



Илия Любомиров Канелов

*Силови характеристики на флексори и екстензори на
лакътна става при състезатели по канадска борба и
приложни тренировъчни аспекти*

АВТОРЕФЕРАТ

НА

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за присъждане на образователната и научна степен
„ДОКТОР“ по научната специалност
„Теория и методика на физическото възпитание и спортната тренировка“
Направление 1.3. – Педагогика на обучението по:

Благоевград, 2016 г.

Председател на жури:

проф. д-р Магдалена Кирилова Глушкова, ЮЗУ „Неофит Рилски“, Благоевград

Рецензенти:

1. проф. д-р Магдалена Кирилова Глушкова, ЮЗУ „Неофит Рилски“, Благоевград

2. доц. д-р Мария Кирилова Гикова, НСА „Васил Лески“, София

Становище:

1. проф. д-р Невена Стоянова Пенчева, ЮЗУ „Неофит Рилски“, Благоевград

2. доц. д-р Огнян Кирилов Тишинов, НСА „Васил Лески“, София

3. доц. д-р Михайл Любомиров Михайлов, НСА „Васил Лески“, София



ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ "НЕОФИТ РИЛСКИ" - БЛАГОЕВГРАД
ФАКУЛТЕТ ПЕДАГОГИКА
КАТЕДРА ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА НА ФИЗИЧЕСКОТО ВЪЗПИТАНИЕ

Илия Любомиров Канелов

*Силови характеристики на флексори и екстензори на
лакътна става при състезатели по канадска борба и
приложни тренировъчни аспекти*

АВТОРЕФЕРАТ

НА

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за присъждане на образователната и научна степен
„ДОКТОР“ по научната специалност
„Теория и методика на физическото възпитание и спортната тренировка“
Направление 1.3. – Педагогика на обучението по:

Научен ръководител: проф. д-р Невена Пенчева

Благоевград, 2016 г.

Дисертационният труд е с обем от 185 страници. Структурата му включва: (1) увод и концептуална постановка на изследвания проблем (49 стр.); методология на изследването (12 стр.); резултати, анализ на резултатите, изводи, препоръки (64 стр.); нормативи за оценка на въртящ момент в лакътната става (6 стр.); експериментален модел за силова подготовка (19 стр.); изводи и приноси (3 стр.); литература, на кирилица – 18 броя, на латиница 226 броя (16 стр.); приложения – декларация за информирано съгласие, протоколи от антропометрични измервания, протоколи от функционални изследвания, примерен тренировъчен план-график (10 стр.) За представяне на резултатите от изследването, в дисертационния труд са използвани 63 таблици и 46 фигури.

Публичната защита, ще се състои на 20 април 2016 г., в Учебен корпус №1 на ЮЗУ «Неофит Рилски», Благоевград, от 11,00 ч. в зала 1412.

СЪДЪРЖАНИЕ НА АВТОРЕФЕРАТА

ВЪВЕДЕНИЕ	<i>Стр.</i>
1. АСПЕТКИ НА ПРОБЛЕМАТИКАТА И ОБОСНОВКА НА ТЕМАТА.....	6
2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО.....	8
3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ФУНКЦИОНАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ОБСЪЖДАНЕ.....	11
4. НОРМАТИВИ ЗА СТАТИЧНА И ДИНАМИЧНА СИЛА НА ФЛЕКСОРИ И ЕКСТЕНЗОРИ НА ЛАКЪТЯ ПРИ СЪСТЕЗАТЕЛИ ПО КАНАДСКА БОРБА И ЗДРАВИ ЛИЦА.....	20
5. ПРОГНОСТИЧЕН МОДЕЛ НА СИЛОВА ТРЕНИРОВКА НА ФЛЕКСОРИ И ЕКСТЕНЗОРИ НА ЛАКЪТЯ ПРИ СЪСТЕЗАТЕЛИ ПО КАНАДСКА БОРБА	23
6. ИЗВОДИ.....	28
7. ПРИНОСИ.....	29
8. ЛИТЕРАТУРА.....	30
9. СПИСЪК С ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В ПРОЕКТИ	32

