

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”
ДЕПАРТАМЕНТ "ЕЗИКОВО ОБУЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННИ
ТЕХНОЛОГИИ"**

Милен Николаев Чалъков

**ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ
НА ТРЕНИРОВЪЧНИЯ ПРОЦЕС НА ТЕНИСИСТИ ПРИ
ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ДЛАНОВ И ОБРАТЕН УДАР**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

София, 2013

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”
ДЕПАРТАМЕНТ "ЕЗИКОВО ОБУЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННИ
ТЕХНОЛОГИИ"**

Милен Николаев Чалъков

**ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ
НА ТРЕНИРОВЪЧНИЯ ПРОЦЕС НА ТЕНИСИСТИ ПРИ
ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ДЛАНОВ И ОБРАТЕН УДАР**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен “ДОКТОР”
в професионално направление 7.6 Спорт, научната специалност „Теория и методика на
физическото възпитание и спортната тренировка (вкл. МЛФ)”

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

Доц. Здравко Петров Аракчийски, доктор

ОФИЦИАЛНИ РЕЦЕНЗЕНТИ:

проф. Никола Иванов Хаджиев, д. н.

доц. Цветанка Георгиева Захаријева, доктор

София, 2013

Дисертационният труд е обсъден и насрочен за защита от разширен състав на научния колегиум на ДЕОИТ на Национална спортна академия „Васил Левски”.

Дисертационният труд съдържа текст в обем 117 стандартни страници, илюстриран с 63 нагледни материала (31 фигури и 21 таблици). Библиографската справка включва 68 литературни източника (30 на кирилица, 18 на латиница) и 9 WEB страници.

Защитата на дисертационния труд е насрочена за 26.09.2013 г., от 14.⁰⁰ часа, в зала „Франц Бекенбауер” на НСА “В.Левски”, Студентски град, София. Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в Библиотеката на НСА „В.Левски”.

У В О Д

Тенисът е спорт, който създава много положителни емоции на играещите. Състезателите използват ракета, за да прехвърлят малка топка над мрежа в полето на опонента. Тенисът е измислен във Франция в края на XII^{-ти} век, но тогава все още не е имало ракети, а топката е удряна с ръка. Ракетите се появяват през XVI^{-ти} век и оттогава играта се нарича „тенис“. Тя бързо се разпространява във Франция и Англия, основно сред високите класи в обществото. Първият тенис клуб е основан в Англия през 1872 год.

В момента тенисът е олимпийски спорт, игран от различни слоеве в обществото и от различни възрасти в много страни по целия свят. С изключение на въвеждането на тайбрека през седемдесетте години на XX^{-ти} век, правилата на играта са се запазили същите както през деветдесетте години на XIX^{-ти} век. Заедно с милионите играещи, има и милиони, които следят тенис като зрители, като особено популярни са

Турнирите серия 1000 и серия 500 и четирите турнира от Големия шлем.⁽¹⁾

Турнирите се състоят от състезания за мъже или за жени - поединично, по двойки, и смесени двойки. Турнири могат да бъдат организирани и за възрастови групи (деца, младежи, ветерани). Организират се и тенис турнири за състезатели с увреждания (за тенисисти в инвалидни колички).

БИОМЕХАНИЧНИТЕ АСПЕКТИ НА ИГРАТА ТЕНИС

Треньорите по тенис и състезателите постоянно се стремят да подобрят своите удари от техническа гледна точка, както и скоростта на ракетата, за да постигнат по-висока ефективност и резултатност. Crespo и Nigueras (2001) посочват, че способността да се удари топката с голяма сила е отличителна черта на съвременната игра. Младите състезатели трябва да развиват тази способност, която наред с другите умения може да отличи елитните от високо квалифицираните състезатели.

От биомеханична гледна точка неефективното движение и и местоположение на определени стави може да попречи на скоростта на въртене на топката или дори може да увеличи риска от травми (Kibler and Van der Meer, 2001). Един от най-важните принципи, отговорни за постигане на максимална бързина на удара е принципът за сумиране на скоростите (Bunn, 1972; Putnam, 1993; Marshal and Elliot, 2000). По същество той означава, че движението трябва да започне от по-мощните сегменти на тялото, които да създадат основа за постигане на максимална скорост в края на дисталния сегмент.

Биомеханиката е наука за човешките движения. Оптималната техника може да се определи като техника, която позволява най – ефикасно комбиниране на сила и контрол при изпълнение на ударите ,като се свежда до минимум риска от травми.

Основните биомеханични принципи в тениса са:

1. Баланс- способността да се запази равновесие - стабилност“ в статика и динамика, тъй като тениса е спорт с постоянно движение, той изисква динамичен баланс.

2. Инерция – „едно тяло е в покой или движение , докато върху него не въздейства външна сила“ Инерцията е устойчивостта на тялото да се движи или да преустанови движението си.

3. Насрещна сила – „ на всяко действие действа равно по големина и противоположно по посока противодействие“ Ние започваме техниката на ударите в тениса от краката, със силата с която натискаме земята, със същата сила земята ни изтласква нагоре.

4. Количество движение (импулс на сила) е масата умножена по скоростта. В тениса съществено значение имат линейното и ротационното количество движения.

5. Еластична сила е енергията натрупана в мускулите и сухожилията в резултат на разтягането на мускулите. При разтягане мускулите и сухожилията натрупват енергия по същия начин, както ластика натрупва енергия при разтягане.

6. Координационната верига за наслагване на сили действа като система от верижни звена, в която силата развита от една част на тялото се пренася последователно към следващото звено. При тази верига за наслагване на сили, - движението започва от земята нагоре, извършва се от големите мускулни групи към малките и движението е навременно и прогресивно. Проблемите които съществуват в координационната верига за наслагване на сили са когато :- част от тялото е пропусната , - няма синхрон при пренасяне на силите ,не ефективно използване на частите на тялото, - или вмъкване на ненужна част от тялото в удара.

ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА

Оценката на изпълняваното движение, направено по визуална представа и на най-големият специалист е твърде неточна. Детайли от движението, продължаващи части от секундата, остават неуловими за окото. не може да се оцени добре продължителността и съгласуваността при сложни движения. От

зрителното наблюдение не остават фиксирани никакви обективни данни. Възможни са и индивидуални зрителни грешки при наблюдаване на едно и също движение от няколко души или различие при възприемане на едно и също движение от един наблюдател, но от различни гледни точки. И все пак според (Донской, Зациорски, 1979) и редица автори, наблюдаването на едно спортно изпълнение непосредствено в много случаи е незаменяемо – при съдийска оценка на изпълнението, за определяне на описателните биомеханични характеристики (баланс, инерция, насрещна скорост, и др), за обща психологическа характеристика (леко, с концентрация, целеустремено, небрежно). Резултатите от наблюдението могат да се фиксират с текстови запис, условни знаци или със специални уреди.

Използването на подобни методи е възможно и днес и се прави (най-вече за определяне на игровата ефективност при спортните игри), но що се отнася до кинематичния анализ, отдавна те имат само историческо значение.

Появата и развитието на инструменталните методи за кинематичен анализ, беше обусловено от техническия прогрес и от рязкото повишените изисквания към качеството на спортната тренировка.

Качественият анализ по своята същност е вземане на решение по субективна преценка. Това все пак не означава, че той е несистематичен, неопределен или случаен. В същност, може да се отбележи, че качественият анализ изисква обширна информация от различни дисциплини, планиране и систематични стъпки, за да бъде по-ефективен.

Както при повечето спортни дисциплини, така и при тениса, диагностиката на техниката на състезателя и нейното усъвършенстване са важни етапи от спортно-педагогическия процес. В тази връзка тук е обикновена практика да се използват списъци за проверка на различните видове удари (сервис, отскочила топка, волета и т.н.) или движенията на тенисиста. Тези списъци включват словесни описания на различни аспекти и параметри, свързани с отделните фази на съответните удари или движения. Всеки удар е разделен на различни части или стъпки. Всяка част съдържа няколко елемента, които определят основните характеристики на удара. Треньорът или спортния педагог е необходимо систематично да вписва ръчно своята качествена оценка за необходимост от подобряване срещу всеки аспект в списъка и също така своето виждане за начина за подобряване.

Обикновено треньорите използват тези списъци за проверка на всеки удар, като основен критерии за оценка, класифициране и коригиране на състезателите.

Трябва винаги да се има в предвид, че процесът на оценка, диагностициране и коригиране е много различен за начинаещите играчи. При

тях усилията трябва да са насочени към подобряване на техниката (изпълнението), докато при състезателите целта е резултатът. Също така в работата със състезатели, треньорът трябва да работи индивидуално с играча, за разлика от работата си с начинаещи.

Треньорите трябва да притежават задълбочени познания, за да могат да коригират грешките на състезателите. Грешките може да се дължат и на различни фактори, които трябва да се изяснят, за да се вземе правилно решение за въздействие.

Треньорът трябва да е специалист при наблюдението на движенията и трябва да оценява как дадена част от тялото, неговата позиция и стъпките си взаимодействат при всеки удар. Важно е треньорът да има вече разработен модел, за да разбере дали има несъответствие между изпълнението на играча спрямо модела. Този разработен модел трябва да се основава на принципите на биомеханиката, приложими в тениса и критериите за биомеханична целесъобразност на движенията.

ХИПОТЕЗА

Обобщавайки горезоложеното, нашата основна хипотеза е, че използването на информационна система за управление на тренировъчния процес на тенисисти при изпълнение на дланов и обратен удар, би подобрило учебно-тренировъчния процес и спортните им резултати. Системата би осигурила по-голяма обективност при оценката на състезателите, систематичност при вземане на коригиращи въздействия и ускоряване на процеса на спортно-техническото усъвършенстване.

ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО.

Основна **цел** на настоящата работа е създаване на информационна система за управление на тренировъчния процес с насока за установяване на количествени и качествени параметри на топката при изпълнение на дланов и обратен удар

ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО.

За осъществяване на така поставената цел е необходимо да се реализират следните **задачи**:

1. Да се направи литературен обзор на информационните и технически средства за усъвършенстване на спортно-педагогическия процес в тениса.
2. Да се изследват количествените и качествените показатели на форхенд и бекхенд и да се установи напредъка на изследваните удари.

3. Да се направи регистрация, анализ, класифициране и систематизиране на основните кинематични характеристики при дланов и обратен удар от биомеханичен аспект.
4. Да се направи проверка на надеждността на предложените тестове по метода на тест-ретест.
5. Да се разработи и апробира методика и информационен модел за количествена и качествена оценка на изследваните показатели.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Участници в изследването – контролна и експериментална група.

