

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ “ВАСИЛ ЛЕВСКИ”
КАТЕДРА “АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА”

ДИМИТЪР РАЙНОВ ЗАГОРСКИ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД НА ТЕМА:
**ИЗСЛЕДВАНЕ НА МОРФОЛОГИЧНИТЕ,
БИОМЕХАНИЧНИТЕ И ТЕХНИЧЕСКИТЕ ФАКТОРИ ЗА
ТРАВМАТИЗЪМ ПРИ КАРАТЕ СЪСТЕЗАТЕЛИ**

За присъждане на образователната и научна степен “доктор”
в професионално направление 7.6. “Спорт”

Научен ръководител:

Доц. д-р Мария Кирилова Гикова, доктор

Официални рецензенти:

Проф. д-р Мария Василева Тотева, дн
Доц. Огнян Кирилов Тишинов, доктор

София, 2018г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за публична защита от разширен научен колегиум на катедра „Анатомия и биомеханика“ при Национална Спортна Академия „Васил Левски“ на 07.06.2018 г.

Трудът е с обем от 180 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 13 таблици и 21 фигури. Библиографията включва 177 литературни източника, от които 17 на кирилица и 156 на латиница и 4 електронни източника.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 26.09.2018 г. от 15.30 часа в зала А-3 на НСА „Васил Левски“, Студентски град, София, на заседание на научното жури.

Материалите по защитата са публикувани на интернет страницата на НСА „Васил Левски“ и са на разположение на интересувашите се в библиотеката на Национална Спортна Академия „Васил Левски“, София.

СЪДЪРЖАНИЕ

Увод.....	5
Хипотеза.....	6
1. Цел, задачи, организация и методика на изследването.....	6
1.1. Цел и задачи на изследването.....	6
1.2. Организация на изследването.....	6
1.3. Методи и методика на изследването.....	7
1.3.1. Методи на изследването.....	7
1.3.2. Методика на изследването.....	7
1.3.2.1. Морфологични изследвания.....	7
1.3.2.2. Динамометрични характеристики.....	8
1.3.2.3. Биомеханични кинематични характеристики.....	9
1.3.2.4. Изследване характеристиките на травматизма.....	10
1.3.2.5 Математико-статистически методи за обработка на резултатите от изследването.....	10
2. Резултати и анализ.....	10
2.1. Анализ на морфологичните характеристики.....	10
2.1.1. Корелационен анализ на антропометричните показатели.....	14
2.2. Биомеханичен кинематичен анализ.....	17
2.2.1. Кинематичен и анатомо-функционален анализ на техниката Gyaku-Zuki.....	17
2.2.2. Кинематичен и анатомо-функционален анализ на техниката Mae-Geri.....	18
2.2.3. Кинематичен и анатомо-функционален анализ на техниката Yoko-Geri.....	20
2.3. Биомеханичен динамометричен анализ на получените данни.....	21
2.4. Стабилометричен анализ.....	24
2.5. Анализ на травматизма.....	29
2.6. Корелационен анализ на междугруповите зависимости на изследваните показатели.....	33
2.7. Факторен анализ.....	34
3. Изводи и препоръки.....	35
3.1. Изводи.....	35
3.2. Препоръки.....	37
Приноси.....	37
Научни публикации по темата.....	38

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ В ТЕКСТА:

X - средно аритметично;

S - средно квадратично;

V - коефициент на вариация;

As - асиметрия;

Ex - ексцес;

Max - максимална стойност в изследваната извадка;

Min - минимална стойност в изследваната извадка;

R - (размах) – разлика между максималната и минималната стойности;

V Gyaku-Zuki – скорост при изпълнението на правия удар с ръка;

V Mae-Geri - скорост при изпълнението на правия удар с крак;

V Yoko-Geri - скорост при изпълнението на страничния удар с крак;

Градуси Mae-Geri – ефективно постигнати градуси при правия удар с крак;

Градуси Yoko-Geri – ефективно постигнати градуси при страничния удар с крак;

average - средно аритметично;

max - максимална стойност в изследваната извадка;

min - минимална стойност в изследваната извадка;

M - средно отклонение;

S - средно квадратично;

V - коефициент на вариация;

Max - максимална стойност в изследваната извадка;

Min - минимална стойност в изследваната извадка;

R - (размах) – разлика между максималната и минималната стойности.

УВОД

В днешно време Карате е един от най-популярните спортове сред младите хора. Карате, или битката с празни ръце, е спортно бойно изкуство, насочено към блокирането на атаки. Също така нарастващият интерес към карате се дължи на известността му като съчетание на бойни изкуства и самоотбрана, дух на спортно съревнование и физическа пригодност. Като бойно изкуство за самозащита карате има най-дълга история.

Едва в последните години използваните техники бяха подложени на научни изследвания и се извлякоха принципите на най-ефективното изпълнение на многообразните движения на човешкото тяло. Правилното изпълнение на всяка техника, когато тя е физиологично и биомеханично обоснована съобразена с особеностите на човешката анатомия, няма да позволи практикуването на карате да уврежда здравето на трениращия – нещо което за съжаление, често се наблюдава и е резултат от неправилно заучени и неправилно изпълнени техники.

Изискванията на бойните спортове и в частност на карате, водят до специфични изменения в телесния състав у състезателите по Шотокан-карате - фактор представляващ както предимство при представянето им, така и създаващ предпоставки за специфични наранявания. Разкриването на връзките между различните показатели ще бъде благоприятстващо за селектирането на най-перспективните състезатели от страна на треньорския състав, както и изменението на желаните качества у спортиста във времето, и обвързаните с това възможности за надграждане или рискове за травми в конкретната дисциплина.

Изведените антропометрични данни могат да доведат до по-ясно разбиране на факторите оформящи телесната композиция в спорта карате, динамичното ѝ развитие при практикуващите го спортисти, а чрез дългогодишно наблюдение да се състави по-съвременен и реален модел на спортната специализация у каратеките, съобразен и насочен според изискванията на този спорт с цел по-успешна реализация на спортисти от висока класа.

ХИПОТЕЗА

Изследването на морфологичните характеристики на карате състезателите и разкриването на биомеханичните (кинематични и стабилографски) особености на изпълняваните техники, както и създаването на травматичен профил на карате бойците в България, би могло да подпомогне тренировъчния процес за усъвършенстване на спортните техники и намаляване травмите при изпълнението им.

H01: Налице е значима връзка между двигателните способности и морфологични характеристики в рамките на предвидимите резултати в карате.

H02: Съществува връзка между динамичните характеристики и честотата на специфични за спорта наранявания.

1. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ, ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

1.1. Цел и задачи на изследването:

Целта на настоящото изследване бе да се характеризират състезателите по карате по антропометрични, биомеханични, и кинематични критерии и да се открие влиянието им върху факторите на травматичния риск.

За постигане на поставената цел, бяха решени следните задачи:

1. Проучване на специализираната литература по разработвания проблем.
2. Антропометричен и функционално-морфологичен анализ на състезателите по карате.
3. Оценка на равновесната устойчивост и кинематичните характеристики при различни техники с апаратурни методи на изследване.
4. Разработи се профил на травматизма при състезатели каратеки.

1.2. Организация на изследването:

Контингент на изследването - в пробното (пилотно), изследване, взеха участие 7 каратеки от СК „Никон“, от които 2 мъже и 5 жени, във възрастовия диапазон 38-41г. и 16-23г. съответно, от които с I дан- 4, с IV-1 и с най-високия V-1, последният и най-млад участник бе с 1 кю.

В основния експеримент взеха участие 22 елитни Шотокан-карате състезатели от Софийски клубове-НСА Файтърс, Ипон, Никон (гр.София), от които 16 мъже и 6 жени във възрастовия диапазон съответно 19-29 и 20-27г., разпределени в групи според усъвършенстване: 9 с най-високите II и I дан, и 13 с 1-во до 7-мо кю.

Така сумарната извадка включва 29 каратеки: 18 мъже и 11 жени, във възрастов диапазон обхващащ 19-41 г. и 16-27 г. съответно за двата пола, с нива усъвършенстване обхващащи 16 състезатели от I до V дан, а 13 с по-ниските от 1-9 кю.

Табл. №1 Представяне на карате състезателите по показатели: пол, възраст, спортен стаж и техническа класификация (кю/дан системата)

Карате състезатели			Полова принадлежност		Техническо ниво		
Всички		29	Мъже 18	Жени 11	I-V дан	1-3 кю	4-9 кю
Възраст			19-41	20-27	II-V 29-41	М 1-3 кю 19-25 г	М 4-7 кю 20-23 г
					М I 19-23	Ж 1-3 кю 20-27 г	Ж 4-9 кю 20-23 г
					Ж I 22-26 г		
Години			1-30 г	1-16 г	М II-V 19-30	М 1-3 кю 8-14 г	М 4-7 кю 1-10 г
стаж					М I 13-16 г	Ж 1-3 кю 4-14 г	Ж 4-9 кю 1-8 г
					Ж I 8-16		
Техническо	I-V дан	16	I-V дан 10	I дан 6			
ниво	1-3 кю	8	1-3 кю 5	1-3 кю 3			
	4-9 кю	5	4-7 кю 3	4-9 кю 2			

Като условие за участие в изследването бе прието: състезателите да участват в тренировъчния и състезателния процес на клубно ниво (с изключение на намиращите се в процес на лечение на травматичен или друг здравословен проблем). В проведените антропометрични, кинематични и динамометрични изследвания да участват само лица в добро здравословно състояние.

1.3. Методи и методика на изследването

1.3.1. Методи на изследването

1. Анатомо-функционален анализ.
2. Биомеханичен динамометричен анализ.
3. Биомеханичен кинематичен анализ.
4. Анкетно проучване на травматизма.
5. Математико-статистически методи - вариационен, корелационен и факторен анализи.

1.3.2. Методика на изследването

1.3.2.1. Морфологични изследвания

За изследване на антропометричния и морфологичен профил на състезателите в карате бяха използвани:

- Стандартен антропометър Leichester за измерване линейни размери (см) с максимална височина от 2,0 м;

- Везна-анализатор на телесен състав Таниа ВС-533, използваща биоимпеданса на кожа (BIA), с диапазон 20-2000 ohms, с точност 6 ohms едночестотен ел.ток с 50 kHz честота 500 μ А сила).

Оценяването на общата минерална маса (ТММ), се изпълнява от везната Таниа чрез екстраполиране в готови групи според граница показатели СМТ и пол.

Бяха определени следните показатели:

а) Ръст прав – разстоянието от пода до vertex-а при изправено положение и глава във франкфуртската равнина.

б) Тегло

в) Състав на телесната маса (СТМ):

Бяха определени следните директни и производни параметри на състава на телесната маса:

а) Активна телесна маса (АТМ) получена е от разликата между теглото и абсолютното количество мазнини. Използва се като ориентировъчен показател, характеризиращ свободната от мастна тъкан част на тялото. Информативността му се повишава, когато се разглежда в контекста на промените в теглото.

б) Body-Mass Index: беше използвана общоприетата формула, след преобразуване на ръста от сантиметри в метри.

в) Процент телесни мазнини (%ТМ)

г) Водно съдържание - определя чрез Cole-Cole метод (% ВС).

д) Общо минерално костно съдържание (ТВВМС) и костна маса (ТВМ).

е) Индекс на мастна тъкан около вътрешни органи

ж) Оценка физическо състояние

з) Основен метаболизъм

и) Метаболитна възраст

1.3.2.2. Динамометрични характеристики

Статичната стабилметрия на изследваните лица се осъществява чрез апарат за изследване на равновесната устойчивост (тензоплатформа), използващ алгоритъм (LSSA - Least-Squares Spectral Analysis), за обработка на сигналите от датчиците (наименувани като А, В, С, D). Последващият компютърен анализ на равновесието включва балансови упражнения (поза Ромберг) и амплитудните и честотни изменения при изпълняваните бойни

техники: прав удар (Maе-geri), и страничен удар (Yoko-geri) с долен крайник, и прав удар (Gyako-zuki) с горен крайник. Стабилността на каратеката е оценена чрез изместването на страничния център на налягане на стоящия крак върху тензометричната платформа по време на движението.

