сила са съответно 100% – 4690 N, 50% – 3295 N, 30% – 1623 N. Реализираното съотношение е 100% – 70% – 34%. При боксьора със средна квалификация данните са 100% – 2702 N, 50% – 1334 N, 30% – 985,5 N, което определя съотношение 100% – 48% – 36%. За нискоквалифицирания състезател са измерени 100% – 2035 N, 50% – 858 N, 30% – 549 N, т.е. реализираното съотношение е 100% – 41% – 21%.

ДИСКУСИЯ

При оценки на спортно-техническото майсторство по-ниските стойности на силовите показатели по осите „X“ и „Y“ 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 ефективността на удара е реално. Анализите на силовите резултати по оста „Z“, когато те са с по-високи стойности, позволяват да се прогнозира, че въздействието върху противника може да бъде най-значимо, а в преобладаващото число случаи да води и до решаване на боксовия двубой. Наблюдаваните при боксьори с различна квалификация разлики позволяват обективно да се установят и разлики в състоянието на един от компонентите на спортната техника в бокса. Приложената методика е технологично ефективна в процеса на оценка и контрол на тази съществена страна от спортната подготовка.

Сравнителните анализи между резултати за десен прав удар при боксьори – мъже тежка категория, започваме с първата група елементи на мезоструктурата и микроструктурата на модела В.1. Максимална величина на реализирани мускулни усилия: В.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; В.1.2. Микроструктура: ПРАВ УДАР – десен, ляв.

Мускулните усилия по оста „X“ 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.

Наблюдаваните различия по оста „Y“ са съществени и с по-високата професионална квалификация те се обособяват по-значимо. Положителната ефективност на влаганите 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.

Анализите на резултатите по оста „Z“ потвърждават установените по-горе особености и засилват 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 обективен аргумент за изграждане на модел – изискване при текущия контрол на специалната сила, проявена при нанасяне на прави удари от състезатели тежка категория. Формирането на достатъчна банка от данни е основа и за разработване на нормативни оценъчни таблици по отношение състоянието на тези специално-силови възможности.

Видно е, че с нарастване на спортната квалификация намалява процентът на неефективно влагане на усилия при нанасяне на този спортно-технически елемент – десен прав удар. Съществено важни моменти при анализа на спортната техника в бокса се явяват не само количествените стойности на прилаганите усилия, но и техният скоростно-времеви характер. Бързото, изненадващо противника, нанасяне на удара е един от доказаните фактори за постигане на успешно попадение и позитивна оценка от съдиите. За този показател информативно е времето от стартиране на ръкавицата до достигане на целта – тялото на противника. Измерването на количествените стойности е функция на данните от високоскоростното заснемане на нанасянето на удара и е анализирано от нас при характеристика на втория модул „Изпълнение“ от макроструктурата на модела.

При третия модул от значение са анализите, насочени към плътния, „разтегнат“ в милисекундите на времето боксов удар. Когато ръкавицата вече е върху тялото на противника, е по-ефективен, особено когато е съчетан с изява на високи силови стойности. В случая са налице редица информативни индикатори за „плътност“ на реализираните скоростно-силови възможности или за позитивен характер на измерваната специфична взривна сила.

Сравнителните анализи на обективно установени данни за третата група изграждащи компоненти на модела водят до извода, че най-висока спортно-техническа оценка трябва да получи боксьорът с висока квалификация. Това е подчертано особено в първата фаза на присъствие на боксовата ръкавица върху тялото на противника, когато мускулната сила нараства до половината от своя максимум. При състезателя със средна квалификация обективно съществуват резерви за подобряване на специфичната взривна сила. По отношение на двата времеви показателя в сравнителен аспект той е с оценка, която определя необходимостта да бъде значително по-устойчив при нанасяне на десен прав удар, а не да бърза с оттегляне на боксовата ръкавица при реализирано успешно попадение.

Интегрални въздействия, включващи като изграждащи компоненти уменията за индивидуално дозиране на влаганите мускулни усилия при зададен модел на изпълнение,

се установяват при четвъртата група изграждащи модела компоненти. Информативни за оценка на нивото на спортната техника се явяват изградените умения за субективно количествено дозиране на влаганите при нанасяне на удара мускулни усилия. Това са проприоцептивни умения, които освен генотипна предопределеност изискват и дългогодишен целеви тренировъчен процес. Те са много полезни при многорундовите боеве, където ефективното тактическо разпределение на влаганите мускулни усилия е един от факторите, определящи победата. Измерените данни дават основания за най-добра спортно-техническа оценка по този показател на боксьора със средна квалификация. Като експертна прогноза може да се формира становище, че този състезател има спортно-технически потенциал за развитие, който трябва да се допълва активно със специализирани силови качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изследователската дейност в бокса е внедрена оригинална акселерометрична методика. Чрез нея е възможно да бъде изградена банка от експериментални данни за оптимизиране на постигнатия ефект при нанасяне на боксови удари от състезатели с различна квалификация. Получените от прилагането на методиката резултати са методологичен пример, тъй като са установени метрологични въпроси при нейното внедряване. Измерените стойности от 3500 до 4700 N на максимални усилия по координата „Z“ за десен прав удар от боксьори – тежка категория, позволяват да се прогнозира позитивен резултат при тяхното достигане в реален боксов двубой.