1. В изследването участваха 15 момчета и 15 момичета навършили 12 години трениращи тенис.

2. За изследването с видеокомпютърната система участваха шест студенти (участници в спортно усъвършенстване тенис) от НСА "Васил Левски" .

За видеокомпютърен анализ избрахме следния брой видеозаписи.

Тест 1 – тест за точност - изпълнен от 3-ма тенисиста, анализирани и обобщени 15 дланови + 6 обратни удара за мъже и 12/6 за жени записа.

Тест 2 – тест за постоянство - изпълнен от 3-ма тенисиста, анализирани и обобщени 15 дланови + 6 обратни удара за мъже и 12/6 за жени записа.

Тест 3 – тест за скорост - изпълнен от 6-ма тенисиста, анализирани и обобщени 15 дланови + 6 обратни удара за мъже и 12/6 за жени записа.

Основното изискване от нас към записа бе ударът да е точен и правилно изпълнен.

Тестове за контрол и описание на организацията и методиката на тестовете.

За основа на нашето изследване ще приложим три теста, които са апробирани в НСА "Васил Левски" (катедра "Футбол и тенис") сектор "Тенис" и са изключително информативни за резултатите постигнати от треньорите в тренировъчните цикли и дават реална картина за усвояването на двата основни удара в тениса дланов (форхенд) и обратен (бекхенд) :

Количествени тестове

- тест за **постоянство** – информативен за **стабилното** заучаване на изпълнението на ударите;
- тест за **точност** – дава ни информация след постигането на **на контрол на изпълнение** на дланов (форхенд) и обратен (бекхенд) и за тяхната точност в рамките на противниковото поле.

-

Тест за качество

- тест за **скорост** – **резултантен** и информативен за нивото на правилното усвояване на първите два.

Една от целите на нашето изследване бе, чрез видеозаснемане и анализ на резултатите от тези тестове в началото и края на експеримента при изпълнението на основните удари в тениса (форхенд и бекхенд) да получим информация за нивото на усвояване на техниката и ефективността им при 12 годишни тенисисти за време от един макроцикъл (1 година).

Описание на тестовете.

Тест 1 – постоянство – всеки от изследваните лица трябва да отиграе по 50-топки - 25 топки дланов (форхенд) и 25 топки обратен (бекхенд), като се редуват двата удара. Целта е окръжност с диаметър 5-метра, като за резултат се отчита се броя на попаденията в целта.

Тест 2 – точност – изследваните лица отиграват по 50-топки – 25 дланов (форхенд) и 25 обратен (бекхенд), като се редуват двата удара. Целите представляват два правоъгълника с размери 2.5 на 3 метра разположени в двата края на корта, като едната им страна е основната линия. Отчита се броя на попадналите топки вътре в целите .

Тест 3 – скорост – изпълняват се 50 удара, по равен брой дланов (форхенд) и обратен (бекхенд), като се отчита скоростта на топката с помощта на радар (Speed check – personal Radar). Отчита се скоростта на точните попадения.

За изпълнението на всички тестове използвахме електронна машина ("топ") за подаването на топките.

Регистрация на данни

Регистрацията на движенията е извършена посредством стандартни видеокамери с каданс 25 кадъра за секунда, като се записва всеки удар дали е в целта или е грешен.

За анализа на **скоростта на ракетата с допира на топката и ъгловата скорост на таза и раменете** се направи видеозапис на изпълнението на тестовете за постоянство, точност и скорост със студентите от НСА "Васил Левски".

Характерна особеност на двигателните действия е високата скорост на движенията спрямо топката и проксималния край на кинематичната верига – ръка и ракета. Обикновено при заснемане на такива бързодвижещи се обекти, ако не се вземат специални мерки, се получава размазано изображение с неясни

контури. С цел осигуряване на ясни очертания, регистрацията беше извършена при скорост на експонацията на камерите от 1/1000 от секундата.

Заснетият видеоматериал е преобразуван в цифров формат и записан като отделни видеофайлове за всеки опит на всички опитни лица.

В последствие тези видеофайлове са обработени чрез видеокомпютърна система за кинематичен анализ (Аракчийски, Здр., 2002). За цялостен анализ бяха избрани само опитите, удовлетворяващи критериите за точност, постоянство и линейната скорост на топката, данните от които бяха обработени и осреднени по отношение на фазите на движение.

Използван е 14 - сегментен модел на човешкото тяло, който бе дифениран чрез дигитализиране координатите на местоположението на 21 точки от тялото и ракетата и 1 допълнителна точка за топката. За изглаждане на дигитализираните данни е използван непълно демпфиран нискочестотен цифров филтър с честота на среза 6-ти хармоник от естествената честота на движенията. За по-точно определяне на времевата структура, изходните данни бяха реконструирани посредством модифицирана, кубична сплайн интерполация с честота на дискретизация 100 херца (Аракчийски, Здр., 2002). От така обработените изходни данни са изчислени необходимите за изследването кинематични параметри на движенията.

Определяне на фазите и времевата последователност на движенията.

В съответствие с базовата структура на движението при ударите, тук беше разделено на 6 обособени фази:

1. Подготвителна – включва стартовата позиция на тялото, наблюдаване на топката, подготовка на ракетата, подготвителни движение и стъпки, подготовка на частите на тялото.

2. Замах назад – интервал, определен от момента на започване на движение на ракетата в посока, обратна на мрежата, и идващата топка до началото на удара напред.

3. Удар напред – определя се от момента на първото хоризонтално движение на ракетата в посока към противника до момента на контакта на ракетата с топката.

4. Контакт на ракетата с топката – определя се от момента на допир на топката до кордажа на ракетата до момента на отделяне от нея.

5. Водене напред и контрол на удара – определя се от момента на контакта на ракетата с топката до края на движението на ракетата напред в хоризонтална посока.

6. Преминаване в позиция на готовност – определя се от интервала след края на пета фаза до момента на относително неподвижно състояние на ракетата.

Точката на съприкосновението (удара) между ракетата и топката беше определена в момента на „смяна на знака „ на хоризонталната линейна скорост на топката от положителен в отрицателен, т.е. когато се сменя посоката на движение на топката и тази скорост е нулева (с точност в границите на 0.01 сек.).

Анализираните кинематични параметри бяха избрани на базата на предишни изследвания в тениса (Bahamonde and Kundson, 2003; Elliott et al, 1989;1997; Fleisig et al., 2003; Takahashi et al., 1996) при други спортни дисциплини (гольф, бейзбол) и дискусии с експерти по тенис. По такъв начин ключовите кинематични променливи във фазата на удара напред при изпълнение на дланов и обратен удар са следните:

1. Максимална хоризонтална “ линейна “ скорост на главата на ракетата.
2. Максимален ъгъл на усукване – „ ъглова скорост“ на раменете и таза, при който започва замахът напред.
3. Максималната стойност на отклонение между ъглите на усукване, между линиите, свързващи раменните стави и тазобедрените стави. (Elliott, 2003)
4. Максимална ротация на раменете и таза.
5. Максимална ъглова скорост ротация на раменете и таза. (Тези резултати трябва да се интерпретират с предпазливост поради използвания модел – (Elliott et al., 2007, 2008).

Времевата последователност на ъглите, линейните и ъглови скорости, бяха измерени като интервали от време преди и след контакта с топката (Fleisig et al., 2003; Marshall and Elliott, 2000; Welch et al., 1995).

Статистически анализ

Резултатите от тестирането са обработени с математико-статистическите методи – вариационен анализ.

- Средни стойности на показателите - \bar{X}
- Стандартно отклонение - S
- Коефициент на вариация - $V\%$

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

Теоретичен анализ на фазовата структура на контакта с топката при изпълнение на дланов и обратен удар.

Теоретични аспекти за необходимостта от изследването на удара на ракетата с топката

За изпълнението на силни, точни и стабилни удари е необходимо управление на ракетата както във фазата на удара, осигуряващо точната нагласа на плоскостта към топката, в момента на удара. Не трябва да се управлява фазата на удара в тениса с помощта на осъзнавани действия и корекции, тъй като времето на взаимодействието на ракетата с топката е равно средно на 5 до 15 ms., което е по-малко от времето, т.к. съприкосновението на топката с кордажа трае около 5 хил. от сек., т.е. време много по-кратко отколкото е необходимо за преминаване на нервния импулс (породен от удара). Следователно, веднъж почувствал удара играчът не е в състояние със съзнателно движение да повлияе върху споменатите параметри на топката. Затова контрола на фазата на удара се осъществява на принципа на заучен автоматичен контрол, за осъществяването на което е необходим оптимален биомеханичен апарат на управление на действията на тенисиста, т.е. оптимална за тенисиста структура на китката и предмишницата.

За удобство от биомеханична гледна точка разделихме удара на пет фази:

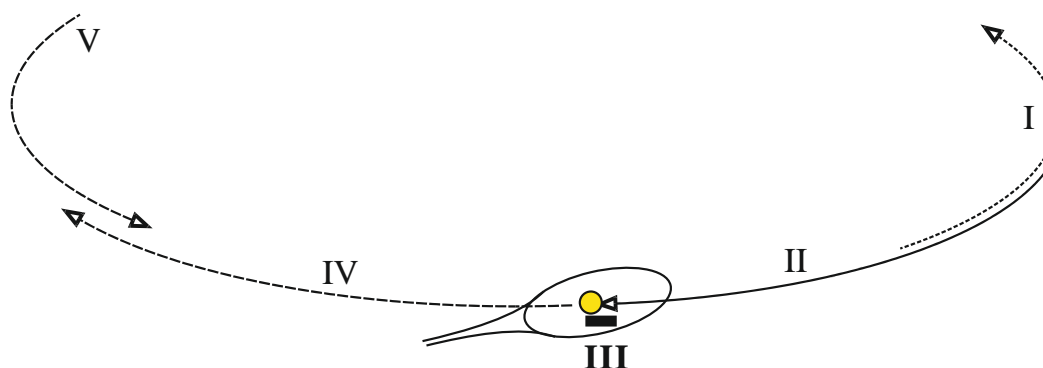
I – движение на ракетата назад;

II – ускорено движение напред;

III – **взаимодействие с топката (фаза на удара);**

IV – движение напред;

V – връщане на ракетата в изходно положение.