При самото измерване използваме амплитудните и честотни стойности на изпълняваните поредица от удари с крак – прав удар, (mae-geri), страничен удар (yoko-geri), и прав удар с горен крайник (gyako-zuki). Средната стойност на максималните отклонения ОЦТ за цялото движение (average), като броят осцилации показва индивидуалната честота в измененията на ОЦТ (f) при всеки един участник, създавайки възможността да изведем сумарен показател „фактор на баланс“ отчитащ именно съотношението между средната стойност на колебанията на ОЦТ. След изпълнението им състезателите застават в позата Ромберг (соеж на един крак с повдигнат до колянната гънка долен крайник), известна във физиологията като диагностична поза за равновесие на тензоплатформата.

1.3.2.3. Биомеханични кинематични характеристики

Методиката се характеризира с прилагането на видеозапис на анализирания бойни техники върху тензоплатформа, като двигателната структура на спортните техники се регистрира чрез видеозаснемане с високоскоростна камера CASIO-EX-ZR200 с избрана скорост от 120 кадъра/сек. Заснетите записи се въвеждат в компютър, маркират се точките на изследване – в случая глезен, коляно, таз, глава, рамо и юмрук. Чрез последователна покадрова обработка координатите на точките от траекториите се записват в компютъра чрез софтуерен продукт „SkillSpector“, като в изходното меню се избират графики на скорости, траектории или изминат път.

Определянето на съществени различия във вариационните показатели става като се заснемат скоростите и изминатия път, както и траекториите на избраните според техниката точки от тялото на спортиста.

1.3.2.4. Изследване характеристиките на травматизма

Изготви се групова карта на травматизма, при която основен признак е топографо-анатомичната характеристика на травмата. Анкетната карта съдържа следните категории:

- а) Демографски характеристики (пол и възраст);
- б) Идентифицират причините за травми - предишни травми, техния вид, място и причина за увредата;
- в) Тежест на травмата (времето, през което състезателят не може да вземе пълноценно участие в тренировки и мачове).

Съобразно този срок травмите се разделят на:

- леки - срок на спортна неработоспособност до седмица;
- средни - срок на спортна неработоспособност – между 7 и 28 дни;
- тежки - срок на спортна неработоспособност повече от 28 дни;

- г) Механизъм на травмата: според наличието или липсата на контакт с противник при получаване на травмата се разделят на контактни и безконтактни;

- д) Топографо-анатомична характеристика:

- вид на травмите, съобразно структурното засягане.

- е) Време (съобразно вида на спортната активност) - тренировка или състезание, при която е получена травмата.

1.3.2.5. Математико-статистически методи за обработка на резултатите от изследването

При обработката на резултатите от изследването са приложени следните математико-статистически методи: вариационен, корелационен (вътре- и междугрупов) и факторен анализ на резултатите със статистически програмен пакет SPSS v19. Представянето на таблиците и графиките използва графичните възможности на MS Office 2010 и SPSS v.19.0.

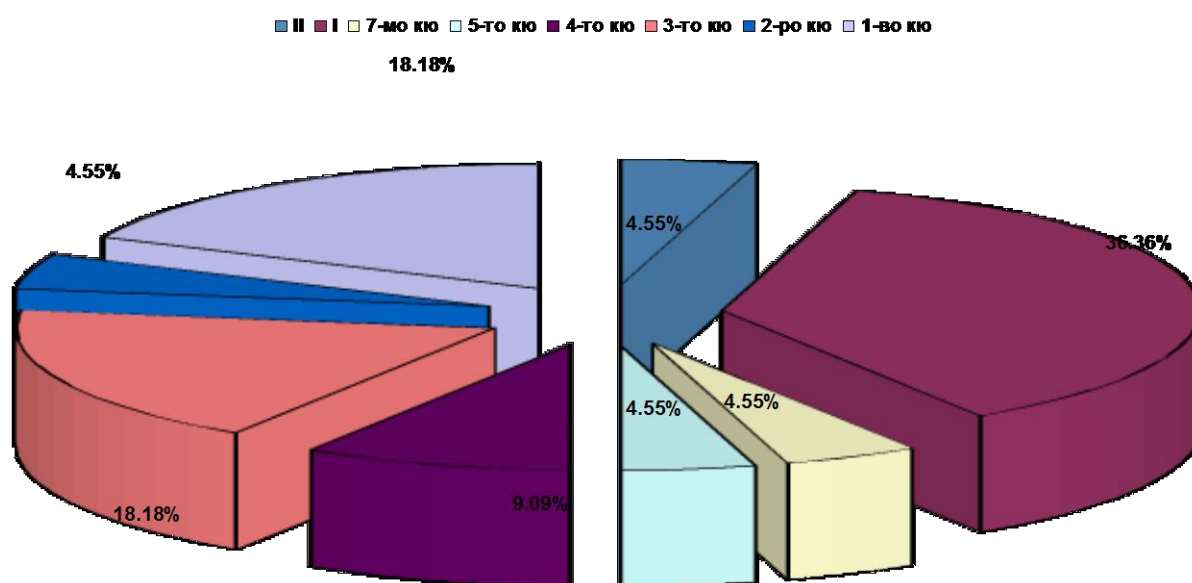
2. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

2.1. Анализ на морфологичните характеристики

Антропометричният профил на спортистите в карате доказва своята информативност за специфичната морфологична адаптация върху показателите на телесното развитие на състезателите и от двата пола. Ниските стойности на коефициентите на вариация V , асиметрия As и ексцес

Ех, ни дават основание да допуснем нормално разпределение на показателите на изследваните спортисти и от двете групи.

Във връзка с определяне на спортния профил на състезателите сме разгледали тяхната специализация в процентно съотношение (фиг.1). Прави впечатление, че извадката съдържа висок процент от състезателите във високия клас от I и II дан (41%), следвани от същия процент от групата 1-3 кю, илюстриращо за пореден път предоминиране в групата на състезателите от висока квалификация в Карате.



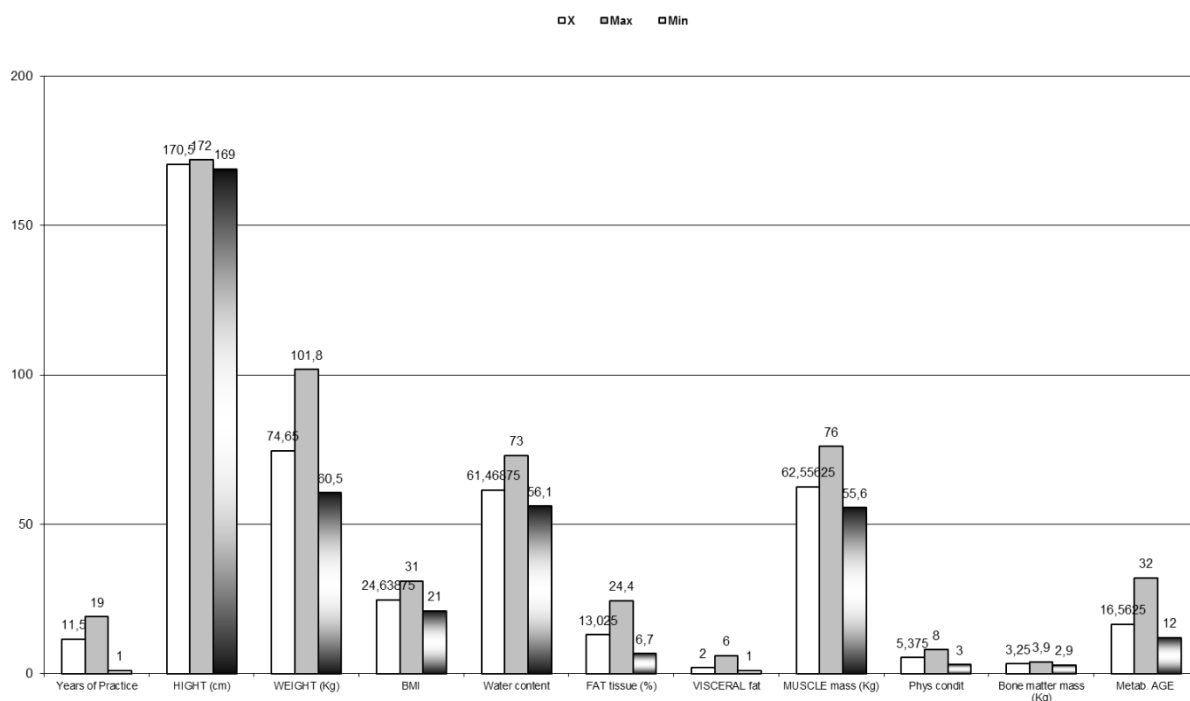
Фиг.1 Графика на разпределение по спортен ранг в изследваната група по кю-дан системата

Данните от изследваната ни група мъже-каратели, обрисуват една сравнително хомогенна и добре оптимизирана извадка от спортисти в бойните изкуства, включваща както елитни каратеки, така и от ранг национално ниво (дори когато тепърва се развиват в кю-дан системата), добре приспособени към изискванията на карате - израз на баланс между бързина, сила и издръжливост. Заслужава си да споменем възрастовия диапазон: болшинството от наши състезатели-каратеки са в границите 20-23 годишни, със средна възраст от 21,7 г. със стандартно отклонение от 2,6.

Според представеното във фиг.2, височината при мъжете е от 169 см до 172 см, което показва че заниманията с карате са предпочели спортисти с ръст среден за представителите на българската популация. Теглото варира в границите 60 кг до 101 кг, като сравнително голямата разлика спрямо

средното тегло (74,7 кг), при вариация от 13%, предполага че различията ще идват от развитието на активната компонента мускулна маса. Вторият компонент - мастната тъкан е в границите на едва 13%, при стандартно отклонение от едва 5,1, т.е. основната група от атлети са пропорционално развити и адаптирани към изискванията на карате. Добавяйки индекса за отложени около вътрешните органи мастни депа (за мъжете този показател е със средна стойност от 2,0), което само по себе си отговоря за необходимия минимум на енергийна валута около коремните органи, но без да затруднява енергийния баланс на каратеката в състезателен режим.

Средната мускулна маса на спортистите ни е в границите от 20 до 36 кг (висок процент спрямо водното съдържание на тялото), а BMI е в рамките на 21-31 - признак за хармонично развитие, особено имайки предвид, че средната стойност е 24,4 при коефициент вариация от отново близките 12%.

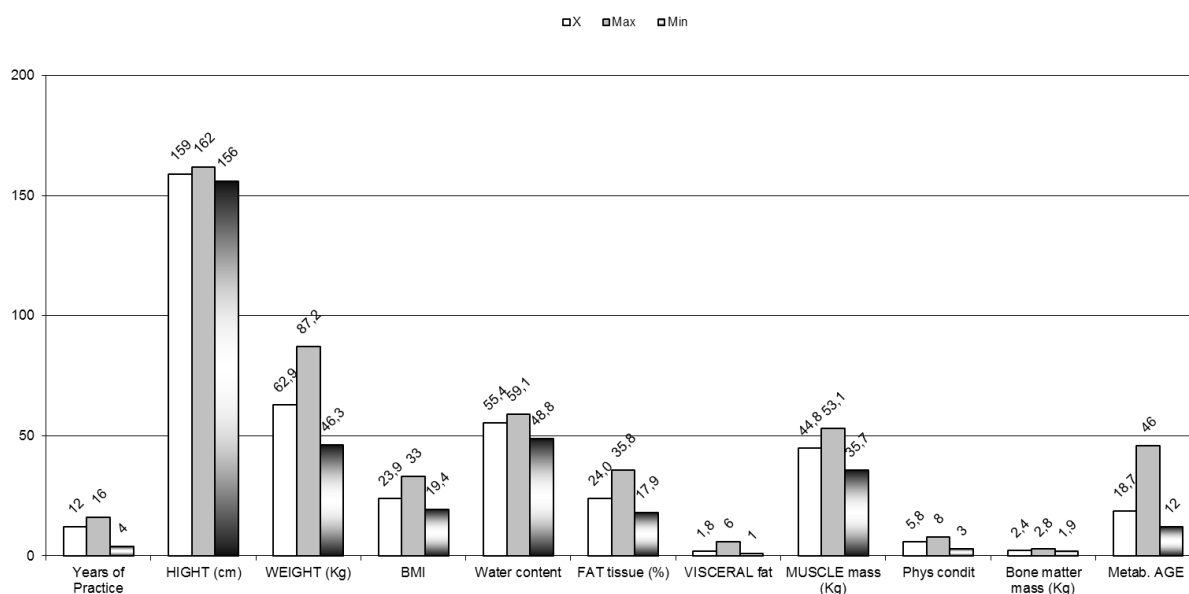


Фиг.2 Представяне на стойностите от вариационния анализ на антропометрични показатели при мъжете-каратисти.