Препоръчва се на ръководството на Българската федерация по бокс и боксовите клубове в страната да се запознаят и прилагат в своята дейност парциално или в комплекс съвременни апаратурни методи, в това число и апробираната апаратурна акселерометрична методика.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев, Т. (1973). *Индивидуална подготовка на боксьора*. МиФ, София. // Andreev, T. (1973). *Individualna podgotovka na boksyora*, Pb. MiF, Sofia.

Аракчийски, З. (2015). *Динамографични и ЕМГ методи за изследване на движението в спорта* (монография). НСА ПРЕС, София. // Arakchiyski, Z. (2015). *Dinamografichni i EMG metodi za izsledvane na dvizheniyata v sporta* (monografiya). NSA PRES, Sofia.

Бачев, В. (2021). *Метрология и спорт за високи постижения* (монография). БАН, „Марин Дринов“, София. ISBN 978-619-245-157-8. // Bachev, V. (2021). *Metrologiya i sport*

za visoki postizheniya (monografiya) Pb. BAN, „Marin Drinov“, Sofia; ISBN 978-619-245-157-8.

Брогли, Я. (1979). *Статистически методи в спорта*. ЕЦНПКФКС, София. // Brogli, Y. (1979). *Statisticheski metodi v sporta*. Pb. ETSNPКFКС, Sofia.

Годик, М. (1988). *Спортивная метрология* (учебник). ФиС, Москва. // Godik, M. (1988). *Sportivnaya metrologiya* (textbook). Pb. FiS, Moskva.

Жечев, Е. (1985). *Бокс*. М и Ф, София. // Zhechev, E. (1985). *Boxing*. Pb. MiF, Sofia.

Желязков, Цв., Дашева, Д. (2011). *Основи на спортната тренировка*. ГЕРА АРТ, София. // Zhelyazkov, Ts., Dasheva, D. (2011). *Osnovi na sportnata trenirovka*, Pb. GERA ART, Sofia.

Йорданов, П., Бачев, В., Грошев, О., Златев, Б. (2016). *Трансфер на метода на акселерометрия при изследване на специфична работоспособност в спорта*. *Метрология и метрологично осигуряване* (доклади), 215–220, ТУ – София, ISSN 1313-9126. // Yordanov, P., Bachev, V., Groshev, O., Zlatev, B. (2016). *Transfer na metoda na akselerometriya pri izsledvane na spetsifichna rabotosposobnost v sporta*, *Metrologiya i metrologichno osiguryavane* (dokladi), str. 215-220, TU – Sofia, ISSN 1313-9126.

Радев, Хр. и кол. (2008, 2009, 2012). *Метрология и измервателна техника* (книга справочник в три тома). Софттрейд, София. // Radev, Hr. i kol. (2008, 2009, 2012). *Metrologiya i izmervatelna tehnika* (kniga spravochnik v tri toma); Pb. Softtrejd, Sofia.

Ромаков, В. (1979). *Бой на дальней, средней и ближней дистанциях*, изд ФиС, Москва. // Romakov, V. (1979). *Boy na dalyney, sredney i blizhney distantsiyah*, Pb. F i S, Moskva.

Тишинов, О. (2002). *Изследване на реакцията на опората на спортиста чрез автоматизирани технически средства* (автореферат на дисертация). НСА, София. // Tishinov, O. (2002). *Izsledvane na reaktsiyata na опората na sportista chrez avtomatizirani tehnicheski sredstva* (PhD thesis abstract), NSA, Sofia.

Фирмен алманах „АТКОМ“, София// Firmen almanah „АТКОМ“, Sofia.

VIM-3 (2014). *Международен речник по метрология*; Основни и общи понятия и термини. БИС, София. // VIM-3 (2014). *Mezhdunaroden rechnik po metrologiya*; Osnovni i obshti ponyatiya i termini; Pb. BIS; Sofia.

Вомпа, Т. (1994). *Theory and Methodology of Training*; Kendall/ hunt publishinge company; Iowa; USA.

Gratton et al. (2009). *Research Methods for Sports Studies*; 978-0-0415-49393-2, Pb. Routledge – Taylor & Francis Group.

Nelson et al. (2014). *Research Methods in Sports Coaching*; 978-0-415-62682-8, Pb. Routledge – Taylor & Francis Group.

Jaysrichai, T. & Srikongphan K. & Jurarakpong P. (2019). A Development Machine for Measuring the Precision and the Response Time of Punches. *The Open Biomedical Engineering Journal*. 13. 151-157. 10.2174/1874120701913010151.

Автор за кореспонденция:

Тервел Пулев

Национална спортна академия „Васил Левски“

Докторант, катедра „Тежка атлетика, бокс, фехтовка и спорт за всички“

E-mail: tervelpulev@yahoo.com