Фигура 1. Фази на удара при тениса

Според тяхната значимост за успешното изпълнение на удара можем да скалираме фазите така: първа, втора, трета, четвърта, пета. Най-важна, разбира се, е третата фаза, макар продължителността ѝ (от порядъка на 0,01 сек.) да е много малка (останалите фази са от 1 до 5 сек.). Именно действията на тенисиста в този отрязък от време обаче определят ефективността на удара. Разбирането на взаимодействието на ракетата с топката е необходимо за формиране на контрола на ракетата и точността на удара по топката дори в краткото време на тяхното взаимодействие.

За времето на удара (τ) ракетата с намиращата се върху нея топка изминава постъпателен път (S), като в момента на срещата на ракетата и топката скоростта на ракетата (v_{p0}) и скоростта на топката (v_{t0}) се определят спрямо земята и са насочени противоположно. Тъй като енергията на системата „тенисист – ракета” и ефективната ѝ маса е значително по-голяма, отколкото на топката, то условно можем да разглеждаме взаимодействието им като еластичен удар в движеща се стена.

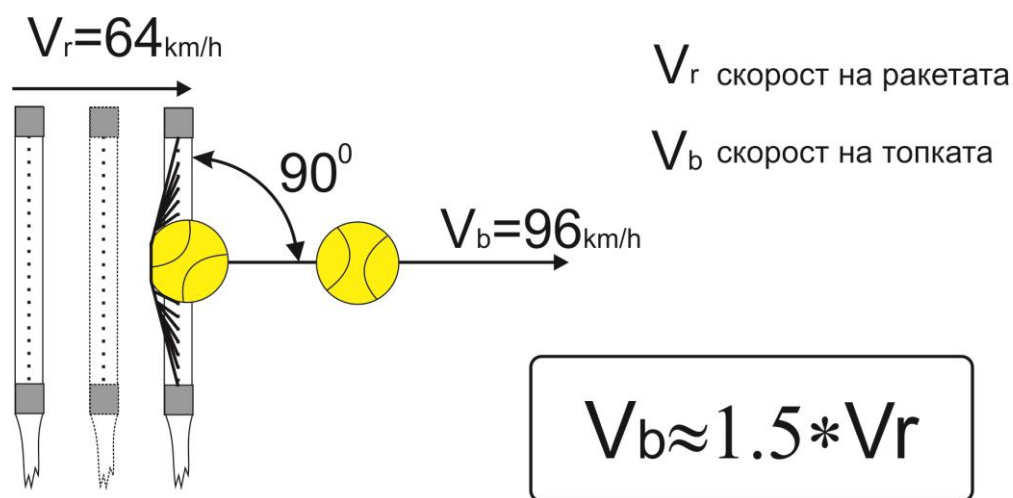
Ако силата на еластичната деформация ($F=-kx$) е променлива и зависи от големината на деформацията на кордата и топката, то и ускорението на топката е променливо, тъй като е максимално в момента на най-голямата деформация. С намаляването на деформацията намалява и това ускорение. И ако ракетата се движи равномерно, то времето за ускорение на топката (времето за възможни автоматични корекции, нужни за управлението) няма да е голямо. Движението на ракетата във фазата на удара трябва да бъде ускорено, за да се оптимизира времето на контролираното въздействие на топката (т.е. ракетата е неинерционна система).

Пълната енергия в ударите в тениса се попълва преди всичко за сметка на кинетичната енергия на движещите се звена на спортиста, така че тя може постепенно да се увеличава по пътя на движението в кинетичните вериги в тялото на тенисиста.

Да управляваш с помощта на китката не означава да я движиш в пространството. Напротив, за това е необходимо да се развива в китката структурата на мощни и в същото време фини усилия почти без преместване на самата китка в пространството спрямо предмишницата. За това е целесъобразно да се изграждат стандартни движения в големите стави (раменна, лакътна), пренасяйки финото управление на ставите на китката и пръстите, т.е. на тези звена, които са в съприкосновение с ракетата. Играчите от висока класа разпределят правилно натоварването в китките и затова при тях движението на цялата ръка е по-просто и по-свободно. По такъв начин може по-бързо да се свърже преместването на цялото тяло с биомеханичния апарат на управлението на тенисиста и чрез него с финала (контакта ракета/топка) на удара.

От литературните източници и от проучени от нас научни изследвания скоростта на топката след удара зависи от два фактора:

а) На първо място от скоростта на **ракетата спрямо топката** в момента на удара. Колкото тя е по-висока, толкова по-висока ще бъде и скоростта на топката. Количествено тази зависимост е 1:1,5 . Опитно е установено (при плосък удар без въртелива скорост), че при скорост на ракетата от 64 км/ч. топката получава скорост от 96 км/ч (фиг. 2). Това важи за плоско изпълнени удари, при които удрящата повърхност на ракетата е перпендикулярна на посоката на движение на ракетата.



Фиг. 2

б) На второ място е **еластичността** на кордажа и **топката**. Ракетата не участва в отблъскването на топката, независимо от нейната еластичност, тъй като в мига на удара топката се сплесква, а кордажът се деформира (хлътва, поддава назад). Компресираният въздух в топката и опънатите корди оттласкват обратно топката. Този миг трае само от 4 до 6 хилядни от секундата (различните източници посочват до 6 стотни от секундата). Ракетата също се огъва в шийката, но много по-бавно. Причината за тази разлика е в различната честота на вибрациите на топката (400 – 600 херца) и на кордажа (300 – 800 херца) спрямо ракетата (едва 40 – 100 херца). Това означава, че оттласкването на топката започва много преди ракетата да се е огънала до задно крайно положение.

На показаната долу кинограма с 2000 кадъра в секунда могат да се разграничат следните фази:

ФАЗА I – Начало на контакта на топката с ракетата.

ФАЗА II – Максимална деформация на кордаж и топка; начало на огъване на ракетата.

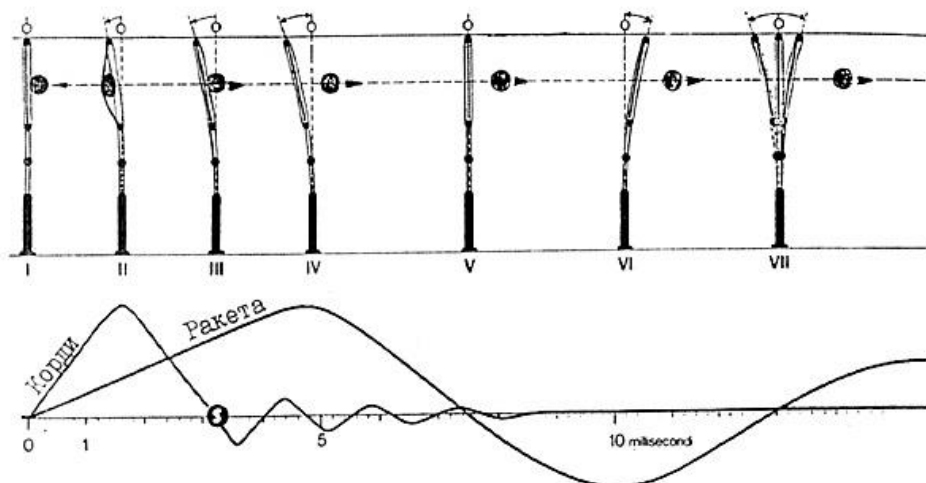
ФАЗА III – Начало на отлитане на топката (тя и кордажът са си възвърнали своето нормално положение). Огъването на ракетата продължава.

ФАЗА IV – Максимална деформация на ракетата при отлетяла вече топка.

ФАЗА V – Ракетата минава през неутрално положение.

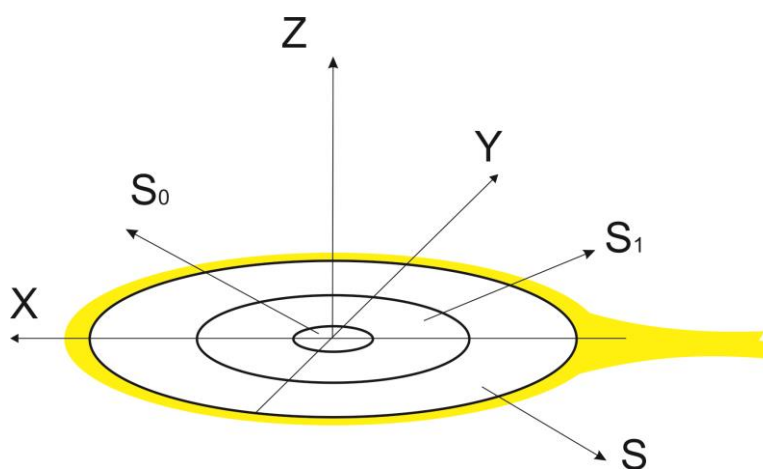
ФАЗА VI – Огъването на ракетата продължава напред поради своята еластичност.

ФАЗА VII – Амплитудата на огъване на ракетата, траеща от 20 до 50 хилядни от секундата.



Фиг.3 (по списание „Science et Vie” с автори А. Дюрей и Жил дьо Кермадек.)

Според нас има и трети фактор на който е необходимо да се обърне подобаващо внимание. Това е точката на допир на топката в елипсичната област от кордажа на ракетата. Дори и при най-добрите световни тенисисти топката не винаги се удря точно с центъра на площта (S) (фиг. 4) на елипсата, а в точка от площта около него (S_1). Тук в сила е зависимостта на грешката на предварителното управление - представляващо синтез на цялостния сбор от движения преди удара.



Фиг. 4

При отиграване на трудни удари тази площ може да нарасне до S_1 и дори до S . В особено трудни ситуации и при много грешен удар дори може топката да не срещне ракетата (често случващо се при начинаещи деца). Необходимо е предварително да се отработват удари с цел намаляване на площта с която ракетата среща топката. Целта е трениране и контрол до достигане на площта S_0 . Трябва да се достигне до програмирано-автоматично управление на фазите на удара за да се неутрализира закономерната грешка и се достигне оптимална техника на тенисиста.

Видео-компютърен и биомеханичен анализ на контакта ракетата/топка.

За оценка на третата фаза контакта на ракетата с топката при изпълнението на дланов и обратен удар използвахме апробирани от НСА и от нас тестове за точност, постоянство и скорост.

Участниците в тестовете бяха студенти, които участват в часове по спортно усъвършенстване "Тенис". За целта ни да пресъздадем изпълнението на тестовете по близо до реалната игра ни накара да вземем решение да не използваме машина за подаване на топки. Топките се подаваха от висококвалифициран тенисист с различна сила и посока.

За анализ използвахме Програмен продукт за "Видеокомпютърен биомеханичен анализ" – разработка на инж. Здравко Аракчийски – ДЕОИТ НСА.