ВЪВЕДЕНИЕ

Оценяването на силови характеристики на скелетните мускули или мускулни групи винаги е актуален проблем в спортната наука, защото: (1) обуславят фундаментални страни в скелетно-мускулната работа свързани с генериране на сила, със силова издръжливост и физическа годност при статична и динамична работа при неактивно спортуващи хора и особено много при спортисти от различни дисциплини; (2) са зависими от методология за функционални изследвания, която във времето търпи много динамично развитие; и (3) могат да се прилагат за разработване на методи за силова тренировка и проследяване на ефекта от нея, както и за нормативи при тренирани и нетренирани лица. През последните 20 години сериозен напредък за развитието на изследванията в областта на физическото усилие и спортната наука беше постигнат с приложението на изокинетичните динамометри. Те стандартизират изследванията при оценка на силови характеристики на определени мускулни групи, защото чрез работа с постоянна скорост и съпротивление, което е функция от антропометрични данни на индивида, позволяват да се измери въртящия момент, или т.нар. торг, във всички стави. Нещо повече, торгът може да се определи при различен режим на съкращение на мускулните групи, което прави изокинетичните динамометри универсални системи за тестване, трениране, функционални изследвания и терапия.

В настоящото изследване ние имахме възможност да използваме такава високотехнологична динамометрична система, с която регистрирахме въртящия момент или торга в лакътната става на състезатели по канадска борба и го сравнихме с този при нетренираните лица, при това при различен режим на мускулна контракция - изометричен, концентричен и ексцентричен.

Ние считаме, че важен елемент в изследването беше идеята да приложим такъв експериментален дизайн, чрез който да регистрираме данни, при различни ъглови позиции в ставата, както и при различни ъглови скорости при концентричен и ексцентричен режим на работа на флексорите и екстензорите на лакътя. Това ни позволи да анализираме основни биомеханични зависимости като връзката между силата и изходната дължината на мускулите от една страна и силата и ъгловата скорост, от друга. Този тип изследвания са свързани с трудоемки експериментални сесии. Те обаче, ни позволиха да генерираме данни, чрез които по детайлно да бъдат разграничени и анализирани адаптационни изменения в изследваните мускулни групи чрез проследяване на посочените зависимости между състезателите и нетренирани лица. Пак в контекста на изследване на адаптационни изменения при системно трениране на този вид спорт, бяха проведени и подробни антропометрични изследвания и беше определен доминантният соматотип при състезателите.

Спортът канадска борба е атрактивен спорт, лесен за практикуване без особени изисквания към мястото и провеждането му. Това е общоприетото схващане за тази спортна дисциплина, която към днешна дата е спорт, който гравитира около бойните спортове или поне членува с тази федерация и такива сдружения. Развива се динамично в последните няколко години и в Благоевград, който се обособи като център на този вид спорт. Известно е, че в този отбор в Благоевград са създадени много шампиони в европейски и световни първенства. Нашите изследвания върху тези състезатели спомогнаха да се генерират уникални експериментални данни, особено като се има предвид, че оценката на адаптационни изменения би била достоверна, ако е сигурно, че изследваният контингент е достигнал това ниво. В достъпната литература на български и английски език липсват задълбочени изследвания върху силови характеристики при определени спортове и канадската борба е един от тях. Надяваме се, че когато подобни

изследвания са проведени със стандартизирани динамометрични системи, това ги прави по-надеждни и релевантни и при други видове силови спортове.

Приложението на резултатите от функционалните изследвания за разработване на нормативи, както и за създаване на модел на силова подготовка и трениране на изследваните мускулни групи, при това в изометричен, настъпващ и отстъпващ режим на съкращение при различни ставни ъгли и ъглови скорости е още една съществена стъпка в настоящата разработка, която се надяваме да спомогне за развитието на този вид спорт.