Според представеното на фиг.3 по избраните показатели, двата пола са с повече прилики: практическият стаж при жените и средната възраст са в сходни рамки - 12 г. спрямо 11,5г. (за мъжете) и 22 г. спрямо 21,7 г. (при мъжете), което показва близък статистически размах. Ръстът на спортистите ни е в рамките на 156 – 162 см, което отново доказва изведената вече тенденция: треньорите да подбират и да се насочват към

представителки на популацията около и под средния ръст (165см), като при теглото отново имаме размах от над 60% сравнявайки 2 от най-леките до най-тежките представителки - 46 кг до 87 кг.

Мускулната маса и BMI са очаквано занижени (спрямо мъжете-каратеки), в границите 16 – 26 кг (спрямо мъжете 20 – 36 кг), което е естествено производно на очакваните полови различия, а BMI е от 19 до 33 (съответстващ на размахът на BMI при мъжете 21 - 35). Според средната стойност на телесните мазнини жените-каратеки скача на 24%, т.е. според този показател бележат много по-хетерогенна група (коефициентът на вариация тук е 27%), като неизбежно пада и процентът водно съдържание - 55,4 спрямо 61,5% при мъжете.



Фиг.3 Представяне на стойностите от вариационния анализ на антропометричните показатели за жените-каратеки.

За установяване на зависимостта на антропометричните признаци според спортната квалификация стаж, бяха отделени група висококвалифицирани спортисти от първи дан и нагоре, и втора група - които са в началото на спортния си стаж.

Табл.2 Средни стойности на изведените антропометрични показатели на двете групи спортисти с висок и нисък ранг

Кю-дан степен	Стаж	Ръст (см)	Тегло (kg)	BMI (kg/m ²)	Водно съдържание (%)	Маст-на тъкан (%)	Висцер. мазнини	Мускул-на маса (кг)	Степен физ. пригодност	Маса костна тъкан (кг)	Метабол. скорост (Ккал)	Метаб. възраст
3-1 кю	10	165,33	67,7	24,28	59,04	17,18	1	23,34	5,4	2,8	1684	17,2

I-II дан	14,5	170	75,1	24,6	59,74	14,26	2,8	28,54	5,8	3,28	1937	18,2
----------	------	-----	------	------	-------	-------	-----	-------	-----	------	------	------

За групата от първи дан средната стойност на спортната квалификация е 14,5 години, а при нискоквалифицираните е 10 години. Според изчисленията средни стойности за стажа, тук изпъква факторът средна възраст, дори когато тя е близка за състезателите от по-нисък ранг - средно 21,7 год. (с размах от 19 до 27 г.), докато при високо профилираните спортисти с над 10 годишен спортен стаж е 22,3 год. (сходен диапазон 19-29 г.). Един прост прочит на тази възрастова отлика ни показва, че елитните каратеки започват подготовката си средно в детска възраст, докато за по-ниския клас това е около началото на пубертета.

Различия започват да се откриват още при показателите за тегло. Елитните каратеки бележат 28,5 кг спрямо 23,3 кг мускулна маса за не толкова обиграните състезатели, което не е изненадващо, имайки предвид по-голяма средна височина: 171 см спрямо 165 см., при средно тегло също в полза на първата група - 75 кг спрямо 68 кг. Дори когато имаме сходства и за двете групи, имаме индекс на телесна маса (BMI) от 24кг/м², съдържанието на вода в тялото е 59% спрямо 69% в полза на елитните ни каратеки, допринасяйки и за по-висок сумарен индекс на физическа пригодност (5,8 спрямо 5,4 за състезателите от по-нисък клас), по-олекотен откъм „баластра“-та която е мастната тъкан на тялото, дори да има същото количество мускули ще се движи по-бързо и ще е по-издръжливо.

2.1.1. Корелационен анализ на антропометричните показатели

Според табл.3 коефициентите на вариация (от 5,34 до 34,95 %), групата се определя като нехомогенна, при Ексцес колебаещ се от -1,755 до 2,449 (при доверителни стойности за групата 1,803) = различно от нормалното разпределение, докато Асиметрията е от 1,46 до 6,00 (при доверителен интервал 0,927) = несиметрично разпределение с дясно изтеглено рамо.

Според табл.4 се наблюдават значими вътрешногрупови корелационни връзки между телесно тегло и спрямо: BMI ($r=0,788$), спрямо околоорганични отлагания мастна тъкан ($r=0,642$), спрямо мускулна маса ($r=0,809$), спрямо общо физическо състояние ($r=-0,583$), спрямо костна маса (Kg) ($r=0,810$), спрямо метаболитна скорост (Kcal) ($r=0,857$), и спрямо метаболитна възраст ($r=0,583$). Правопропорционалните корелационни зависимости между показателите тегло и мускулна ($r=0,809$), и костна маса

(0,810), както и с метаболитна скорост ($r=0,857$) и възраст ($r=0,583$) при каратеките, ще приемем за белег на едно оптимизирано откъм двигателните компоненти и режим на скорост на процесите тяло.

Табл.3 Представяне на стойностите от вариационния анализ на цялата изследвана група каратисти

Техни- ческа степен	Годи- ни стаж	Висо- чина (см)	Тегло (kg)	ВМІ (kg/m ²)	Водно съдър- жание (%)	Маст- на тъкан (%)	Около орган- на мастна тъкан	Мус- кулна тъкан (кг)	Ин- декс физ. съст.	Маса кост- на тъкан (кг)	Метаб. ско- рост (Ккал)	Метаб. възраст
X	12	166	71	24,4	59,8	16,0	2,0	27,7	5,5	3,0	1809	17,1
S	4,24	6,45	11,79	3,49	4,91	7,27	1,79	9,73	1,60	0,48	288,49	9,19
V	26%	4%	17%	12%	8%	73%	179%	16%	32%	15%	16%	77%
As	-0,84	-0,57	0,34	0,97	0,46	0,85	1,79	-0,72	0,39	-0,81	-0,47	2,01
Ex	0,78	-1,76	1,29	0,47	1,82	0,90	1,72	0,37	-0,42	0,55	0,75	3,67
Max	19	172	102	33	73	36	6	76	8	4	2434	46
Min	1	156	46	19	49	7	1	36	3	2	1155	12
R	18,00	16,00	55,50	13,60	24,20	29,10	5,00	40,30	5,00	2,00	279	34

Показателят „височина” е с правопрпорционална корелационна зависимост спрямо мускулната маса ($r=0,839$), а също и спрямо костната маса ($r=0,850$), но в отрицателна корелационна зависимост спрямо процента мастна тъкан ($r=-0,628$). Извеждането на тези зависимости облича във факти наблюдението, че при каратеките издължаването на опорно-двигателния апарат (ОДА), не е в обратна зависимост съпроводен от намаляване на мускулатурата, а точно обратното.

Интерес представлява наблюдаваната висока и положителна корелационна зависимост между триадата костна и мускулна маса ($r=0,998$), и костна маса и метаболитна скорост (0,991), мускулна маса и метаболитна скорост ($r=0,993$), представящи тялото на каратеката като една солидна и добре балансирана опорно-двигателна рамка. В тази конструкция имаме оптимизирани пасивна (кости), и активна (мускули), компоненти, колкото по-бързо расте активната, толкова по-бързо заякват и растат костите, за да осигуряват структурна стабилност на тялото.

Табл.4 Корелационна таблица на антропометричните показатели на мъжете и жени-каратеки

		Годи- ни стаж	Висо- чина	Тегло	% Водно съдър- жание	% Масна тъкан	Мус- кулна маса	Костна маса	Метабол. скорост Ккал	Мета- бол. възраст
Навършена възраст	Pearson Correl	0,37	-0,336	-0,212	0,035	0,115	-0,234	-0,241	-0,275	-0,034
Години стаж	Pearson Correlat		-0,16	-0,016	-0,042	0,084	-0,076	-0,047	-0,067	-0,009
Височина	Pearson Correlat			0,556**	0,353	-0,628**	0,839**	,850**	,804**	-0,261
Тегло	Pearson Correlat				-0,302	0,138	,809**	,810**	,854**	,479*
% Водно съдържание	Pearson Correlat					-,831**	0,268	0,256	0,188	-,570**
% Масна тъкан	Pearson Correlat						-0,406	-0,403	-0,314	,721**
Мускулна маса	Pearson Correlat							,998**	,993**	0,097
Метаболитна скорост Ккал	Pearson Correlat								,991**	0,094

Висока обратнопропорционална корелационна зависимост се наблюдава между мастна тъкан и воден компонент ($r=-0,830$), както и спрямо метаболитната възраст ($r=-0,570$), като тези статистически дадености удостоверяват обратната връзка между двата компартмента и динамичен баланс, израз на факта че колкото по-малка е компонентата на по-активната водно съдържаща тъкан в тялото, толкова и скоростта на метаболитните процеси ще е по-занижена, водейки до забавяне не само в изпълнението на бойни техники и достигането на търсената победа, но и в последващите периоди на възстановяване за ново състезание или двубой. Допълнително ни прави впечатление и високостепенната корелация между BMI и тегло ($r=0,788$), метаболитна възраст ($r=0,809$), а особено много и BMI и околоорганна отложена мастна тъкан ($0,703$). Тези корелационни фактори определят явно по-солидна опорно-двигателна структура с добре изявени двигателни способности, като прави впечатление, че колкото е по-високо BMI, толкова по-бързо нараства и вероятността да се увеличават и неактивните депа (мастна тъкан). За каратеките и вече представеното съотношение между висок ръст и увеличена мускулна маса, това означава че в класическия случай по-високи стойности на BMI ще корелират и с

висока скорост на телесните процеси в оптимизирано тяло, откъдето се изгражда един балансиран, дори и по-енергоемък, желан модел на състезателя по карате. Но тази последна корелация маркира и също толкова негативен процес - при набор от състезателите ни това е предразположение към натрупване на „скрити“ депа от мастна тъкан.