Видеокомпютърния програмен анализ ни позволява изчисляването на голям спектър от кинематични параметри необходими за биомеханичния анализ. Ние се спряхме на тези които са информативни за нашата цел – анализа на контакта ракетата/топка.

Съкращения на колоните на таблиците с данни от анализа:

t_1 - начало замах назад с ракетата с отчитане на време (секунди)

t_2 - начало замах напред с ракетата с отчитане на време (секунди)

t_c - момент на контакт на ракетата/топка с отчитане на време (секунди)

$\Delta 1$ - движение на глава на ракетата назад с отчитане на време (секунди)

$\Delta 2$ - движение на главата на ракетата напред с отчитане на време (s)

$V_{1\max}$ – максимална хоризонтална скорост на топката след контакта

$V_{2\max}$ - максимална линейна скорост на топката след контакта

$V_{\max h}$ – максимална хоризонтална скорост на главата на ракетата при контакта.

На базата на резултатите от видеокомпютърния анализ получихме средните стойности на времената за придвижване на ракетата, максималната скорост с която среща топката в интересуващата ни III^{та} фаза на удара (контакта) и хоризонталната скорост на движението на топката срещу ракетата и нейната линейна след удара.

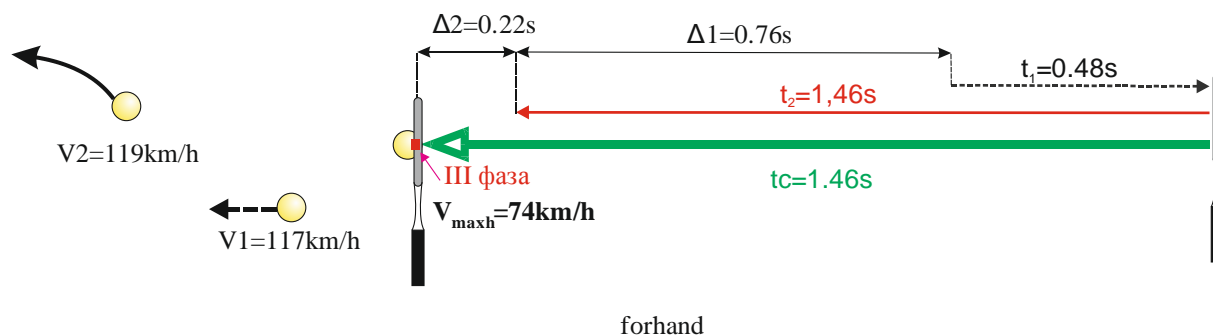
В таблица 1 са показани обобщените параметри от избраните от нас успешни дланови удари при тестирането на мъже.

Таблица 1

Кинематични показатели на изпълнения на дланов удар при мъже.

	t_1	t_2	t_c	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$V1(m/s)$	$v1(km/h)$	$V2(m/s)$	$V2(km/h)$	$V_{maxh}(m/s)$	$V_{maxh}(km/s)$
1	0.72	1.4	1.56	0.68	0.16	22.27	80.172	22.96	82.656	14.24	51.264
2	0.92	1.4	1.6	0.48	0.2	22.54	81.144	23.06	83.016	15.49	55.764
3	0.6	1.28	1.44	0.68	0.16	19.35	69.66	20.3	73.08	18.37	66.132
4	0.72	1.4	1.56	0.68	0.16	22.27	80.172	22.96	82.656	14.24	51.264
5	0.92	1.4	1.6	0.48	0.2	22.54	81.144	23.06	83.016	15.49	55.764
6	0.6	1.28	1.44	0.68	0.16	19.35	69.66	20.3	73.08	18.37	66.132
7	0.6	1.44	1.66	0.84	0.22	39.46	142.056	40.13	144.468	23.68	85.248
8	0.32	1	1.21	0.68	0.21	31.23	112.428	32.39	116.604	19.54	70.344
9	0.48	1.08	1.22	0.6	0.14	31.64	113.904	32.06	115.416	21.84	78.624
10	0.24	1.3	1.58	1.06	0.28	35.74	128.664	35.98	129.528	25.52	91.872
11	0.2	1.08	1.36	0.88	0.28	48.11	173.196	48.42	174.312	24.42	87.912
12	0.2	1.24	1.52	1.04	0.28	49.42	177.912	49.65	178.74	24.79	89.244
13	0.24	1.18	1.42	0.94	0.24	36.17	130.212	36.3	130.68	26.75	96.3
14	0.2	0.9	1.28	0.7	0.38	44.06	158.616	44.52	160.272	24.35	87.66
15	0.28	1.28	1.48	1	0.2	42.1	151.56	42.44	152.784	22.09	79.524
Mean	0.48	1.24	1.46	0.76	0.22	32.42	116.70	32.97	118.69	20.61	74.20

Скоростта на главата на ракетата в нейната средна стойност достига 74 км/час (20 m/s), а максималната линейна скорост е близо 119 км/час. Има отделни случаи от извадката където скоростта достига и 144 км/час. (фиг.5)



За да открием средния коефициент за разликата на скоростта между главата на ракетата въвеждаме K_c – коефициент на зависимост на скоростите ракета/топка след контакта.

$$K_c = \frac{V_{maxh}}{V_1}$$

Средния за извадката K_c е $117:74 = 1.58$, като се има пред вид че при най добрите скорости от извадката той пораства до 1.9 а при най слабите е 1.05. За нашето изследване ще разглеждаме средните за извадката K_c .

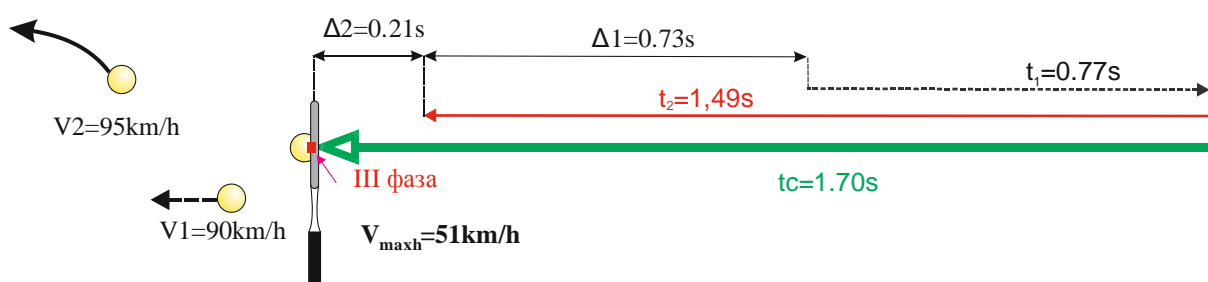
Тук коефициента на зависимост е $K_c = 1.55$.

Таблица 2

Кинематични показатели на изпълнения на обратен удар при мъже.

	t_1	t_2	t_c	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$V1(m/s)$	$V1(km/h)$	$V2(m/s)$	$V2(km/h)$	$V_{maxh}(m/s)$	$V_{maxh}(km/s)$
1	1.16	1.36	1.56	0.2	0.2	33.02	118.872	34.99	125.964	20.59	74.124
2	1.04	1.88	2.08	0.84	0.2	30.88	111.168	33.35	120.06	18.5	66.6
3	0.48	1.4	1.62	0.92	0.22	28.55	102.78	29.68	106.848	18.42	66.312
4	0.44	1.3	1.5	0.86	0.2	20.43	73.548	21.02	75.672	8.43	30.348
5	0.84	1.58	1.8	0.74	0.22	17.87	64.332	18.68	67.248	9.48	34.128
6	0.64	1.44	1.65	0.8	0.21	19.15	68.94	19.85	71.46	8.955	32.238
Mean	0.77	1.49	1.70	0.73	0.21	24.98	89.94	26.26	94.54	14.06	50.63

От таблиц 2 и от фигура 6 е видно, че при обратния удар скоростта на ракетата при контакта е 14 m/s (51 km/h) докато при дланния е 20 m/s.



Фиг. 6

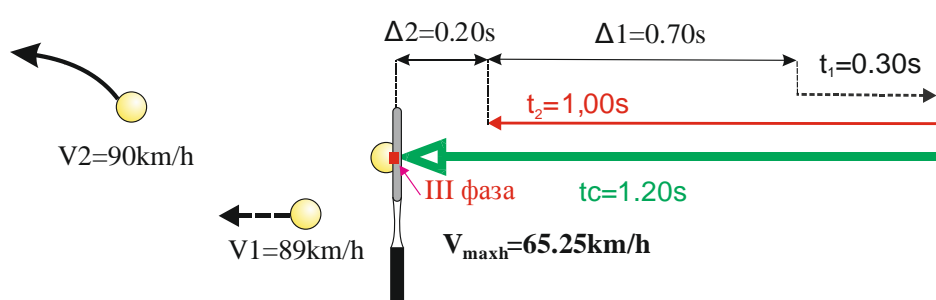
Независим от по-ниската скорост на главата на ракетата ($K_c = 1.7$) коефициента на зависимост е по-висок.

Тази тенденция се запазва и при жените изпълняващи обратен удар резултатите на които са показани в таблица 3 и фиг. 7. Коефициента за отношението на скоростите е $K_c = 1.6$

Средния коефициент ни дава информация за автоматизирането на удара по топката при изпълнение на дланов и обратен удар. При нашето изследване той е $V_1 = 1.6 V_{maxh}$.

Кинематични показатели на изпълнения на обратен удар при жени.

	t_1	t_2	t_c	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$V1(m/s)$	$V1(km/h)$	$V2(m/s)$	$V2(km/h)$	$V_{maxh} (m/s)$	$V_{maxh} (km/s)$
1	0.2	0.9	1.05	0.7	0.15	23.45	84.42	23.95	86.22	12.9	46.44
2	0.16	0.94	1.06	0.78	0.12	28.1	101.16	28.49	102.564	16.93	60.948
3	0.16	0.94	1.12	0.78	0.18	29.43	105.948	30.05	108.18	16.21	58.356
4	0.48	1.12	1.4	0.64	0.28	30.82	110.952	31.46	113.256	23.73	85.428
5	0.76	1.32	1.7	0.56	0.38	30.6	110.16	31.19	112.284	17.5	63
6	0.64	1.28	1.64	0.64	0.36	31.36	112.896	31.88	114.768	22.41	80.676
Mean	0.40	1.08	1.33	0.68	0.25	28.96	104.26	29.50	106.21	18.28	65.81



Фиг. 7

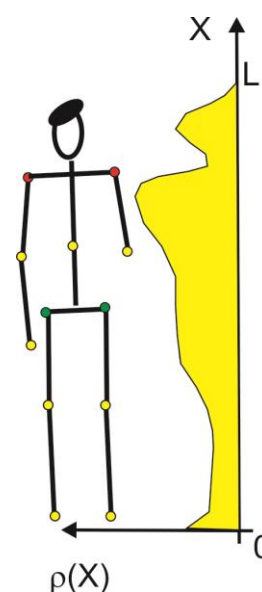
От нашите изследвания се доказва, че разсъжденията в теоретичната част за липсата на възможност на тенисиста да коригира удара в третата фаза е невъзможно. От това следва, че тренировъчния процес трябва да е насочен към всички други елементи на изпълнението на длановия и особено внимание на обратни удар за да се достигне до автоматизирането на точния контакт на топката с ракетата.