1. АСПЕТКИ НА ПРОБЛЕМАТИКАТА И ОБОСНОВКА НА ТЕМАТА

За да си изясним, въпросите относно мускулното поведение при максимално изометрично напрежение и връзката с дължина на мускула е необходимо, да анализираме данни от подобни изследвания в световната литература. Редица автори (Желясков, Дашева, 1997; Drury et al., 2006; Zatsiorsky et al., 2012) твърдят, че максимален концентричен момент на силата при флексори на лакътя, се генерира при ъглова позиция в 90°. Уточняването на оптималният “изометричен ъгъл”, при който се постига максимален торг в лакътя, е важен момент за изработване на адекватна тренировъчна програма за статична и динамична сила. Споменаването на динамичния торг не трябва да се омаловажава в случая, основните принципи на спортната тренировка включват концентрични мускулни съкращения, в следствие на който настъпват структурни промени в мускулните влакна, дължина, физиологичен напречник, ъгъл на пенация и т.н. (Robbins, 2005). Оптималната работна дължина на флексорите, ще ни насочи към съответните приложими натоварвания в съответният ъглов диапазон.

В проучване на литературни данни свързани с изследване на зависимости между въртящ момент и скорост на съкращение лакътната става (Пенчева, 2007), се забелязва, че почти винаги наред с концентричният торг се измерва и ексцентричният (Shepstone et al., 2005; Pull & Ranson, 2007; Hill, 2014). Това може да стане възможно само чрез динамометрична система. За да се състави научно обоснован метод за регистриране на ексцентричен въртящ момент, е необходима да се направят измервания на изометричният торг. Върху получените данни за стойността на изометричният въртящ момент в ставата, се продуцира и методиката за измерване на силовия момент при ексцентричните контракции. Ето защо в световната литература, изследвания върху произведен въртящ момент са ориентирани или само към изометрични тестове или към динамични, но със задължителен изометричен протокол. От тази гледна точка, трябва да споменем, че почти винаги концентричните тестове се прилагат заедно с ексцентричните.

Регистрирането на данни за стойностите на въртящ момент в ставата, не са от решаващо значение за постигане на висок спортен резултат в повечето спортни дисциплини, поради различията в тяхната кинетична и кинематична структура и координационна сложност. Но са от решаващо значение, за анализа на моментния силов статус на изследваното лице. Данните регистрирани и анализирани периодично, позволяват качествено управление на тренировъчния процес. Знаем, че спортната тренировка има много изграждащи компоненти, като тактическа, психическа и техническа подготовка на спортиста. Въпреки това, динамичните силови характеристики, на определена мускулна група, ни дават информация за нивото на кондиционното моментно състояние на мускулатурата. Ето защо, изследователските проекти свързани с използването на изокинетични тестове са свързани с по-малък контингент на изследване, като се установяват зависимости между въртящ момент, мощност, скорост на съкращение, ставен ъгъл, дължина и обем на мускула и др. и какво е поведението им в момента на натоварването и след

приложени тренировъчни въздействия (Bazzucchi et al., 2006; Флойд, 2008; Lieber et al., 2010).

Естеството на ексцентричните натоварвания предполага специфика в прилагането на методите на тренировъчно въздействие. Само научно обоснован подход, ще доведе до желан ефект на положителни адаптационни изменения, като хипертрофия и хиперплазия в натоварената мускулна група. Необходимо е време, за оптимално регенериране на получените микро разкъсвания и намаляване на мускулната болка, сред изпълнението на тренировка с подчертан ексцентричен характер. В стандартните тренировъчни програми, натоварванията са в интервал от 24 ч., даже и по-малко, ето защо, след ексцентрична тренировка необходимата почивка за мускулната група трябва да е около 72-96 ч. (Pettitt et al., 2005). Дори и по-дълга активна почивка, ще бъде от значение, за намалено усещане на болки след втората тренировка. Иницирането на целенасочени ексцентрични натоварвания, трябва да следва последователност в степента прилаганата тежест. При начинаещи спортисти, следва да се приложат първоначално субмаксимални въздействия, като до достигането на 100 и над 100 %^{-та} граница, трябва да се изчака адаптирането на мускула към контракциите. Адаптираната сила при концентричните контракции, не означава, че същият е готов да работи в над максимални ексцентрични режими (Nosaka и Newton, 2002). В зависимост от целите, ексцентричните натоварвания, в по-голяма или по-малка степен, трябва да се включват в седмичната тренировъчна програма. Първо те ще осигурят търсения растеж на мускулния обем и второ, ще осигурят еластичност на съединителна и сухожилна тъкан, като ще превентират евентуални по-леки травми (Proske и Allen, 2005; Yablonka-Reuveni, 2011). В някои изследвания, се публикуват данни за обучителния ефект в моторния контрол и управлението на движенията, чрез ексцентрични упражнения, но с натоварване по-малко от 100% (Hortobagyi et al., 1996). Енергоразходът при ексцентричните упражнения е много-нисък и за това Lindstedt и сътр. (2001) (Kraemer et al., 2003) смятат, че е причина за производството на по-голяма тяга и мощност. А чрез, повишаване на тези силови параметри, се предполага, че ще се даде възможност да се преодолее евентуално „плато“ (застой) в скоростно-силовите способности на спортиста (Doan et al., 2002).