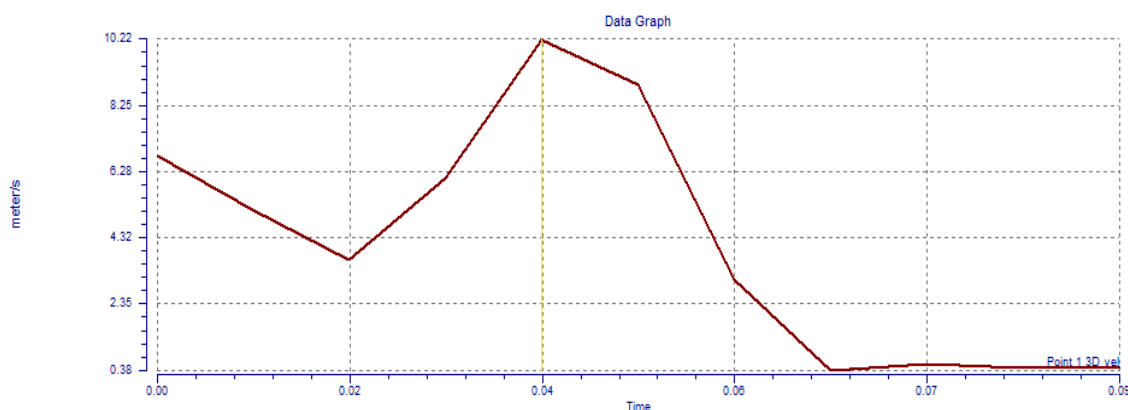
2.2. Биомеханичен кинематичен анализ

2.2.1. Кинематичен и анатомо-функционален анализ на техниката Gyaku-Zuki

На базата на множество изследвания, проксимално-дисталната мускулна активация по време на карате удар се приема за благоприятстваща ефективното достигане на висока двигателна скорост и генериране на сила. Наблюдаваната мускулна дейност и последващият кинематичен анализ представят поредица от активации, плъзгащи се от близък към далечен сегмент, при което мишничните мускули показват по-голям интензитет на активирането си спрямо мускулите на предмишницата.

Прави впечатление последователността на активация при техническото изпълнение на мишница (сгъване и вътрешна ротация) и предмишницата (разгъване и пронация), изпълнени с по-малки амплитуди при карате групата.

От фиг. 4 може да се види че последователността на сегментна активация в изпълнението на техниката gyaku-zuki, извършвана от каратеки, започват със спрегната предмишнична пронация и мишнична флексия на мишница преди контакт, последвани от допълващи се мишнично-вътрешна ротация и предмишнично разгъване. Така първите мускули-изпълнители са агонистите на мишнична флексия и вътрешна ротация (*m.deltoides: pars claviculalis*), в началната фаза на натоварване, успоредно на първична активация на предмишничните флексори и пронатори (*m.biceps brachii*, *m.brachioradialis*, и *m.pronator teres*). Последните активирани мускули в удара gyaku-zuki ще бъдат предмишничните екстензори и пронатори, както и техните антагонистични мускули (*m.biceps brachii*, *m.brachioradialis*).



Фиг.4 Графика на ускоряването на 2 избрани точки от горен крайник: раменна става и юмрук, при изпълнението на техниката Gyaku-Zuki

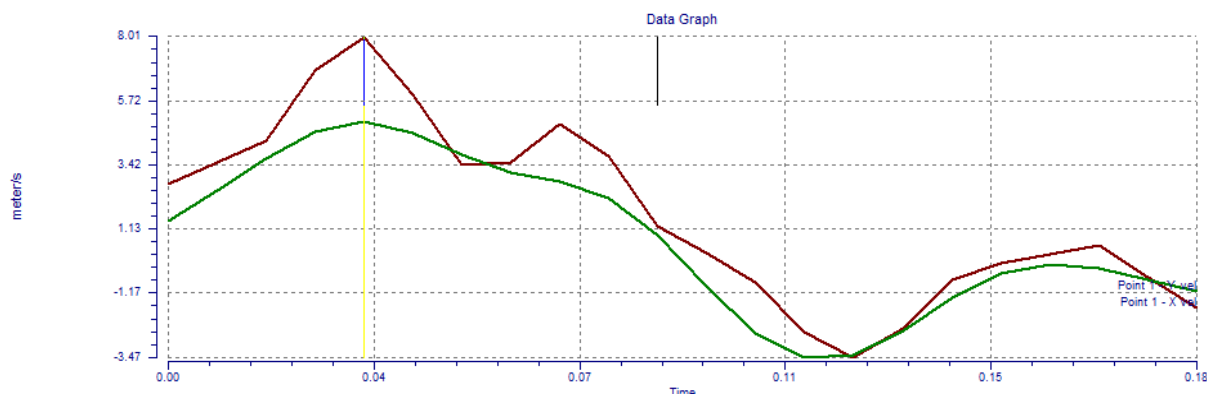
Допълнителния прочит на тази високостепенна активация може да бъде в 2 посоки: заложен механизъм за защитата на раменната става, или мускулен дисбаланс между *m.deltoideus* и мускулите на ротаторния маншон, като основен фактор в съпровождащия *gyaku-zuki* травматизъм.

В рамките на собственото ни изследване изведохме средната стойност на удара с ръка от 13,2 m/s, като размахът бе от 5,1 m/s до 21,2 m/s. Отново прави впечатление че при собствените ни Каратеки има почти четирикратна разлика между скоростите развивани от неопитните бойци (с едва 1-2 годишен опит), спрямо най-обиграните сред черните колани/по спортен стаж. Този анализ за пореден път извежда на преден план ефективния контрол върху тялото и изпълняването на успешни по бързина и сила техники от спортистите с по-дълъг и успешен състезателен стаж.

2.2.2. Кинематичен и анатомо-функционален анализ на техниката Mae-Geri

При техниката Mae-geri се забелязва по-голяма целесъобразност: търсене на максимална скорост под контрол-достигане на противникът и прицелната зона от тялото му, но никога с прекомерна сила, за да няма риск за нараняването му. При анализа на ритника *mae-geri* и представената фиг.5 може с лекота да посочим комбинацията от последователно активирани *m.quadriceps femoris* от предната, и *m.semitendinosus* et *m.biceps femoris*, от задната групи на бедрото като критични не само за бързото и успешно изпълнение на ударът, но и също толкова важното връщане на кракът в изходна позиция. По-детайлният анализ на мускулната активация ще изведе като най-активен мускул *m.quadriceps femoris*, но и ще обърне внимание на

m.vastus intermedius на опорния крак, акцентуирайки върху значението на опорния крак за успешното извършване на всяка техника с ритник.



Фиг.5 Графика на ускоряването на избраните 3 точки от долен крайник (тазобедрена и колянна става, ходило), при техниката Mae-Geri

Оттук и следствието - колкото е по-бърза фазата на предзареждане (хоризонтирано бедро, напрегната мускулатура около колянна става), наблюдавана сред международните спортисти, толкова по-големи ще са скоростите на изпълнение на етапи 2 и 3 (а именно активация на екстензорна група за изпълнение на ритника и последващото забавяне чрез ишио-круралната мускулатура в колянната става). Всяко разминаване между фазите на активация-релаксация на посочените групи ще е рисково, защото прекомерно и бързо съкращаване на абнормно развит четириглав бедрен мускул може допринесе за коленни увреди или претоварване на сухожилния апарат, а бавното връщане в изходна позиция ще компрометира баланса и способността на изпълняващия ритника играч да блокира контра-атака.

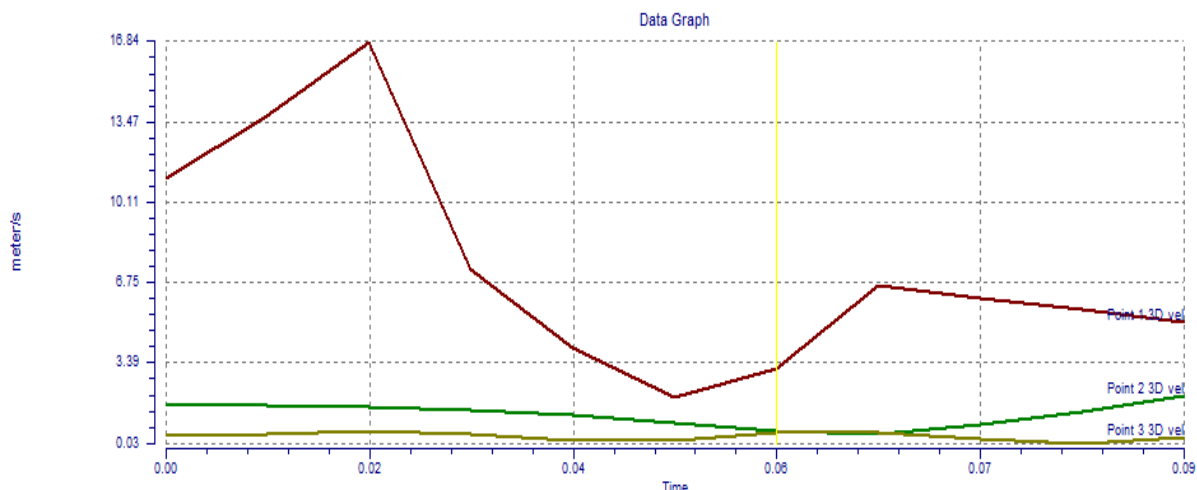
Този разбор на техниката маркира, че елитните спортисти явно въвличат по-голям процент от капацитетът на четириглавия си бедрен мускул във фазата на нападение, както и на ишио-круралната група мускули по време на фазата връщане на ритника, осигурявайки по-добра експлозивност в края на преднатоварващата фаза. Това може да обясни и по-високата скорост на движение на крака при елитните каратеки.

Особеното е, че при нашите елитни каратеки, ударът с крак mae-geri се изпълнява с по-ниска средна скорост от 12,3 m/s, при маркирани максимална и минимална стойност от 6,8 до 19,8 m/s, като спортистите ни от международен ранг очаквано изпълняват mae-geri ритник за по-кратко време и с по-голяма сила на удара.

2.2.3. Кинематичен и анатомо-функционален анализ на техниката Yoko-Geri

Странично насоченият удар Yoko-geri е трудна за прилагане бойно-приложна техника, факт основно дължащ се на сложността на движенията, сложната междумускулна координация, ограниченията в гъвкавостта на тазобедрената, колянната и глезената стави, ограничената мускулна гъвкавост и развивана сила от долните крайници (мускули привеждачи и отвеждачи), както и тези на коремната стена.

Измерените ъгли в изпълненото от нас изследване, при извършването на техниката Yoko-geri, сключени между продължението на долния крайник и тялото на спортиста, маркираха минимални и максимални показания от 38° до 89° със средна стойност от 64°. Представянето на удар, толкова многообразен откъм скорости, изпълнен от малцината „аматьори” с под 4 годишен състезателен стаж от под 40°, илюстрира слабото развитие на необходимия набор от мускулни групи, сравнено с елитните каратеки с техния достигнат максимум на повдигане на долния крайник.



Фиг.6 Графика на ускоряването на избраните 3 точки от долен крайник (тазобедрена и колянна става, ходило), при техниката Yoko-Geri

Анализът на фиг.6 показва ясно преимущество на скоростта на ходилото спрямо тази на бедрото или колянното. При изпълнение на страничен удар yoko-geri, изпъква по-високата първична стойност на ускоряване на бедрото, постигана чрез действието на множество мускули около тазобедрена става (ТБС), всред които изпъква групата на седалищните (mm. gluteus maximus, medius et minimus), извън очакваните мускулни групи на свободния долен крайник на опорния и изпълняващия ритникът крак,

допълвани от коремната мускулатура на туловището (*m.obliquus abdominis internus et externus*; *m. transversus abdominis*, *m. latissimus dorsi*).

Опорният крайник участва активно в изнасянето на удрящият чрез разгъването в частично сгънатата колянна става чрез собствените (леви): *m.quadriceps femoris*; *m. gastrocnemius* и *m. soleus*, допълнено от компенсаторната ротация на ходилото.

Изброяването на това множество от синхронно работещи мускулни групи има за цел не просто да подчертае сложността и забавянето при изпълнението на ударът с долен крайник *yoko-geri*, а и да помогне на състезателя чрез осъзнаването на участващите в удара мускулни групи, и представи обосновката за разгривка и правилна подготовка в рамките на първенство, за да търси той заедно с треньора си упражнения за тяхното засилване и тонизиране - фактор от първостепенна важност в профилактиката на мускулни и ставни увреди при изпълнението на ритника *yoko-geri*.