Видео-компютърен и биомеханичен анализ на ротацията и ъгловата скорост на линиите свързващи тазобедрените и раменните стави.

Основание да направим този анализ ни даде разглеждането на разпределението на масата на човешкото тяло от физическа (биомеханична) гледна точка.

По световни източници представяме стационарната функция на разпределението на масата ($\rho(X)$) на човека по протежение на биомеханичната верига (Фиг. 8).

Избрахме за биомеханичен анализ линиите затварящи най големия процент от масата на човешкото тяло чиято ъглова скорост допринася най-много за формирането на сумарната сила на удара.



Фигура 8

Изследвахме следните времена и ъгли на линиите на таза и раменете (Фиг. 9):

t_1 – начално време на движение на линията на таза (в секунди s)

t_c – времето на линията на таза при контакт ракета/топка (s)

α_1 – ъгъла на линията на таза в t_1 (в градуси)

α_c – ъгъла на линията на таза в t_c (в градуси)

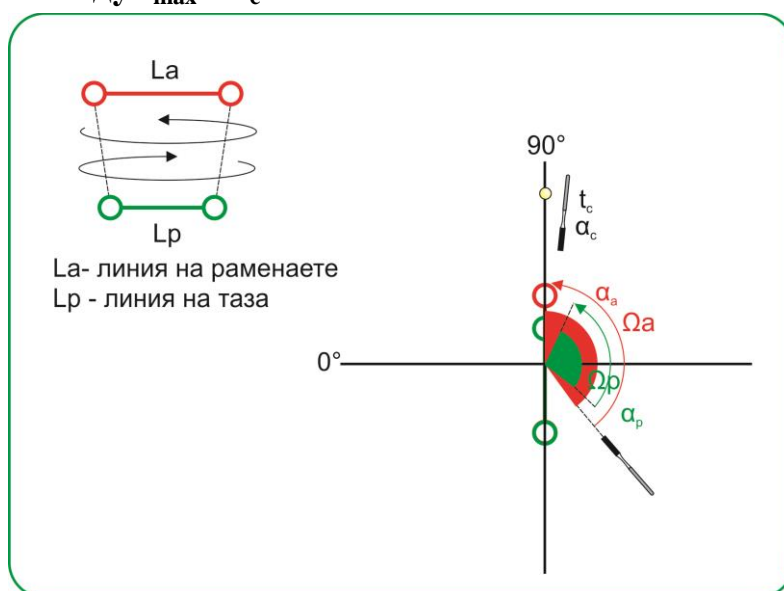
t_{max} – времето на максимална ъглова скорост

$\Omega(\text{deg} \cdot t_{max}^{-1})$ ъглова скорост на линията на таза

Δ_1 – ъгъл на ротация на линията на таза(deg)

Δ_2 – време за ротация (s)

Δ_3 – разликата между t_{max} и t_c



Фигура 9

Резултатите за показателите представяме в таблици 4 до 12.

Анализирайки получените резултати от табл. 4 до табл. 10 могат да се отбележат няколко характерни особености. При мъжете линията, която свързва ъгълът на ротация, при тазобедрените стави във фазата на движение напред при дланов удар е забележимо по-малък от ротацията на раменния пояс (62.71 градуса срещу 122.39 градуса). При жените за същото движение тази разлика е с почти 20 градуса по-малка (74.61 градуса за таза срещу 107.40 градуса за раменете).

Таблица 4

Резултати за кинематиката на линията на тазобедрените стави
при мъже изпълняващи дланов удар

$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	Ω	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
1.16	157.1	1.56	90.1	1.48	325	67	0.4	0.08
1.23	163.2	1.6	101.2	1.54	220	62	0.37	0.06
1.12	157.4	1.44	118.1	1.39	245	39.3	0.32	0.05
1.38	182.4	1.66	139.4	1.62	146	43	0.28	0.04
0.9	182.8	1.21	127.5	1.08	186	55.3	0.31	0.13
0.98	185.7	1.22	137.7	1.16	190	48	0.24	0.06
1.2	163.3	1.58	96.8	1.54	315	66.5	0.38	0.04
1.04	193.5	1.36	102.8	1.26	458	90.7	0.32	0.1
1.16	188.2	1.52	93.3	1.4	468	94.9	0.36	0.12
1.12	186.2	1.42	115.7	1.34	348	70.5	0.3	0.08
1	164.4	1.28	99.5	1.2	478	64.9	0.28	0.08
1.2	150.6	1.48	100.2	1.42	354	50.4	0.28	0.06
1.12	172.90	1.44	110.19	1.37	311.08	62.71	0.32	0.08

Таблица 5

Резултати за кинематиката на линията на тазобедрените стави
при мъже изпълняващи обратен удар

$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
1.28	212.2	1.56	121.3	1.48	316	90.9	0.28	0.08
1.82	190.3	2.08	126.1	1.98	273	64.2	0.26	0.10
1.28	207.2	1.62	126.2	1.50	318	81.0	0.34	0.12
1.20	182.4	1.50	130.1	1.44	178	52.3	0.30	0.06
1.60	193.5	1.80	132.5	1.78	105	61.0	0.20	0.02
1.40	187.95	1.65	131.30	1.61	141.50	56.7	0.25	0.04
1.43	195.59	1.70	127.92	1.63	221.92	67.68	0.27	0.07

Обикновено различията тук не са толкова забележими и тези резултати се дължат на няколко значително по-ниски стойности при някои от опитите. При обратен удар, в същата фаза на движение напред, за разглежданите ротационни ъгли при мъжете тенденцията се запазва, но тук относителната разлика между средните стойности на двата ъгъла е по-малка (67.68 градуса срещу 86.11 градуса), т.е. относителното усукване на раменете спрямо таза е по-ограничено. Една от причините за този факт е затворената кинематична верига на горните крайници в мястото на хвата.

Таблица 6

Резултати за кинематиката на линията на раменните стави
при мъже изпълняващи дланов удар

$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
1.26	203.5	1.56	74.5	1.52	785	129	0.3	0.04
1.24	202.5	1.6	100.9	1.58	758	101.6	0.36	0.02
1.13	188.9	1.44	98.9	1.4	619	90	0.31	0.04
1.4	224.1	1.66	99.1	1.64	841	125	0.26	0.02
0.92	189.3	1.21	110.5	1.16	479	78.8	0.29	0.05
1	199.4	1.22	121.9	1.16	487	77.5	0.22	0.06
1.2	226.1	1.58	83.3	1.56	565	142.8	0.38	0.02
1.04	238.9	1.36	84.3	1.28	828	154.6	0.32	0.08
1.16	232.2	1.52	78.8	1.42	711	153.4	0.36	0.1
1.12	233.2	1.42	89.5	1.36	849	143.7	0.3	0.06
1	215.3	1.28	83.3	1.26	594	132	0.28	0.02
1.2	226.7	1.48	86.4	1.44	713	140.3	0.28	0.04
1.14	215.01	1.44	92.62	1.40	685.75	122.39	0.31	0.05

Таблица 7

Резултати за кинематиката на линията на раменните стави
при мъже изпълняващи обратен удар

$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
1.3	210.7	1.56	108.6	1.54	624	102.1	0.26	0.02
1.84	194.7	2.08	120	2.08	545	74.7	0.24	0
1.3	215.1	1.62	125.9	1.6	485	89.2	0.32	0.02
1.22	186.6	1.5	97.3	1.5	419	89.3	0.28	0
1.6	183.2	1.8	105.4	1.78	302	77.8	0.2	0.02
1.41	184.9	1.65	101.35	1.64	360.5	83.55	0.24	0.01
1.45	195.87	1.70	109.76	1.69	455.92	86.11	0.26	0.01

Важен фактор за постигане на висока скорост на главата на ракетата е правилната от биомеханична гледна точка времева последователност между максималните стойности на ъгловата скорост на звената на тялото от кинематичната верига във фазата на движение напред и при двата удара. Резултатите сочат, че за мъжете при дланов удар моментът на максимална скорост на ротация на раменете се намира на 0.31 секунди преди момента на контакта на ракетата с топката, предшестван на 0.02 секунди от максималната ъглова скорост на линията, свързваща тазобедрените стави. При обратен удар този интервал е по-малък, което се обуславя от спецификата на удара и по-малкия инеръчен момент на тялото в тази фаза, в сравнение с длановия удар.