Поведението на мускула при удължаване, в следствие на приложено над пределно натоварване, е от значение за спортната наука (LaStayo et al., 2003; Zatsiorsky, Prilutsky, 2012), като разкриването на утвърдена зависимост, поведение, представяне на торга спрямо скоростта на удължаване, дава основа за развитие и структуриране на тренировъчни въздействия. Фундаментални изследвания в тази насока, които да установят точна зависимост торг-ъглова скорост на скъсяване в определен вид спорт, все още не са правени. Затрудненията произтичат от факта, че за качествена оценка е необходим голям брой подготвени спортисти, които да са; на еднакво ниво на подготовка; да практикуват един вид спорт; към момента да са в оптимална спортна форма; да практикуват цикличен спорт изискващ проява на скоростно-силова или силова издръжливост; спорт който не е цикличен и да притежава относително стабилна пространствено времева структура; готовност на спортистите да изпълнят над пределни натоварвания, които евентуално могат да доведат до травми. Предполагаме, че това е и причината, поради която изследваните групи се състоят от приблизително 7-15 лица (Kraemer et al., 2003; Haff et al., 2005; Wozniak, 2005; Drury et al., 2006). В по-голямата си част, публикуваните данни за произведен торг в процеса на удължаване на флексори и екстензори в лакътя, съответстват на класическата крива, при която с нарастване на ексцентричната скорост нараства и въртящият момент. Но има и автори, които са получили различни данни, при които не се наблюдава повишаване на стойностите на торга в ексцентричната фаза в сравнение с максималния изометричен въртящ

момент (Komi, Linnamo, 2000; Lindstedt, 2001; Cramer, Housh, 2002). Противоречиви са данните (Rodgers и Berger, 1974), при които стойностите показват пик около 45°/sec и след това намаляват до около 110% от изометричния торг при 75°/sec. Подобни данни за генериран максимален торг, около диапазона 30°/sec - 45°/sec и последвал спад, в областта 120°/sec - 180°/sec дискутират (Chapman et al., 2005). Променливи стойности за торга са регистрирали Hortobagyi и Katch (1990). Те установяват пикови стойности при бавните ъглови скорости 30°/sec - 45°/sec, следва намаляване в областта около 120°/sec и повишаване при бързите ъглови скорости 180°/sec - 240°/sec. Това странно поведение на изследваните мускулни групи, е обект на последващи дискусии в разработката.

Тези различия в поведението на мускулните групи при ексцентрични тестове, ни карат да се замислим за причината, която предизвиква този феномен. Дали високите стойности на въртящ момент в ексцентричен режим, се дължат на съхранени и балансиращо работещи еластични компоненти както в мускула, така и в сухожилието. Дискусионен въпрос е причината за произведени по-ниски стойности на ексцентричен торг и дали причините се дължат на изчерпан еластичен потенциал на еластичните компоненти, или пък се дължат на повишена изометрична сила, която прави така, че представянето на ексцентричния въртящ момент да бъде в „платото“ около 100%. Това са въпроси на които ще търсим отговори в настоящето изследване.