2.3. Биомеханичен динамометричен анализ на получените данни от трите изследвани бойни техники

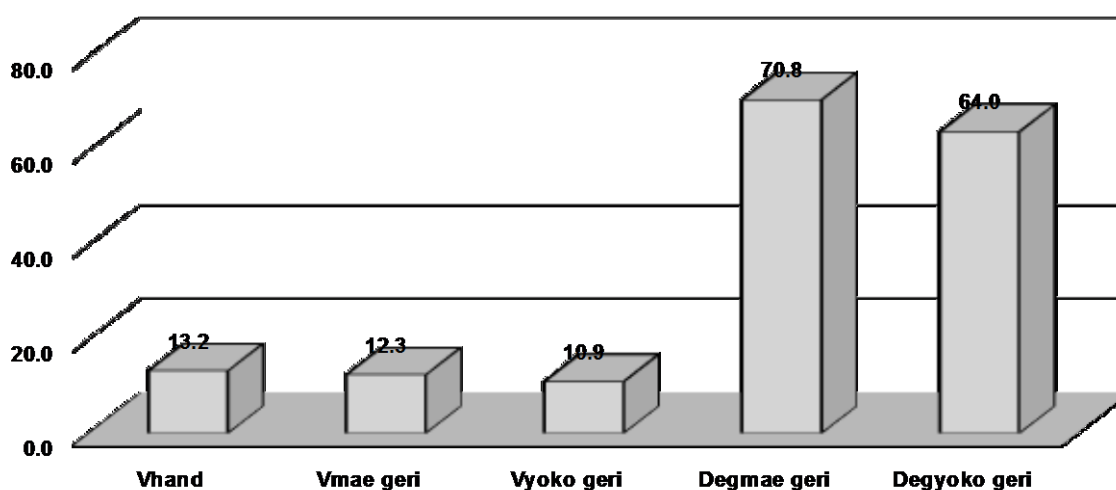
На табл.5 са показани характерните стойности на скоростта на удара, и ъгълът, при който е постигнатата тази стойност, за изпълняваните от състезателите прав удар с ръка *gyaku-zuki*, ритниците *mae-geri* и *yoko-geri*. Ниските стойности на коефициентите на вариация, асиметрия и ексцес ни дават основание да допуснем нормално разпределение на опитните данни за изследваната статистическа извадка.

Проведените от нас изследвания дават резултати, доближаващи се до сравнителните литературни данни, но все пак средните стойности на достигнатата амплитуда в ъгъла за всяко от трите техники при изследваната от нас група са по-ниски (допустимо от гледна точка на по-ниско квалификационно равнище).

Табл. 5 Средни стойности на скорост при изпълнението на ударите с ръка Gyaku-Zuki и крак- Mae-Geri и Yoko-Geri, и ефективния ъгъл при изпълняваните от състезателите Mae-Geri и Yoko-Geri

Индивидуална техника	V Gyaku-Zuki	V Mae-Geri	V Yoko-Geri	Градуси Mae-Geri	Градуси Yoko-Geri
X	13,2	12,3	10,9	70,8	64,0
S	3,6	3,6	4,1	13,2	13,9
V	27%	29%	38%	19%	22%
As	-0,1	0,0	1,9	0,2	-0,2
Ex	0,6	-0,7	5,3	-1,4	-0,6
Max	21,2	19,8	24,8	94,0	89,0
Min	5,1	6,8	6,7	53,0	38,0
R	16,1	13,0	18,1	41,0	51,0

Както е представено във фиг. 7, собствените ни изследвания установиха че при ударите с горен крайник средната скорост на gyaku-zuki е 13,2 m/s (при диапазон от 5,1 до 21,2 m/s), като очаквано най-високите стойности от 16,1 m/s бяха представени от състезатели от висок клас, и предимно всред специалистите от първи дан. При тях средната скорост на gyaku-zuki е в рамките на 14 m/s и варира от 9,9 до 21,2 m/s, като при ударите с долен крайник средната скорост на mae-geri пада до 12 m/s (при диапазон от 6,8 до 16,8 m/s), и бележи най-ниски средни стойности при yoko-geri 9,5 m/s за диапазона от 6,8 до 12,8 m/s.



Фиг.7 Графично представяне на достигнатите скорост и ефективни градуси на техниките Gyaku-Zuki, Mae-Geri и Yoko-Geri

След изпълнения разбор на представеното в табл.6 правят впечатление няколко зависимости: gyaku-zuki е ударът който дава най-разнородната група, но с най-високи абсолютни стойности откъм скорост - фактор на който вече обърнахме внимание, където от най-бавния до най-бързия по скорост разликата е над 2 пъти.

Табл. 6 Средни стойности на скорост удар с горен и долен крайник при елитни спортисти

	V Gyaku-Zuki	V Mae-Geri	V Yoko-Geri
average	14,0	12,0	9,5
max	21,2	16,8	12,8
min	9,9	6,8	6,8

Тази тенденция е не само запазена, но и надградена от следващия скоростен удар-ритникът mae-geri при който крайната средна скорост може да е по-ниска, но и с най-голяма вътрегрупова разлика: най-добрите ни бойци са над 2,4 пъти по-бързи сравнени с най-бавните от каратеките от I-ви дан и нагоре. За състезателите от висок ранг uoko-geri кекоме е най-плавно изпълнявания удар: при него скоростите на изпълнение не достигат и визираната граница от 2 пъти по-бързо изпълнение всред най-бързите и успешни състезатели сред елитните карате спортисти, до степен при която дори най-бавния по скорост gyaku-zuki е по-бърз от усреднената стойност на uoko-geri. Така с право можем използваме неговите стойности като пример за овладяването на мускулна координация и баланс на тялото при нашите каратеки-експерти.

Табл. 7 Средни стойности на скорост удар с горен и долен крайник при спортисти от нисък ранг

	V Gyaku-Zuki	V Mai-Geri	V Yoko-Geri
average	10,4	10,6	9,1
Max	17,0	14,3	13,4
Min	5,1	7,4	6,8

Както личи от табл. 7, при състезатели от и под 3-то кю, резултатите са очаквано по-слаби: наблюдават се по-ниски средни стойности (най-силно изразен в спада от 30% до 10,4 m/s за gyaku-zuki, и с изравняване в средната

скорост на изпълнение на ударите с ръка и крак), занижени максимални стойности при повишени минимални за диапазона на изследваната извадка, което е напълно обяснимо от гледна точка на квалификационното равнище. Специфично за групата на спортистите с висока квалификация, е че при удара с ръка *gyaku-zuki* вариация в скоростта варира от най-бавен до най-бърз 3,4 пъти (дори само по себе си това е огромна разлика), мерило за контрола на мускулатурата при сигнал за действие, което може да позволи не само търсят недостатъците в изпълнението на по-неподготвените, а дори и за изпъкване на състезателите с по-голяма готовност за бързо атакуване или ефективна контраатака.

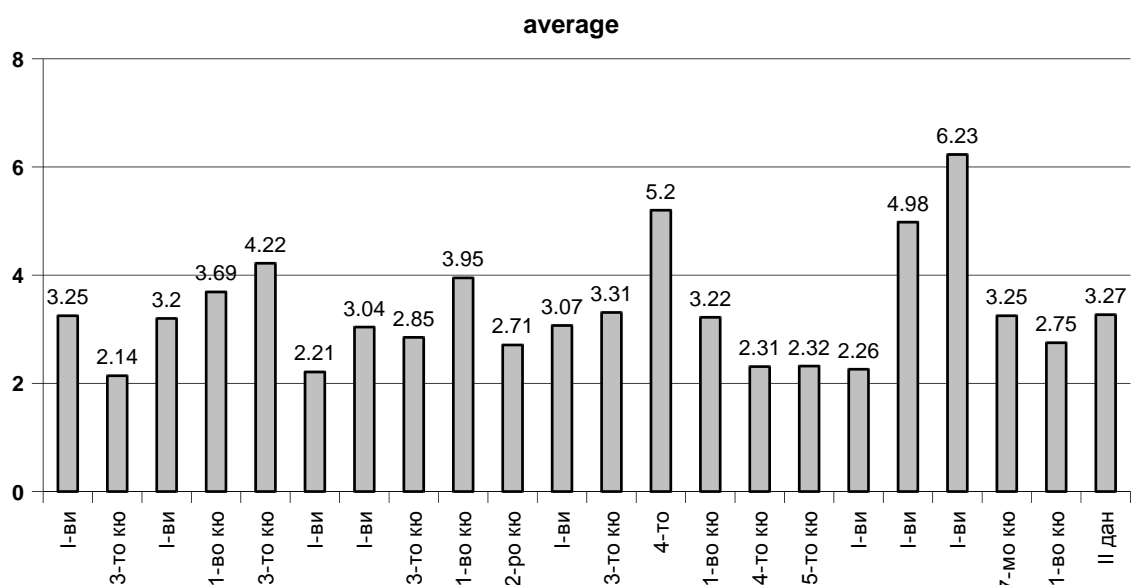
В рамките на изведените данни се вижда изравняване на средните скорости на директния и бърз удар напред *mae-geri* с по-сложния страничен *yo-geri*. Стига се до парадоксалното изравняване по време на най-бавните и опитни, и от нисък ранг спортисти в изпълнението на двата удара, а дори и до по-бързо изпълнение (13,4 спрямо 12,8 m/s) на *yo-geri* ритник. Тези резултати бихме могли да обясним с бойната култура на вече обиграните състезатели, които отделят малка част от времето си да поддържат готовността си в двубой, да изпълняват бързи и точни странични удари с долен крайник, както и фактът, че тепърва трупашите опит не са толкова профилирани и както е видно, умеят да контролират пределните си възможности и при двата удара с крак.

Чрез този анализ изведохме две техники, прогнозиращи техническите възможности на каратеките ни: всред умерено профилираните ни състезатели (1-3 кю), *gyaku-zuki* бе с най-големите вариации в скоростта вътрегрупово, като най-бързо изпълняващите удара състезатели ще са именно най-перспективните откъм бъдещо развитие. Чрез използването на ритникът *yo-geri* кекоме, можем да представим степента на овладяване и мускулна координация и балансът на тялото на нашите каратеки-експерти - мерило за тренъора за мускулния контрол на трениращите. Това насочва тренъора към допълнителни целенасочени упражнения за усилването на представените мускулни групи.

2.4. Стабилометричен анализ

Както личи от фиг.10, елитните каратеки показват изразена динамика в ОЦТ при хоризонтално преместване и близки до средната скорост изменения в ОЦТ. Спорно е дали това умение на висококвалифицираните спортисти бойни изкуства да изместват центъра на тежестта си по-бързо е с

цел придаването на по-висока линейна скорост на насочения към противника крайник, докато запазват равновесието си по време на атаката. Напротив, както е видимо при сравнението на фиг. 11 и 12, при по-слабо подготвените бойци, имаме по-висока средна стойност (повърхност на осцилации ОЦТ), и по-ниска честота (по-дълги периоди за нападение на опорния крайник и поддържане ефективно равновесие). Факторът е с по-висока стойност, и следователно равновесната устойчивост е по-ниска при слабо подготвени състезатели, изискващи повече усилие за поддържането на единна позиция дори в статично положение.