Таблица 8

Резултати за кинематиката на линията на тазобедрените стави
при жени изпълняващи дланов удар

$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
0.64	184.3	1.01	101.5	0.92	522	82.8	0.37	0.09
0.78	212.3	1.16	104.8	1.04	452	107.5	0.38	0.12
0.88	182.6	1.12	133.8	1.05	430	48.8	0.24	0.07
1.2	154.3	1.42	127.6	1.36	137	26.7	0.22	0.06
1.44	161.7	1.56	132.5	1.5	213	29.2	0.12	0.06
1.23	158.4	1.45	116.4	1.38	239	42	0.22	0.07
0.8	188.3	1.06	93.5	1	486	94.8	0.26	0.06
0.74	206.8	1	104.8	0.96	593	102	0.26	0.04
0.82	199.7	1.08	116.4	1.04	396	83.3	0.26	0.04
0.8	190.1	1.12	97.8	1.08	358	92.3	0.32	0.04
0.96	192	1.22	100.9	1.14	485	91.1	0.26	0.08
0.88	198.5	1.14	103.7	1.06	406	94.8	0.26	0.08
0.93	185.75	1.20	111.14	1.13	393.08	74.61	0.26	0.07

Таблица 9

Резултати за кинематиката на линията на тазобедрените стави
при жени изпълняващи обратен удар

$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
0.78	184.5	1.05	129.7	1.02	188	54.8	0.27	0.03
0.7	183.1	1.06	124.5	0.82	264	58.6	0.36	0.24
0.92	184.9	1.12	120.1	1.1	405	64.8	0.2	0.02
1.2	206.2	1.4	128.6	1.3	347	77.6	0.2	0.1
1.52	203.7	1.7	134.1	1.64	410	69.6	0.18	0.06
1.48	205.6	1.64	120.3	1.6	421	85.3	0.16	0.04
1.10	194.67	1.33	126.22	1.25	339.17	68.45	0.23	0.08
1.28	227.11	1.55	147.25	1.45	395.69	79.86	0.27	0.10

Таблица 10

Резултати за кинематиката на линията на раменните стави
при жени изпълняващи дланов удар

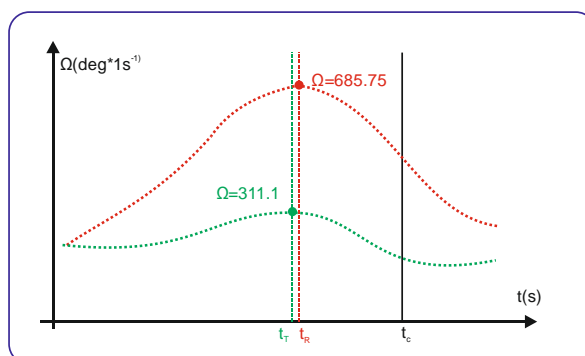
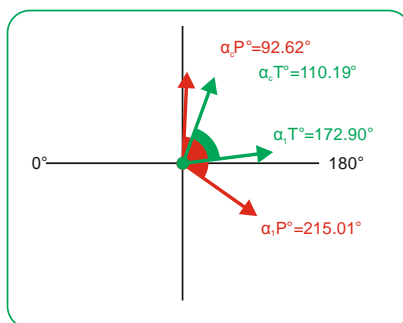
$t_1(s)$	$\alpha 1^\circ$	t_c	αc°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
0.66	183.4	1.01	73.9	0.92	559	109.5	0.35	0.09
0.82	208.3	1.16	85.9	1.1	466	122.4	0.34	0.06
0.9	184.5	1.12	110.5	1.08	447	74	0.22	0.04
1.2	157.6	1.42	123.8	1.36	563	33.8	0.22	0.06
1.44	174.1	1.56	113.8	1.52	524	60.3	0.12	0.04
1.28	159.9	1.45	96.6	1.4	569	63.3	0.17	0.05
0.8	225.9	1.06	86.3	1.02	597	139.6	0.26	0.04
0.76	225.7	1	88.9	0.98	659	136.8	0.24	0.02
0.82	217.4	1.18	76.1	1.14	978	141.3	0.36	0.04
0.84	208.9	1.12	87.6	1.1	610	121.3	0.28	0.02
0.96	219.7	1.22	77.1	1.16	846	142.6	0.26	0.06
0.92	220.8	1.14	76.9	1.1	897	143.9	0.22	0.04
0.95	198.85	1.20	91.45	1.16	642.92	107.40	0.25	0.05

Резултати за кинематиката на линията на раменните стави
при жени изпълняващи обратен удар

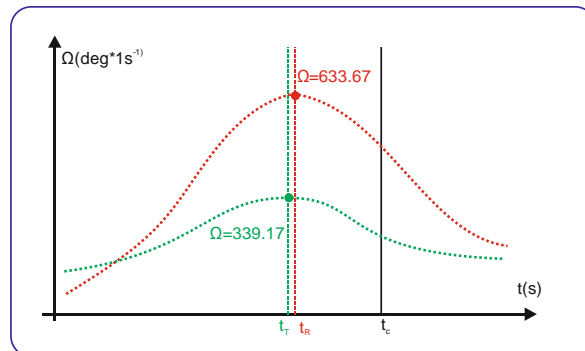
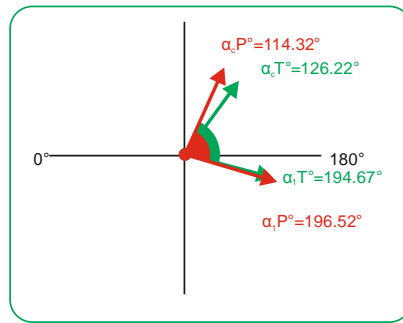
$t_1(s)$	α_1°	t_c	α_c°	t_{max}	deg*S-1	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$
0.8	182.3	1.05	102.3	1.04	585	80	0.25	0.01
0.96	189.8	1.06	112.7	1	801	77.1	0.1	0.06
1	199.4	1.12	121.6	1.1	634	77.8	0.12	0.02
1.22	188.1	1.4	106.6	1.36	606	81.5	0.18	0.04
1.56	207.4	1.7	116.3	1.68	698	91.1	0.14	0.02
1.5	212.1	1.64	126.4	1.62	478	85.7	0.14	0.02
1.17	196.52	1.33	114.32	1.30	633.67	82.20	0.16	0.03

При жените е характерно, че моментът от време на този максимум на ъгловата скорост се приближава до момента на контакта с топката, като относителната времева разлика между таз и рамене се запазва.

На **фиг. 10** и **фиг. 11** графично са представени началния ъгъл при фазата движение напред и ъгловото положение в момента на контакта с топката в края на фазата на линиите на раменете и тазобедрените стави, съответно дланов удар за мъже и обратен удар за жени. Показани са също така и моментите на максималните стойности на ъгловите скорости на таза (в t_T) и раменете (в t_R) спрямо момента на контакта с топката (t_c).



Фигура 10 Мъже дланов удар



Фигура 11 Жени обратен удар

Тук може да се отбележи аналогичната структура в развитието на ъгловите скорости на ротация на таза (с по-бледа пунктирана линия) и на раменния пояс (с тъмна пунктирана линия). Забелязва се, че най-високи средни стойности на ъгловата скорост (685.75....) имат мъжете при дланов удар. Също така се наблюдава при мъжете, че има забележима разлика в максималните скорости на ротация на двете звена и при двата удара. При жените значителна разлика по този показател при двата удара не се наблюдава. Интересен е факта, че при жените средната абсолютна стойност на ъгловите скорости на таза и при двете движения са по-високи от тези при мъжете. Този факт е малко дискуссионен, но е възможно да се дължи и на различия в гъвкавостта между двата пола.

Обобщение:

Получените резултати недвусмислено подсказват, че от практическо значение за усъвършенстване и повишаване на нивото на уменията при изпълнение на прав и обратен удар, тренъорите и състезателите основно трябва да се фокусират върху три показателя: подходяща скорост на ротация на таза и раменете (горната част на туловището) и тяхната времева последователност. Натиск на задно стоящия долен крайник ще доведе до начало на ротация на таза и следователно до нарастване на ъгловата разлика между началния ъгъл на линиите на раменните и тазобедрените стави. Това допринася за натрупване на еластична енергия, която в последствие се освобождава при последващите ротации на

тези сегменти. При случаите на генериране на взривна ъглова скорост на горната част на тялото, играчът често пристъпва напред със своя задно стоящ крак, след контакта с топката. Като цяло, това може да бъде модел за техническа тренировка на прав удар в тениса.

ПЕДАГОГИЧЕСКИ ЕКСПЕРИМЕНТ

Анализ на резултатите от тестирането.

Необходимо е треньора така да използва информацията, че провеждания от него тренировъчен процес да има прогресия. Преследваната тренировъчна цел е образ на желаното спортно умение на трениращите.

Необходимостта от информация за техническото усвояване на ударите в тениса, като система от части, фази и моменти на тяхното изпълнение е изключително ценна за треньорите на деца от тенис школите.

Анализ на резултатите от тестирането по Тест 1 – Постоянство.

Изпълнението на тестовете е придружено от видеозапис, с помощта на който треньора прави анализ на грешките при изпълнението на ударите и и по точно търси причина за направените грешки. Анализът е проведен във видеозапис с възможности за забавен каданс и стоп кадър - персонално с всяко трениращо дете.

В средата на проведеното изследване записът на тестовете е повторен, като треньора анализира персоналните грешки на трениращите деца.

В края на експеримента повторихме тестовете с отчитане на грешките и видеозапис на изпълнението на теста (Таблица 11). В таблиците отчитаме само **точните удари**.

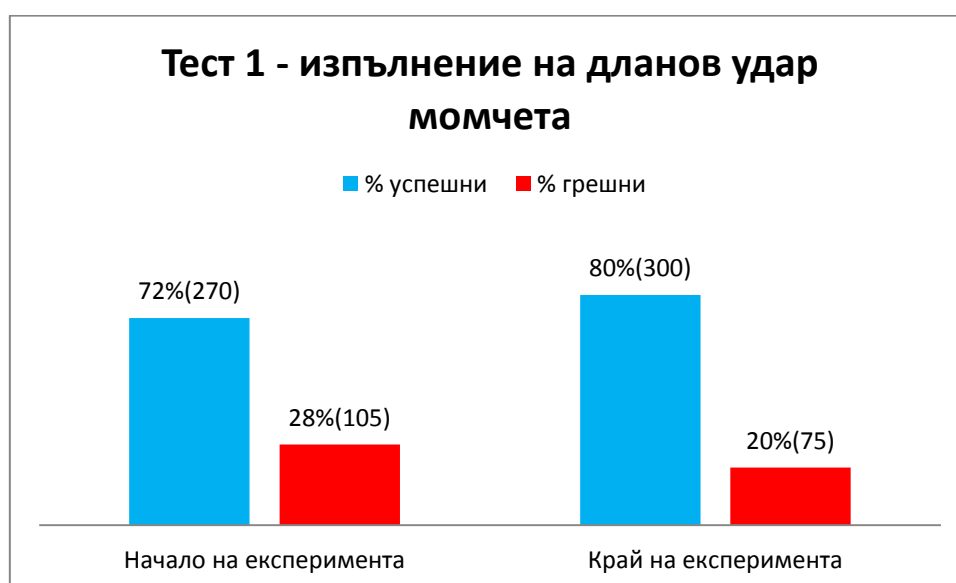
Фигура 12 онагледява изпълнението на успешните и неуспешните дланови (форхенд) удари от момчетата в проценти (в скоби в брой), в целта (кръг с диаметър 5m). В началото на експеримента от 375 удара 270 (72%) са успешни, което ни показва, че групата момчета са с малко над средното ниво спортни резултати.

Таблица 11

Резултатите от началното и крайното изпълнение на Тест 1.