2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Хипотеза, предмет и обект на изследването

- **Обект** на изследването са специфичните силови качества на състезатели по канадска борба и неактивно спортуващи мъже.
- **Предмет** на изследването са антропометричните и силови характеристики на флексорите и екстензорите на лакътната става при състезатели по канадска борба и нетренирани мъже.
- **Хипотеза:** Силовите характеристики на флексорите и екстензорите на лакътя при състезатели по канадска борба имат специфика, която е резултат от адаптационни изменения.
- **Контингент** на изследването са състезатели по канадска борба (n=24) и нетренирани, здрави мъже (n=18).

Цел и задачи на изследването

Целта на изследването е: чрез прилагане на изокинетична динамометрия да се направи анализ на адаптационните изменения в силовия статус на състезателите по канадска борба в сравнение с нетренираните лица и да се разработят нормативи и модел на силова подготовка при тренирани и нетренирани лица.

Задачи на изследването

- Провеждане на антропометрични измервания за оценка на доминантен соматотип при нетренирани и състезатели по канадска борба.
- Измерване на силовите характеристики на флексорите и екстензорите в лакътна става, чрез изокинетична динамометрия, в изометричен, концентричен и ексцентричен режим на мускулно съкращение.

- Изследване на корелационни зависимости между антропометрични параметри и силови характеристики на изследваните лица.
- Разработване на нормативи за оценяване на статичната и динамичната сила на флексори и екстензори в лакътна става, за състезатели по канадска борба и нетренирани, здрави мъже.
- Създаване на прогностичен модел на силова тренировка за флексори и екстензори на лакътя при състезатели по канадска борба и здрави нетренирани мъже, въз основа на експерименталните данни.

Методични подходи

Алгоритъм на експерименталните сесии и изследван контингент.

Експериментите в настоящото изследване се проведеха в Университетски център за функционални изследвания в спорта и кинезитерапията, към ЮЗУ „Неофит Рилски“, град Благоевград, в три експериментални сесии. Участниците в първата експериментална сесия бяха 24 състезатели по канадска борба и 18 здрави лица от мъжки пол, които не са се занимавали системно определен вид спорт и не са тренирали целенасочено флексорите и екстензорите на лакътя.

Антропометрични измервания и определяне на соматотип

Определянето на соматотип в настоящото изследване е проведено по метода на **Heath-Carter**. Той се изразява в: 1) в измерване на стойностите на следните параметри: три кожни гънки; ширина на фемур и хумерус; обиколка на мишница и подбедрица; ръст и тегло; 2) изчисляване на данните и получаване на числов коефициент за всеки вид соматотип; 3) нанасяне на соматограма на стойностите и определяне на соматотип на изследваното лице.

Чрез импедансен анализатор на телесна маса IOI 353 бяха измерени антропометричните показатели на контингента в настоящето изследване: ръст (cm); телесна маса (kg); Fat - мастна тъкан (%); MBF- мастна тъкан (kg); LBM – безмастна телесна маса (kg); SLM - мускулна маса и телесна вода (kg); индекс на телесна маса (kg/m²); както и сегментен анализ на торс, дясна и лява ръка.

Изокинетична динамометрия на флексори и екстензори на лакътя

Чрез изокинетична динамометрия регистрирахме стойностите на въртящия момент или т.нар. торг (torque), произведен от флексорите и екстензорите в лакътна става при различни режими на работа, на изследвания контингент. Изследваното лице се позиционира върху стола. Облегалката е на 85°, Динамометърът е ориентиран на 30°. Използвахме следните ъглови позиции : 10, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 115, 125 (°). Ъгловите скорости, приложени за регистриране на динамометрични силови характеристики бяха: 10, 20, 30, 45, 60 , 90, 120, 180, 240, 300 (% sec). Тестът е унилатерален и се прилага само на една ръка, която е доминантна на изследваното лице. И при двете изследвани групи преобладаваше доминираща дясна ръка, но също така и доминираща лява.

Оценка на статична сила при различни ъглови позиции

Изходната позиция за изпълнение на теста е стандартизирана и описана в методиката. Чрез изпълнение на максимална волева контракция в посока на ексензия, екстензорите упражняват максимален натиск върху приставката.