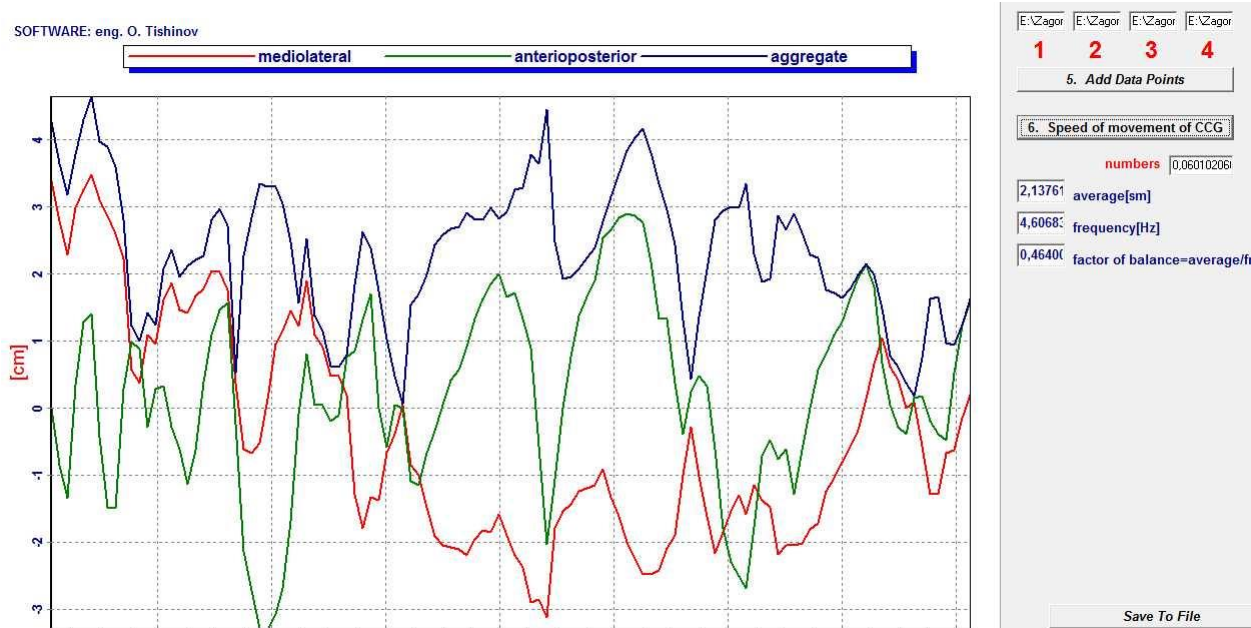
Фиг.10 Индивидуална средна амплитуда на отклонение ОЦТ в поза Ромберг, за всеки от участниците в експеримента в зависимост от квалификационната степен

Както личи от табл.8, за изследваната извадка средната стойност на средното отклонение е 3,3 см, а средната честота е 4 Hz, в граници на изменение от 2,1 см до 6,2 см, а за честотата от 2,9 до 5 Hz. Честотата на средната амплитуда на отклонение е слабо изменчива (ниската стойност на коефициент вариация $V=13\%$), следователно разглежданата статистическа извадка може да се допусне че с нормално разпределение.

Табл. 8 Стойности на средната амплитуда (average) и честотата (frequency), и отклонения на ОЦТ при удари с долен крайник- ритниците Mae-Geri и Yoko-Geri

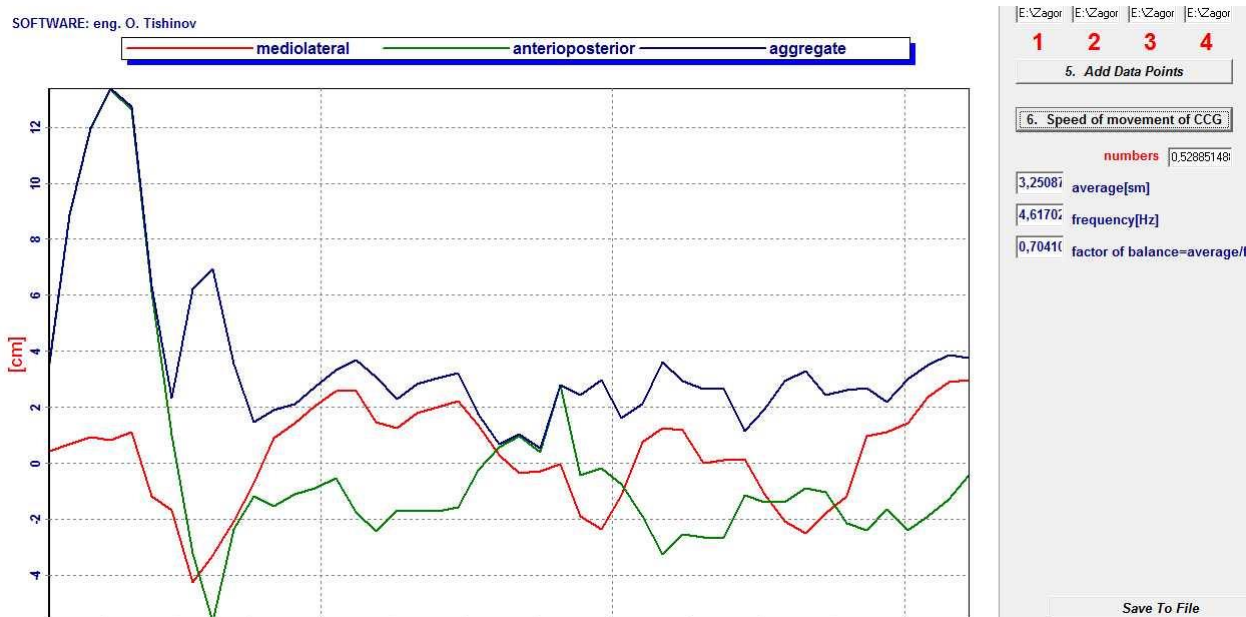
Statistic	average	frequency	Mae-Geri	Yoko-Geri
	[cm]	[Hz]	[cm]	[cm]
M	3,3	4,0	37,7	32,4
S	1,0	0,5	8,4	10,2
V	31%	13%	22%	31%
Max	6,2	5,0	49,0	46,0
Min	2,1	2,9	20,0	10,0
R	4,1	2,1	29,0	36,0

Отново спрямо фиг.10, може да изведем зависимостта че болшинството от висококвалифицираните ни състезатели (4) маркират средна стойност на колебание ОЦТ, по-близки до тези на каратистите 1-ви дан, т.е. бойците с най-дълъг спортен стаж бележат най-близките до средните стойности при стабилотриятта.



Фиг. 11 Стабилограма при изпълнение на поза на Ромберг при висококвалифицираните карате състезатели

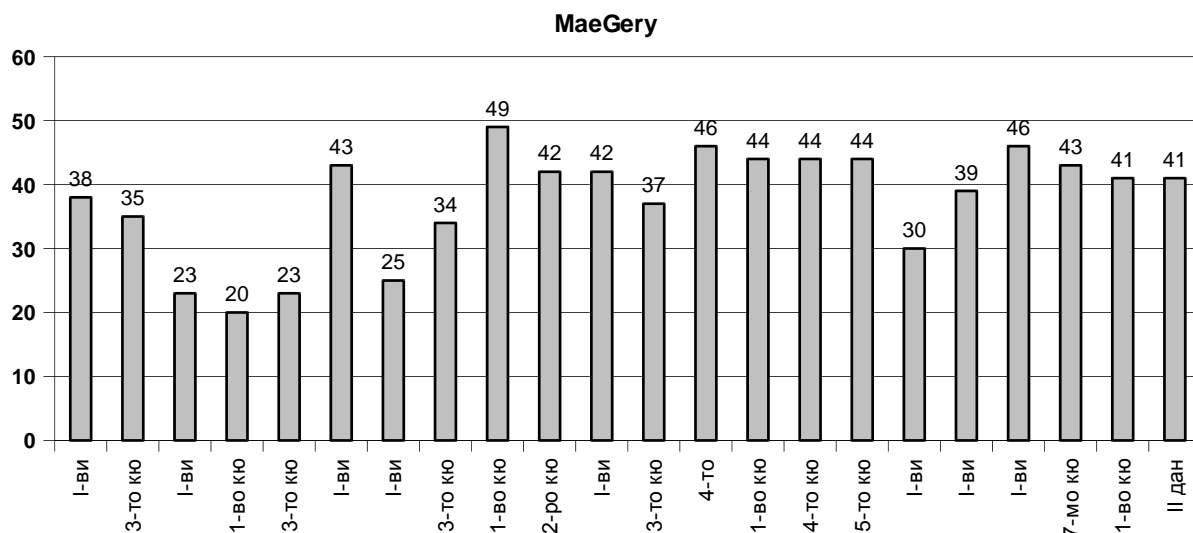
Сходна е картината и при честотния анализ: в близост до „идеалните“ 4 Хц и над тази стойност са отново състезатели с дългогодишен спортен стаж и високопрофилирани- 4 състезатели от 1-ви дан, и седем от 1 до 5 кю като всичките бележат стаж от 6 до 12 години.



Фиг. 12 Стабилограма при изпълнение на поза на Ромберг при нискоквалифицираните карате състезатели

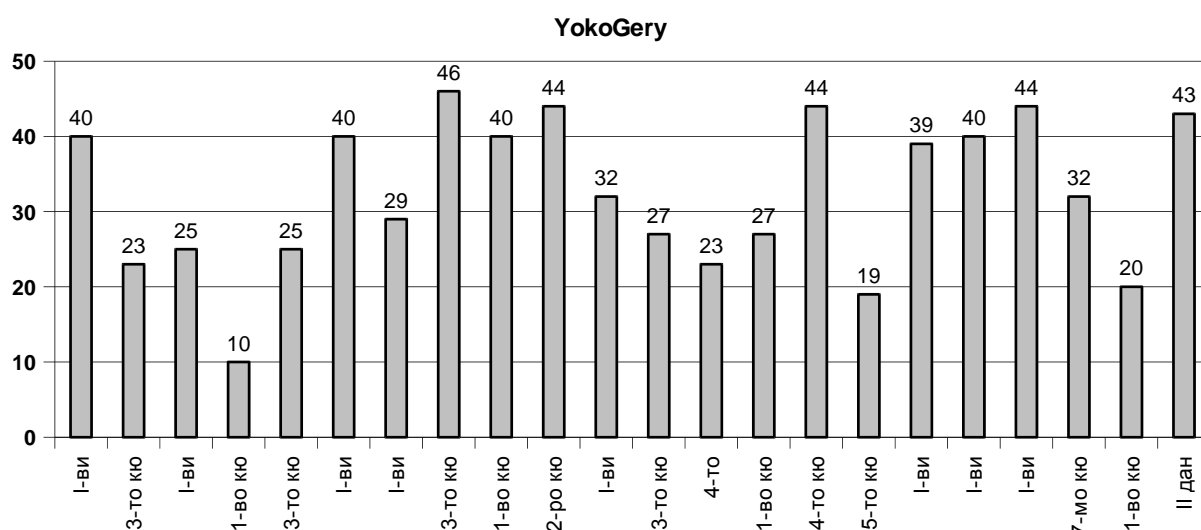
При изпълнението на взискателни откъм поддържане на ОЦТ техники с долен крайник, очакваме развита на високо ниво способност на спортиста да контролира махаловидното изместване на ОЦТ: последователното й извеждане напред (с цел да насочи цялата маса на тялото си през удрящата повърхност на ходилото), достигайки максимални стойности на скорост на движението и сила на удар при контакт, бележейки възможно най-ниските показатели на път изместване на ОЦТ (площ). Това би определило изпълняващият ритника като по-компактен: не само безпроблемно и бързо изнасяне на ритацият крайник напред към опонента, но и бързото му връщане назад, без да губи собствената си стабилност.

И ако при изпълнението на динамичните упражнения удари с долен крайник, за *mae-geru* средното изместване е 37,7 см, а при *yoko-geri* е 32,4 см, то от фиг.13 и 14 можем да отбележим че 9 състезатели (представители на висококвалифицираните каратеки от 1 и 2 дан, както и следващите ги от 1 до 3 кю), изпълниха *mae-geru* с отклонение ОЦТ около и под средните стойности (от 20 до 38 см). Сходна е и картината при *yoko-geri*-10 от нашите най-квалифицирани и с дълъг състезателен стаж каратеки (3 1 дан, и 7 представители от 1 и 3, 4 и 5 кю), са именно тези движещи се около средната стойност за траектория на отклонение ОЦТ (27 до 40 см). Така стабилметричните показатели при изпълнението на двата ритника позволяват оформяне на група от най-добрите и тренирани бойци, доминирана от са тези с дълъг (10 и повече години) стаж.