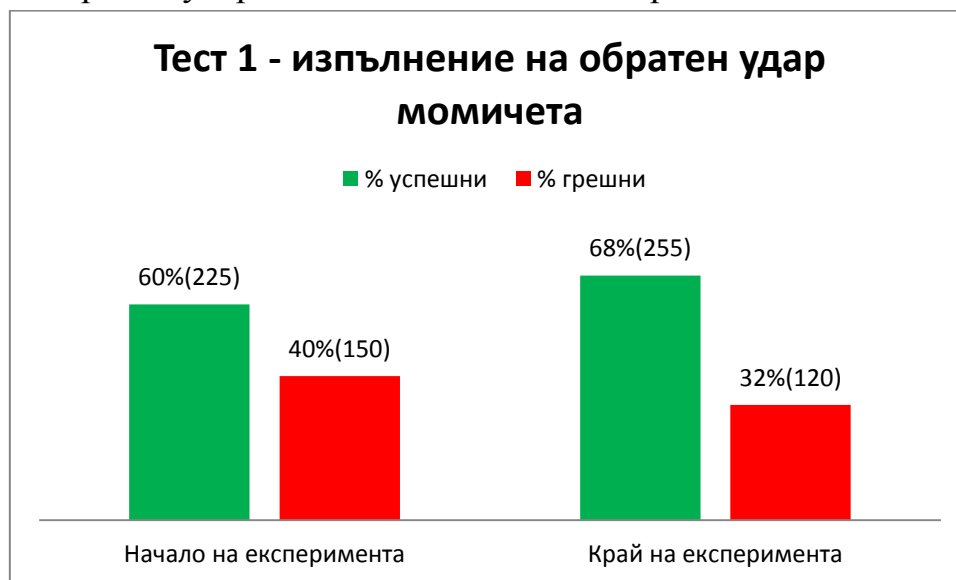
n = брой тестирани	МОМЧЕТА				МОМИЧЕТА			
	начално тестиране		крайно тестиране		начално тестиране		крайно тестиране	
	F	B	F	B	F	B	F	B
1	16	18	18	20	18	16	19	17
2	16	17	17	18	17	17	18	18
3	15	16	17	18	16	15	18	16
4	16	19	17	21	16	15	17	16
5	16	15	18	18	18	16	19	17
6	19	17	22	20	18	14	19	16
7	20	17	21	19	16	14	17	17
8	20	18	22	20	17	15	18	17
9	17	17	20	19	18	14	18	17
10	18	18	21	19	15	13	16	16
11	19	17	20	19	15	17	16	19
12	20	16	22	19	18	15	19	17
13	19	16	22	18	18	16	19	17
14	20	17	23	18	17	14	18	18
15	19	17	20	19	18	14	19	17
Общо	270	255	300	285	255	225	270	255

В края на експеримента се вижда прираст от 8 % в полза на успешните попадения. Според нас имайки предвид възрастта на тенисистите, прираста е значителен и показва правилно провеждане на тренировъчен процес.



Фигура 12

С фигура 13 демонстрираме резултатите на теста за постоянство при изпълнение на обратен удар в началото и края на експеримента. От графиката е видно, че както и при момчетата резултатите са по-ниски от тези на длановия удар. Това е резултат от по-трудното изпълнение на този удар и даваме препоръка някои обратни удари да се изпълняват с две ръце.



Фигура 13

Прираста е 8% и е по-добър от този при длановия удар. Това приемаме, като следствие от отстраняването на грешките при изпълнение след видеоанализа и добиването на реална представа за удара и изпълнението на неговите фази. (бекхенд).

С този тест на практика доказахме необходимостта от развитието на качеството **постоянство** като първи тактически принцип в обучението на децата.

Анализ на резултатите от тестирането по Тест 2 – Точност.

Събраната информация от този тест е насочена към технико-тактическите характеристики на играта и контрол на ударите. За да управляваме спортната подготовка трябва да регулираме въздействията (тренировъчни и нетренировъчни), прилагани върху спортиста на основата на получена информация с цел да се постигнат планираните цели.

Теста е информативен и за двигателната способност на изследваните деца. При изпълнението му не е задължително да се целят последователно двата правоъгълника. Изследваното дете преценява според своите моментни възможности, кой удар да отиграе. Машината подава топки с различна скорост, посока и дължина. Резултатите от теста са представени в таблица 12.

От фигура 14 се вижда, че при този тест началните нива са малко по-ниски от тези при теста за постоянство. Разликата е от 4% или 15 удара и може

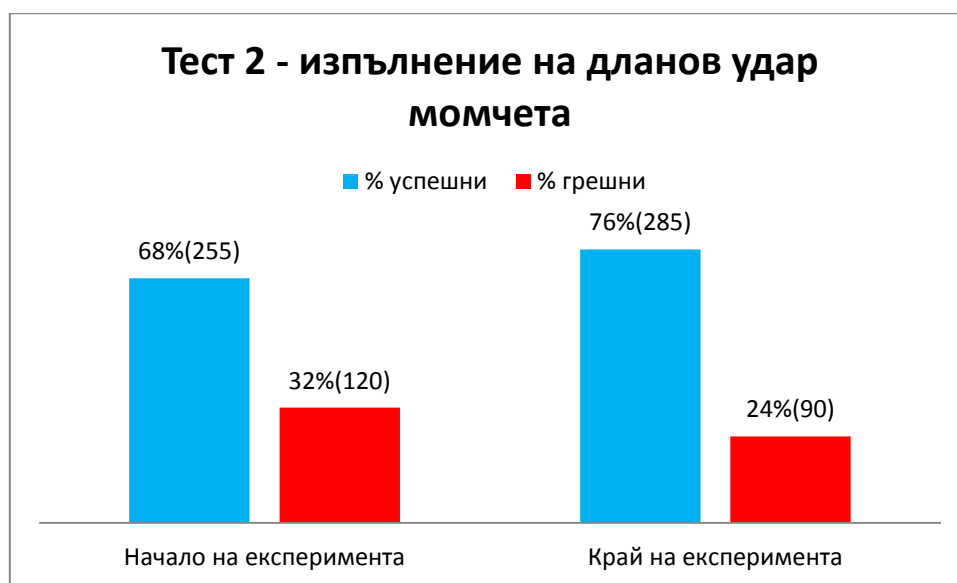
да се приеме (теоретично), че всяко изследвано дете е направило по една грешка повече.

Таблица 12

Резултатите от началното и крайното изпълнение на Тест 2.

n = брой тестирани	МОМЧЕТА				МОМИЧЕТА			
	начално тестиране		крайно тестиране		начално тестиране		крайно тестиране	
	F	B	F	B	F	B	F	B
1	16	17	17	19	17	16	20	17
2	16	16	17	18	16	17	17	18
3	15	15	17	18	15	15	18	16
4	16	17	19	19	15	15	17	16
5	16	15	18	17	16	16	20	17
6	18	16	20	18	17	14	18	16
7	18	15	20	17	15	14	17	17
8	18	17	20	19	16	15	18	17
9	17	16	19	18	17	14	18	17
10	17	17	19	18	15	13	15	16
11	18	16	19	17	13	17	17	19
12	18	16	20	19	17	15	19	17
13	17	16	19	18	17	16	19	17
14	18	16	21	18	16	14	19	18
15	17	15	20	17	18	14	18	17
□	255	240	285	270	240	225	270	255

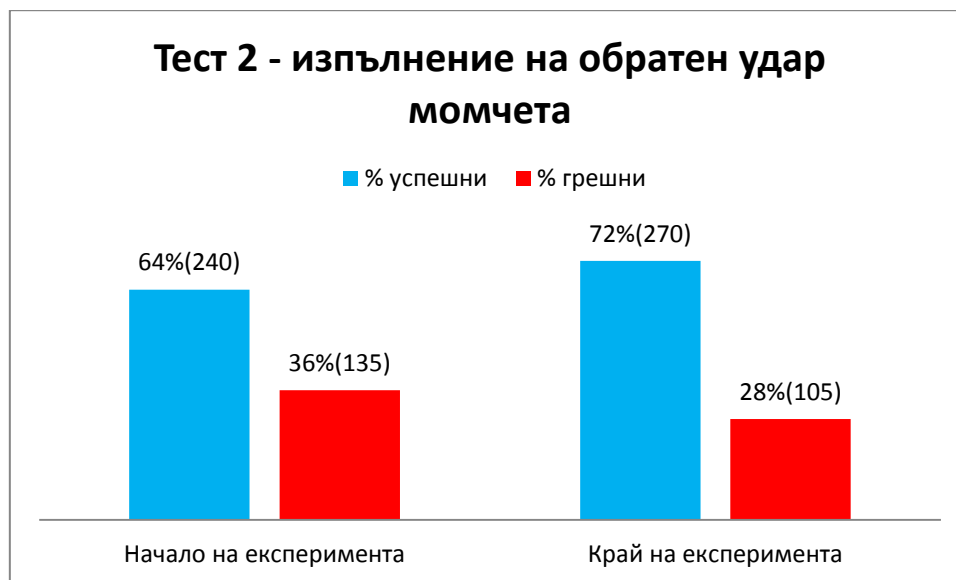
Прираста в края на теста за точност на длановия удар при момчетата е 8% или 30 удара.



Фигура 14

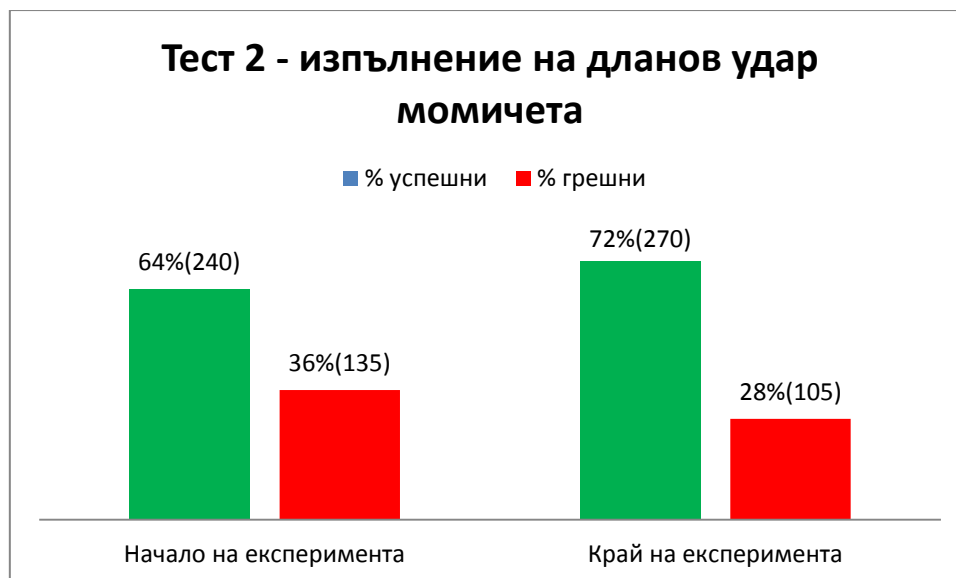
Обратния удар (Фигура 15) в началото е с малко по-ниски нива от длановия (4%), което е логично, като се има пред вид по-трудното му усвояване и изпълнение на част от децата.