Продължителността на почивката между всяка ъглова позиция е 60 sec. Ъгловите позиции са : 10, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 115, 125 (°).

Оценка на динамична сила при различни ъглови скорости при концентрични съкращения.

Изходното положение на изследваното лице е стандартно за избраната методика. Тестваната ръка е флексирана на 125° и след потвърдена готовност, се дава старт на теста. Чрез максимално мускулно усилие на екстензорите в лакътя, придават сила на движение на подвижното рамо на динамометъра, което се движи с лимитирана скорост. Избраните от нас ъгловите скорости са: 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 300 (% sec).

Оценка на динамична сила при различни ъглови скорости при ексцентрични съкращения.

Изходното положение на изследваното лице е стандартно за избраната методика. Тестваната ръка е флексирана на 125° и след потвърдена готовност, се дава старт на теста. Чрез максимално мускулно усилие, флексорите противодействат на приставката, в обратна посока на силата и с приложна точка на силата в ръкохватката, в целия обем на движение. Избраните от нас ъгловите скорости са: 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 300 (% sec).

Статистически методи. Получените данни бяха обработени статистически методи. Параметрите са представени като $\bar{X} \pm SD$. Приложихме вариационен анализ и изчислихме стойностите на следните величини: - Размахът (R) ; - средна аритметична величина (\bar{X}) при $n < 30$; - стандартно отклонение (SD); - коефициент на вариация (V %) ; - ексцес (Ex) и асиметрия (As).

Изследване на зависимости (регресионен и корелационен анализ). За моделиране на основните зависимости торг – ъглова позиция и торг-скорост са използвани методите на регресионния анализ. Използвани са полиномиални функции и кубичен сплайн.

Методика на моделиране с полиномиални функции и кубичен сплайн. Моделирането на зависимостта въртящ момент – ъглова скорост и въртящ момент – ъглова позиция, критерии за оценката на модели информационен критерий на Акайке.

Корелационните зависимости между статична, динамична ексцентрична и динамична концентрична сила на флексорите и екстензорите на лакътя, са изчислени критерий на Pearson.

Сравняване на средни стойности (дисперсионен анализ).

За сравняване на средни стойности използвахме следните тестове от непараметричната статистика: 1) Тест Mann-Whitney – при две независими малки извадки; 2) Wilcoxon – при две зависими малки извадки; 3) ANOVA, тест на Kruskal-Wallis - когато извадките са независими и са повече от две; 4) ANOVA, тест на Friedman - когато извадките са зависими и са повече от две. При извадки нямащи Гаусово честотно разпределение. За пълно изчерпване на комбинациите от сравнения при които има различия използвахме Dunss post hoc тест.

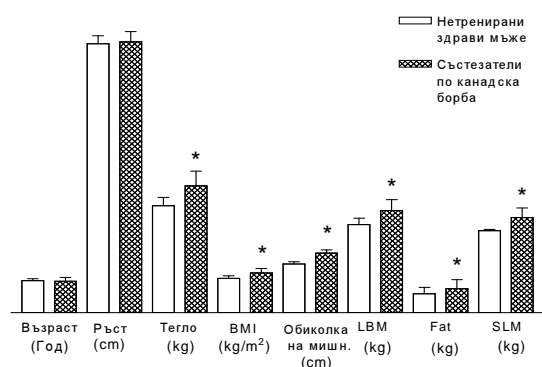
Разработване на нормативи. Използван е персентилен метод за разработване на нормативи за оценяване на резултатите от изометричния и динамичния изокинетичен тест .

Софтуерни програма. За обработка на експериментални данни и графичното им представяне: (1) IBM SPSS statistics 20 – дескриптивна статистика; (2) корелационните зависимости, са моделирани с линейна регресия и представени графично в Prism 3.0; (3) регресионни зависимости на връзката торг-скорост и торг-тълова позиция са моделирани и графично представени чрез софтуерните програми MatLab (R2009b) и Prism 3.0, с полиномиални функции и кубични сплайни. Оценка на моделирането на кривите, чрез критерия за оптимално фитване на Akaike's (Akaike's information criteria - AIC).