Фиг.13 Максимална стойност на изместването на проекцията на ОЦТ спрямо опорната площ при техниката Mae-Geri спрямо квалификационната степен

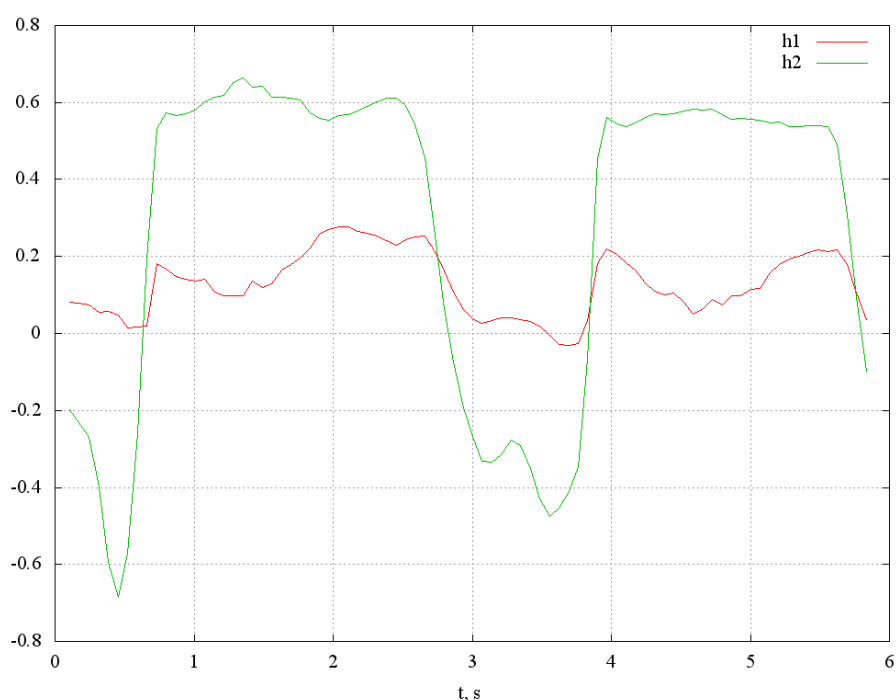
Заслужава да отбележим, че при уоко-гері дори средните стойности да са по-ниски (неизбежно условие не само заради кинематичните особености при изпълнението на този страничен ритник, а и от по-„фиксираните“ условия на изпълнение върху тензоплатформата, спрямо тези в реален двубой), 16% намаление не е на пръв поглед информативно, докато не включим максимални и минимални стойности.



Фиг.14 Максимална стойност на изместването на проекцията на ОЦТ спрямо опорната площ при техниката Yoko-Geri

Тогава изпъква сериозна разлика: уоко-гері води до двойно по-слабо изместване на ОЦТ спрямо мае-гері, когато максималните стойности (46 см

за 177см боец, сравними с толкова по-слабото представяне от 49 см при ръст 171см 1 кю играч), не се различават прекомерно между каратеките. Особено фиг. 15 показва движението на ОЦТ при изпълнението на бойната техника от високопрофилиран играч: изразена динамика при хоризонтално преместване, целяща по-бързото придаване на по-висока линейна скорост на удрящия противникът крайник, поддържайки едновременно близки до средната скорост изменения в ОЦТ (т.е. по-малък път на изместване ОЦТ), определя и по-компактен, бързо изнасящ ритация крайник напред към опонента боец, способен и да го върне бързо назад, без да губи собствената си стабилност.



Фиг.15 Колебания в изместването на ОЦТ характерни за високопрофилираните каратеки

2.5. Анализ на травматизма

Както се вижда от табл.9, по анкетните данни от нашите състезатели извеждаме по-голям брой травми на долните крайници (17), спрямо горните (14), като всред мускулните разстежения има равенство, независимо че откъм сложност тези на крайните дялове (скочна става и палцов разгъвач на ходилото), показват очаквания уклон към увреди на долен крайник. Навяхванията са разнообразни откъм горен крайник (обхващат ставите от лакът до пръсти) и изглежда че леко доминират, сравнени с основното нараняване на скочната става при долния.

Табл.9 Сборно представяне на видовете травми според

**локализация и механизъм на получаване за
групите според нивото на техническо майсторство.**

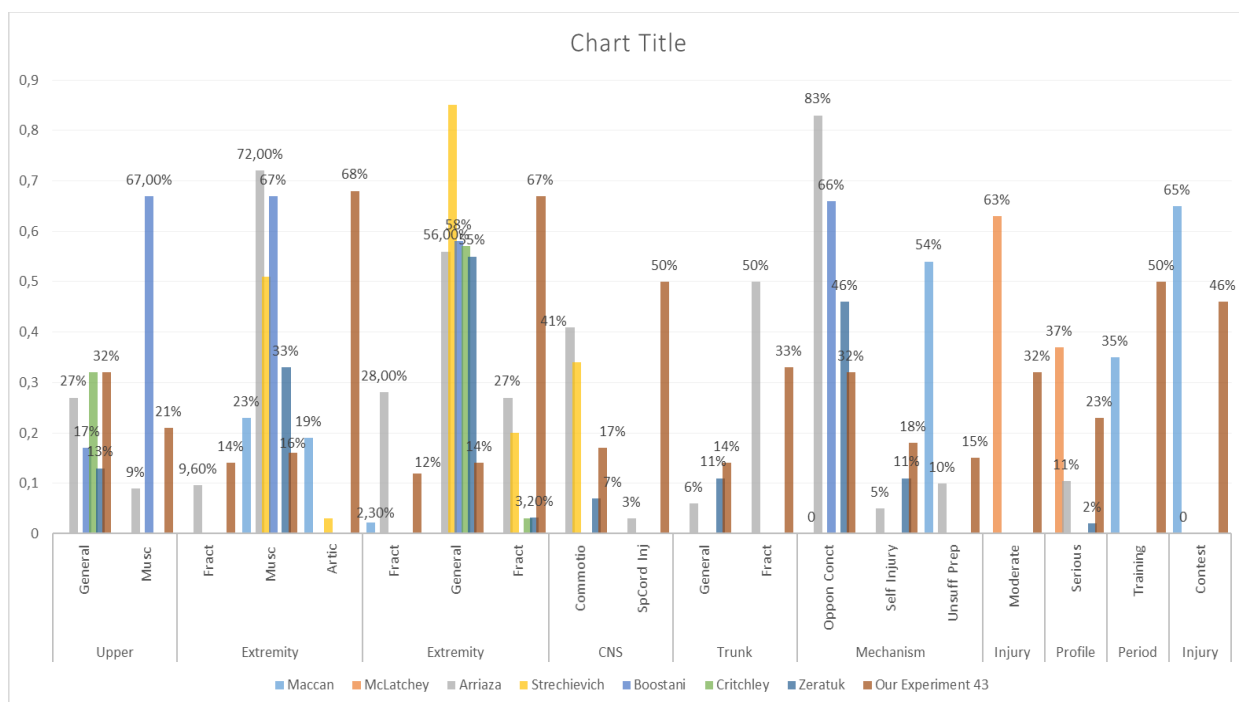
Техническа степен		I-V дан	1-3 кю	4-7 кю
Години спортен стаж		13-30г ++	4-14 г	1-12 г
Травми Горен крайник	Мускулни	Собствени мускули рамо (1)	Собствени мускули рамо (3)	-
	Ставни	Навяхв. лакътна ст. Навяхв. гривнена ст.(3) Изкълчв. ст. показалец	Навяхване лакътна ст. Изкълчв. ст. палец (2) Навяхв. ст. сред.пръст	-
	Кости	-	Фрактура показалец Фрактура кости китка	Фрактура лакътна кост
Травми Долен крайник	Мускулни	Мускули колянна ст.(2) мускули скочна ст. (1)	-	Разстеж муск. ТБС Разкъсване сухожил. палцов сгъвач
	Ставни	Навяхване колянна ст. Навяхване скочна ст.	Връзка колянна ст. Навяхване скоч. ст.(3) Изкълчване скоч. ст. Изкълчв. ст. палец (3)	-
	Кости	-	-	Фрактура палец Фрактура външен глезен
Глава и Шия		-	Сътресение Мекотък наранявания Фракт долна челюст	Фрактура кости Лицев череп (нос)
Туловище	Гръбначен стълб	1 (Тренировка)	Нараняване гръбначен стълб (3)	-
	Гръден кош	-	Фрактура 2 ребра	ПневмоТоракс (операция)
Механизъм травма	Директен	Пресрещане Противник (2) Понесен удар	Директен сблъсък противник (5)	Понесен удар
	Индиректен	2 Загуба равновесие	3 Неправ. техника 1 загуба равновесие	1 Неправ. техника 1 загуба равновесие
През Състезание		4	4	2
Тренировка		4: 2 Спаринг	4: 2 Спаринг	2 Спаринг
Потърсена лекарска помощ		4	5	3

Интересна е зависимостта, че 1-ви дан винаги е представен в границата на 30% всред леките травми и на горни, и на долни крайници. И в двете категории наранявания има само по един състезател от високото квалификационно ниво с хронични оплаквания в раменната или колянна стави.

Изкълчванията очаквано биват доминирани от тези на крайните стави: скочна и метатарзо-фалангиална на палец (4), както и на колянната (2), сравнени с едва 2 на метакарпо-фалангиалните стави палец на горен крайник, като и тук изпъква участието на 1-3 кю като масив от спортистите с поражения. При фрактурите никога не се откриват представители от дан категорията, а 4-то кю и надолу до 9-то.

Интересен е фактът, че от 17 наранявания на долен крайник (39%), само 9 са тежки, от които само две са на колянна става, и две фрактури (на външен глезен и палец), или по-точно 21% от всички наранявания са тежки и засягащи долен крайник, израз на внимание (за пореден път), на собствените ни каратеки към собствената сигурност и целостта на противникът им. Дори още по-любопитно е, че при нашите състезатели травмите на горен към долен крайници са по-„балансиран“ (34 към 39%), изразяващи се в 7 навяхвания на блокиращия горен крайник (от лакътна става към китка и пръсти), две изкълчвания на метакарпо-фалангиална става палец. При атакуващия имаме 4 изкълчвания и увреждания на пресрещнатото ходило в скочна става и 2 изкълчвания на метатарзо-фалангиална става, придружени с 2 фрактури - едната на ударен с лакът външен глезен, и една на пресрещнат палец. Така получените травми се доминират от контузии на засегнатите стави, показващ че дори щадящо насочения удар при достатъчно време за блок, неизбежно ще носи рискове от разнообразни наранявания-кръвонасядания върху собствения блокиращ крайник или ставни увреди на този на провеждащия атаката противник.

В категорията множествени травми, от осем състезатели само двама са от групата високопрофилирани (1-ви дан), а сред оставащите шест бойци 5 са от високотравматизираната група на 1-3 кю: двама от 1 кю с по 11 и 12 г. стаж, и 3 кю с 10 г. Като причината е пресрещания след недостатъчно добре изпълнена техника (2), докато за каратеката с най-голям опит (1 кю с 12г. стаж) травмите обхващат цялото тяло (включително и фрактура), допуснати равностойно в тренировъчен режим (при двубой със спаринг партньор) и състезание. За състезателите от 1-ви дан (13 и 15 г. стаж), основният механизъм на травматизиране е понесен удар в състезание (непредвидими откъм техническо изпълнение рискове на бойна среща), докато за втория нараняванията са комбинация от тренировъчни травми на горен и долен крайник при сблъсък (горен - стави на китка и пръсти, и контузия на колянната става) и загуба на равновесие (за глезен) в състезание.



Фиг.16 Графика на сравнителен травматизъм в изследваната група каратисти спрямо международни състезатели по литературни данни.

Комбинираните ставни наранявания: навяхвания и изкълчвания, очаквано доминират (сборно на горен и долен крайник обхващат 49% от всички наранявания, което сравнено с международния опит във фиг.16 (56%). По отношение увредите на долен крайник прави впечатление че при международните екипи по механизъм в над 40% (Зератук, Арриаза), пропускането на избраната цел върху тялото на противника и последващо или мускулно растежение (33%), или свръхмерно извеждане на крайника в една или повече от целевите стави (46%) е основната причина за травма, докато собствения ни опит представи едва 3 състезатели, признали че собствените им грешки в състезание или спаринг са предизвикали наранявания на долен крайник, като те са в графите разстежение мускули ТБС, и изкълчвания на стави глезен (двустранно), и разкъсване сухожилие на палец. Дори още по-благоприятен е фактът че нашите спортисти маркират съотношение изравнено между разстежения на мускули горен и долен крайник (3:3).