Прираста в края на експеримента е 8%, което ни удовлетворява.



Фигура 15

Длановия удар при момичетата е с 4% по нисък, но прираста му е както при тях 8% (Фигура 16). Тенденцията спрямо теста за постоянство се запазва и не се забелязват аномалии от крайно високи или прекалено ниски стойности.



Фигура 16

Анализ на резултатите от тестирането по Тест 3 – Скорост.

Теста за **скорост** на практика е зависим от всички фази на удара. От правилната постановка на тялото за посрещане и замаха с ракетата до точното нанасяне на удара върху топката. Топ играчите постигат средни скорости на топката от около 130 км/час. Средните скорости, които постигат изследваните от нас лица са между 85 до 110 км/час и са добри за тяхната възраст. Минималните стойности при момчетата (76 и 82 км/час) могат да се приемат за единични случаи, поради това, че са свързани с грешни удари, а при момичетата те са 75 и 78 км/час. Ниските скорости дават информация на треньора за грешки при биомеханиката на ударите .

Изследването на скоростта на движение на топката е важна задача в тренировъчния процес. За нашия тест използвахме радар - Speed Check – Personal Sports Radar с възможност за измерване на скорости до 200 км/час и допустима грешка ± 2 до 3 км/час.

На таблица 13 са дадени резултатите от провеждането на тест 3 за скорост. В таблицата сме записали **средната скорост** от всички **точни удари** на всеки тестиран състезател.

От таблицата се вижда, че прирастите на средните скорости между първото и второто изследване не са много големи от 7 до 12 км/час. За да добием по голяма информация за този тест ще онагледим тези резултати, като представим специални графики (т. н. радарни) от които ще проличи нагледно какъв прираст има всяко изследвано лице при двете тестирания и в същото време да сравним стойностите при изпълнението на двата удара.

Таблица 13

Резултатите от началното и крайното изпълнение на Тест 3.

п = брой тестирани	МОМЧЕТА				МОМИЧЕТА			
	начално тестиране		крайно тестиране		начално тестиране		крайно тестиране	
	Ф	В	Ф	В	Ф	В	Ф	В
1	100	88	115	90	86	85	98	90
2	105	78	115	95	85	84	96	97
3	82	76	100	93	90	87	97	88
4	95	80	105	92	99	88	102	89
5	90	90	100	97	90	85	99	97
6	101	99	120	102	96	83	104	98
7	98	97	102	101	88	84	98	88
8	95	94	104	103	75	85	90	86
9	99	98	105	102	78	86	97	89
10	100	97	121	101	84	88	97	90
11	99	96	105	99	93	85	104	92
12	100	95	106	102	91	87	101	96
13	101	96	116	101	99	81	105	99
14	105	97	111	102	91	82	98	90

15	100	99	125	105	90	85	99	91
V ср	98	92	110	99	89	85	99	92

При момчетата изпълняващи дланов удар, общия прираст е 12 км/час което ни дава информация за общото състояние на групата, (фиг. 17). Видно е, че тенисисти № 1, 3, 6, 10, 13 и 15 са значително над общото ниво, а останалите са близко до средното ниво.



Фигура 17

При обратния удар с общ прираст от 7 км/час, картината е съвсем друга. Тези момчета, които се открояваха при длановия удар при обратния са близо и под общия прираст (фиг.18). Тук се открояват № 2,3,4, 8 и 12. Откриваме, че №3 макар и от по ниско ниво при първоначалното тестиране показва сериозен прираст и при двата удара, което е добра характеристика за неговото развитие.



Фигура 18

При момичета изпълняващи дланов удар общия среден прираст е 10 км/час. При тях има по голяма група с прираст над средния. Това са № 1,2,3,7,8,9,10,11 и 12 с прираст ≥ 10 км/час (фиг 19).



Фигура 19

Изпълняващи момичета обратен удар (при среден прираст на групата 7 км/час), които се отличават са № 2,5,6,7,13 и 14. В тази група може да се обърне внимание на № 2 и 7. При тях има постоянство в прирастите и при двата изследвани удара - фиг. 20).



Фигура 20

Нормативни таблици на основата на нашето тестиране.

За изготвянето на нормативите за постоянство, точност и скорост ще използваме изчисленото стандартно отклонение от нашите изследвания в края на експеримента. От теорията на статистиката знаем, че в нормално разпределената съвкупност от данни в границите на $\bar{X} \pm S$ попадат 68% от стойностите на променливата.

За да се убедим в нормалната съвкупност от данни и тяхната еднородност изчислихме и коефициента на вариация $V\%$.

В таблица 14 са показани средните стойности в края на експеримента по теста за постоянство, които ще ни послужат за създаването на норматив за постоянство при изпълнение на 25 дланови (форхенд **F**) и 25обратни (бекхенд **B**) удара.

Таблица 14

Средни стойности, стандартно отклонение и коефициент на вариация за края на експеримента за тест 1- **постоянство**.

	Момчета		Момичета	
	F	B	F	B
\bar{X}_{cp}	20	19	18	17
S	2.1	2.00	1.98	1.85
V%	10.5	10.0	11.00	10.8

От таблицата се вижда, че коефициента на вариация $V\%$ е в границите до 12% - което ни позволява да приемем нашата извадка за силно еднородна.

От друга страна стандартното отклонение е в границите от 1,85 до 2,1, което ни позволява да го приемем като цяло число 2 или 2 удара и това ще ни позволи да изготвим норматив от цели числа (удари).

Таблица 15

Нормативна таблица за броя на точните ударите необходими за съответната оценка за тест 1 **постоянство**.

		$\bar{X}_{cp}-2S$	$\bar{X}_{cp}-S$	\bar{X}_{cp}	$\bar{X}_{cp}+S$	$\bar{X}_{cp}+2S$
Оценка		задоволителен	добър		мн. добър	отличен
Момчета	F	16	18	20	22	24
	B	15	17	19	21	23
Момичета	F	14	16	18	20	22
	B	13	15	17	19	21

За тест 2 **точност** стойностите на средните стойности и стандартното отклонение са дадени в таблица 16. Тук също коефициента на вариация ($V\%$) е

под 12%, а стандартното отклонение ще приемем за 2 удара, за да се получат достоверни интервали между оценките (за да има оценка 5.00 и 5.50)

Таблица 16

Средни стойности, стандартно отклонение и коефициент на вариация
за края на експеримента за тест 2- **точност**.

	Момчета		Момичета	
Вид удар	F	B	F	B
Хср	19	18	18	17
S	2.1	1.86	1.91	1.85
V%	11.00	10.00	10.06	10.8

Таблица 17

Нормативна таблица за броя на точните ударите
необходими за съответната оценка за тест 2 **точност**.

		Хср-2S	Хср-S	Хср	Хср+S	Хср+2S
Оценка		задоволителен	добър		мн. добър	отличен
Момчета	F	15	17	19	21	23
	B	14	16	18	20	22
Момичета	F	14	16	18	20	22
	B	13	15	17	19	21

За третия тест скорост на топката получихме статистическите показатели представени в таблица 18.

Таблица 18

Средни стойности, стандартно отклонение и коефициент на вариация
за края на експеримента за тест 3- **скорост**.

	Момчета		Момичета	
	F	B	F	B
Хср	110	99	99	92
S	5.2	4.96	4.98	4.99
V%	4.72	5.00	5.00	5.40

Разглеждайки резултатите за S-стандартното отклонение и поради силната еднородност на базата данни ($V\% \leq$ от 7,3%) приемаме стойността за S =5 км/час.

Таблица 19

Нормативна таблица за необходимата средна стойност на скоростта от 25 удара
необходима за съответната оценка за тест 3 **скорост**.

		Хср-2S	Хср-S	Хср	Хср+S	Хср+2S
Оценка		задоволителен	добър		мн. Добър	отличен
Момчета	F	под 105	от 105 до 110	110	от 110 до 115	от 115 до 120
	B	под 94	от 94 до 99	99	от 99 до 104	от 104 до 109
Момичета	F	под 94	от 94 до 99	99	от 99 до 104	от 104 до 109
	B	под 87	от 87 до 92	92	от 92 до 97	от 97 до 102

В заключение трябва да кажем, че да се направи перфектна нормативна таблица е необходимо да се изследват голям брой лица или групи деца трениращи тенис от всички големи градове на Република България. Но дори за тези 30 тенисисти ние срещнахме изключителни трудности и неразбиране от страна на треньорите.

ИЗВОДИ

1. Резултатите от проведеното изследване разкриват, че целогодишната подготовка на тенисистите повишава в значителна степен количествените параметри на основните удари в тениса..

2. В изследвания контингент не съществуват значими различия между уменията на момчетата и момичетата при изпълнение на дланов и обратен удар, както по топки подхвърлени от машина, така и по топки, подхвърлени от треньора.

3. Независимо от значителния прираст на резултатите при второто тестване, считаме, че те са далеч от предварително дефинираният максимум на постиженията в зададените условия за изпълнение на ударите.

4. Проведената едногодишна учебно-тренировъчна работа с тенисистите от изследваните групи е повлияла положително върху наблюдаваните признаци, като прирастите в постиженията са и в трите изследвани от нас показатели.

5. Разработеният информационен модел и нормативна таблица позволяват лесно, бързо и обективно да бъде направена оценка на постиженията по всеки един от изследваните показатели и да определи моментното състояние на тенисиста.

6. Разработената методика и информационна система за количествена оценка на изпълненията на дланов и обратен удар, осигурява надеждна обратна връзка за управление и оптимизиране на учебно-тренировъчния процес в тениса.

ПРЕПОРЪКИ :

1.Разработената информационна система позволява да бъде усъвършенствана и разширена до експертна система, като в зависимост от регистрираното текущо състояние на играчите да се предлагат възможни въздействия в тренировъчния процес по отношение на обща и специална физическа подготовка и спортно-технически умения и навици.

2. Такъв род разработки ще доведат до унифициране и качествено нов етап в развитието на методите и средствата за усъвършенстване на учебно-тренировъчния процес.