Интересна е зависимостта: по отношение на множествени наранявания глава/лице и ЦНС водят двама състезатели, като сред тях е

единствен представител от групата 1-3 кю, при които са съсредоточени сътресение и множествени наранявания на лице и черепна кутия, допълнено от понасяни удари в областта на гръбначния стълб. За травми в областта на туловището се отличиха двама с наранявания на гръден кош: счупени ребра (3 кю), и пневмоторакс (7 кю), но добавяйки и двамата каратеки с наранявания на гръбначен стълб, собствените ни бойци изпъкват с 9% от всички вреди да са локализирани в областта на гръбначен стълб и гръден кош, и да са в категорията тежки. В собствения прочит на тези алармиращи увреди, няма как да пропуснем че 1 от четиримата е и най-наранявания ни като множество категории травми (1-во кю и 10 годишен стаж). Толкова висок процент (на фонът на под 30 участника в изследването ни), е повод за сериозно обръщане на внимание на комбинацията от правилно разгръване, и поддържане мускулатурата на гръбначния стълб от спортистите, както и внимание при изпълнението на изключително мощни техники-ритници със завъртане, при които може да се губи видимост и контрол върху ударът, понасян от противникът.

Изследването ни разкри по-висок травматизъм, който не е обусловен от нарастването на спортната квалификация. Съотношението между високопрофилираните по кю-дан системата мъже спрямо по-слабоподготвените е почти изравнено (7/8). Получените травми са непропорционални на годините обучение. От петима в групата 1-2 дан, само един е с единично засягане - на гръбначен стълб (тренировъчен режим), докато останалите четирима с по 13-15г. стаж, са с множество травми, включително представител с вече хронифицирани оплаквания от ОДА на горен и долен крайник. Спрямо тях четиримата мъже в категория 1 кю са с изключително разнообразна картина на увреди-от единично счупена фаланга на показалец (сблъсък с противник в състезателен режим), до двама с по 10 и 12 г. стаж и множествени увреди. Двама представители от 3 кю са практически в двете крайности: единично навяхване на скочна става (състезателя с 10 г. опит), до множествени поражения при този с 11 годишен стаж. Тази разлика изпъква още по-силно, взимайки предвид факта, че от последната квалификационна група (4-9 кю), само двама от 4-то кю имат: счупен пръст и мускулно разстежение (на фона на 6 и 8 години спортен стаж).

2.6. Корелационен анализ на междугруповите зависимости на изследваните показатели

Практически интерес представляват междугруповите корелационни връзки възникващи между антропометричните и динамометричните показатели. Особено силно изпъкна връзката между височина и триадата - мускулна маса, костна маса и метаболитна скорост, спрямо ъгъла при изпълнението на удара *yoko-gery* (DegYokoGery), ($r=-0,526$; $r=0,653$; $r=-0,644$; $r=-0,635$). Това прави този удар много информативен за степента на израстване на техническо майсторство на избрания играч (корелация от над 60% и за трите показателя: мускулна маса, спрегната с масата на скелета, и ускорената метаболитна скорост). Следва да не забравяме и обратнопропорционалната връзка на страничният ритник с височината ($r=-0,526$), фактор при селекцията на каратеки, с който осъзнато или не и самите тренъори се съобразяват (собствените ни състезатели са в болшинството си със средния за популацията на българските мъже и жени ръст, и не го надскачат като процент).

Обратнопропорционалната зависимост между повишаването на годините стаж и стойностите на „фактор баланс” ($r=-0,592$), и осцилации в контактната повърхност на опорния крак ($r=-0,563$), отново говорят за положителната взаимовръзка между опитът на българския състезател по карате и успешното изпълнение на ритник с минимум отклонение в ОЦТ, с голяма бързина и стабилност. Много по-интересна ще бъде силната зависимост (почти 44%), между промяната в повърхността на проекцията ОЦТ и скоростта, развивана при изпълнението на *yoko-gery* ($r=0,437$). Това означава, че състезателят изпълнява бърз ритник и бързо възстановява равновесието си, връщайки удрящия крак върху опората. Това ще информира тренъорите за динамичната адаптация на равновесието на състезателите в ситуация на двуборство.

2.7. Факторен анализ

Показатели формиращи първи фактор (надвишаващи 0,5) са: избран боен стил (Ката/Кумите) (0,785), травми локализирани в областта на горен крайник (0,682), механизъм на увреда (0,675), причини (0,783), нужда от лекарска намеса (0,736). Първият фактор обяснява 16,97 % от общата дисперсия и обхваща най-много показатели. Показатели формиращи втори фактор включват само два показателя: ъгъл на изпълняваната техника (0,912), години стаж (-0,915) и обяснява 15,28 % от дисперсията. Третият фактор, обясняващ 13,52% от дисперсията, включва само травмите на главата. Показатели формиращи четвъртия фактор, обясняващ 10,12% от

дисперсията, включва четири показателя: полова принадлежност (0,542), сумарен травматизъм (0,588), увреди в областта на туловището (0,690) и болничен престой (0,855).

Табл.10 Представяне на факторната структура на показателите за травматизма, отнесени спрямо практическата подготовка, постигнатата бойна степен и избраната дисциплина сред избраните спортисти-каратеки

Показатели / Фактор	1	2	3	4	5	6	7
ПОЛ	-,312	-,128	-,094	,542	-,062	,373	,263
ВЪЗРАСТ	,043	-,055	-,117	-,018	-,152	,036	,889
Дисциплина	-,221	,013	-,127	-,213	-,072	,762	-,035
Боеен стил	,785	,282	-,239	-,009	,167	,261	-,133
Степен (кю/дан)	-,030	,912	,003	,213	,133	-,067	,086
Спортен стаж	,037	-,915	-,090	,047	,021	-,077	,169
Налични травми	-,418	-,310	-,094	,588	-,001	-,217	,063
Локализация горен кр 1	,682	-,131	-,128	-,114	,072	,436	,229
Локализация горен кр 2	,443	-,156	,380	-,204	,311	-,287	-,322
Локализация горен кр 3	,114	,042	-,022	-,031	,974	-,047	-,074
Локализация долен кр 1	,317	,185	,416	-,273	-,073	,490	-,015
Локализация долен кр 2	,356	,592	,049	-,009	,361	-,105	,402
Локализация долен кр 3	,114	,042	-,022	-,031	,974	-,047	-,074
Локализация глава 1	,116	,435	,834	,010	,105	-,040	,154
Локализация глава 2	,013	-,066	,972	-,020	-,051	-,034	-,114
Локализация глава 3	,013	-,066	,972	-,020	-,051	-,034	-,114
Локализация туловище	-,060	,393	,147	,690	,059	-,218	,255
По механизъм	,348	,852	-,009	-,153	-,116	-,078	-,064
Mech2	,675	-,311	,222	-,130	,210	-,220	,152
Причини	,783	,104	,310	-,211	,190	-,211	-,057
Нужда лечебна намеса	,736	,249	,163	,442	,099	,152	-,027
Лечение	,028	,013	-,118	,855	-,121	-,091	-,309
Нужда леч.отпуск	,170	-,121	,001	,078	-,026	,882	,046
% на вариация	16,970	15,278	13,524	10,175	10,055	9,823	6,234

3. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

3.1. Изводи

1. Антропометричните показатели на българските спортисти в карате са информативни за специфичната морфологична адаптация, явяваща се защитен механизъм спрямо възможни спортни травми. С това обясняваме по-слабия травматичен риск при тях, сравнено с международната статистика.
2. Доказа се значима връзка между двигателните способности и морфологичните характеристики при успешните карате състезатели,

изразено в равновесие между процента мускулна маса, процента водно съдържание и намалените мастните депа.

3. Съществува корелационна зависимост която показва, че колкото скоростта на метаболитните процеси е по-ниска при съответните състезатели, толкова скоростта на производство на енергия за мускулните съкращения, и следователно тяхното възстановяване в тренировъчно-състезателния цикъл ще бъде забавено.
4. Съществува пропорционална корелационна връзка между динамичните характеристики при изпълнението на техниката *gyaku-zuki*, като *m.deltoideus* от собствените мускули на рамото, се открие като основен фактор за острия и хроничен травматизъм в раменната става.
5. Установи се, че сложната междумускулна координация при удара с долен крайник (*yoko-geri*), производна на ограниченията в гъвкавостта на тазобедрената, колянната и глезенната стави, съпроводени със силно натоварване на мускулите отвеждащи, извеждат този ритник като показател за достатъчна здравина на ОДА и хармонично развита мускулатура при състезателите, изпълняващи го с висока прецизност и скорост.
6. Потвърди се, че увеличаването на травмите при състезатели 1- 3 кю е обяснимо основно с нарастването на самоувереността и избора за изпълнение на експлозивни, но рискови атаки, при които нараства и шансът от пресрещане и получаване на увреда от противниковия играч, докато за елитните състезатели от първи дан и нагоре такъв тип наранявания при двуборствата са единични.
7. Установи се, че по-слабоподготвените и с по-кратък спортен стаж състезатели по карате са именно и по-предразположените към самонаранявания или травма, вследствие на по-слабата динамична мускулна стабилизация.

8. Установи се, че значими фактори откъм травматичен риск, маркиращи негативни тенденции при подготовката на състезателите ни са: по-ниската квалификация спортисти, допускането на силно колебателно движение на проекцията на ОЦТ, което е основа за нестабилност и говори за по-слабо развит проприорецептивен усет (навик) за равновесието на спортиста.
9. Нискоразположеният ОЦТ е полезна адаптация при елитните ни каратеки във връзка с оптимизирането на изпълняваната бойна техника и допринася за повишаването на стабилността.

3.2. Препоръки

1. Информирането на треньорите по карате за резултатите от този труд, ще позволи изготвянето на тренировъчна програма за подготовка и селекция на каратеки, която да намали травматичния риск, особено при състезателите от 1-3 кю.
2. В тренировъчните програми да се включат упражнения за намаляване на мускулния дисбаланс при елитните каратеки, с оглед профилактика на остри и хронични травми.
3. Периодичното наблюдение на морфологичните характеристики, във връзка с биомеханичните, ще позволи контрол върху качеството на тренировъчния процес и съответно - намаляване на травматичния риск.

ПРИНОСИ

1. Направеният сравнителен анализ на антропометрични и морфологични характеристики на българските карате състезатели с различна спортна квалификация.
2. Направеният комплексен биомеханичен анализ на стабилметрични и кинематични характеристики на изследваните бойни техники Мае-Gery, Yoko-Gery и Gyaku-zuki.
3. Направеният анализ на травматизма на състезатели Шотокан карате в България и сравняване на травматизма при чужди автори.
4. Определянето на факторите на травматичния риск при състезатели по Шотокакан карате с различна спортна квалификация.

5. Дадените препоръки за профилактика на травмите в тренировъчния и състезателен цикъл.

НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА

1. Zagorsky D., "Morphological characteristics of professional Shotokan Karate athletes as a form of specific adaptation", 7-th International Scientific Congress "Sport, stress and Adaptation", Sofia, 2014, ISSN 1310-3393, p.533-538.
2. Zagorsky D., "Relationship between kinematic characteristics and morphological parameters in shotokan karate athletes" Research in Kinesiology ISSN 1857-7679 vol. 44 No.2 p.225-28.
3. Zagorsky D., „Relationship between joint mastery at one hand and the anthropometric, kinematic and stabilographic characteristics of selected sports techniques in Shotokan-Karate“ International Scientific Congress "Applied Sports Sciences" Sofia, 2017 ISBN 978-954-718-490-9 p.85-91.