3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ФУНКЦИОНАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ОБСЪЖДАНЕ

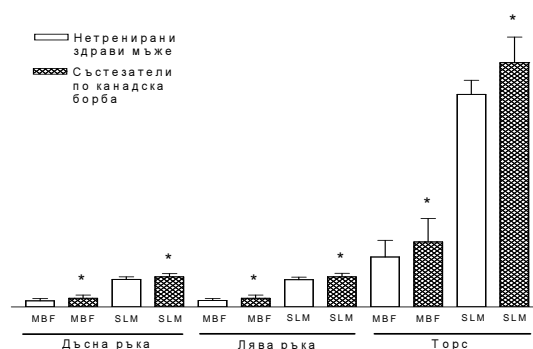
Резултати от антропометрични данни и определяне на соматотип

Установено е статистически достоверно повишение ($p < 0.05$), на стойностите на всички антропометрични параметри, включително и тези от сегментният анализ за ръце и торс при състезателите по канадска борба в сравнение с тези при нетренираните, с изключение на параметрите възраст и ръст (Фигура 1 и 2).



Фигура 1. Сравнително представяне на основни антропометрични параметри при нетренирани и състезатели по канадска борба.

*Статистически значима разлика ($p < 0.05$), в тегло, BMI индекс, обиколка на мишница, LBM, Fat и SLM при нетренирани и състезатели по канадска борба (Kruskall-Wallis, ANOVA, Dunns post hoc тест)

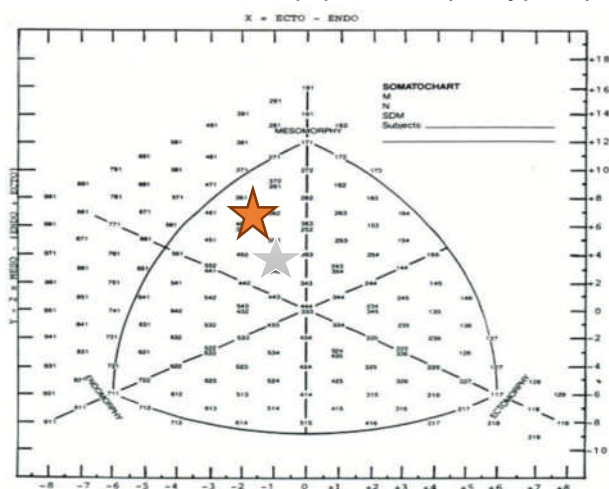


Фигура 2. Сравнително представяне на антропометрични параметри на ръце и торс при нетренирани и състезатели по канадска борба (всички мерни единици са в килограми (kg)).

*Статистически значима разлика ($p < 0.05$) за MBF и SLM за дясна, лява ръка и торс, при нетренирани и състезатели по канадска борба (Kruskall-Wallis, ANOVA, Dunns post hoc тест)



Данните показват доминиращ мезоморфен тип при 61,1 %. След осредняване на индивидуалните индекси за нетренирани, получихме за средни стойности на $X = -1,15 \pm 1,45$, а за $Y = 3,29 \pm 2,45$. Осредненият соматотип, за изследваните нетренирани лица, получен в настоящето изследване е **ендо-мезоморф, с числов индекс 4:5:2**. Той се явява доминантен соматотип за нетренираните лица.

Данни за доминиращ мезоморфен тип при 86,4 %. След осредняване на индивидуалните соматотипни индекси, определихме следните средни стойности за координатите на соматотипния дисперсен индекс: $X = -2,51 \pm 2,12$ и $Y = 6,76 \pm 3,66$. Получените средни стойности за соматотип при състезателите по канадска борба показват ендо-мезоморфен тип (Фигура 3) с числови индекси 4:6:2.



Соматограма за определяне на соматотип по метода на Heath – Carter, на която сравнително са представени осреднените за соматотип на състезателите по канадска борба и нетренирани лица.

Фигура 3. Легенда:

-  Средни стойности за соматотип на нетренирани, здрави мъже 452, за $X = -1,15$ и за $Y = 3,29$;
-  Средни стойности за соматотип на състезатели по канадска борба 462, за $X = -2,51$ и за $Y = 6,76$.

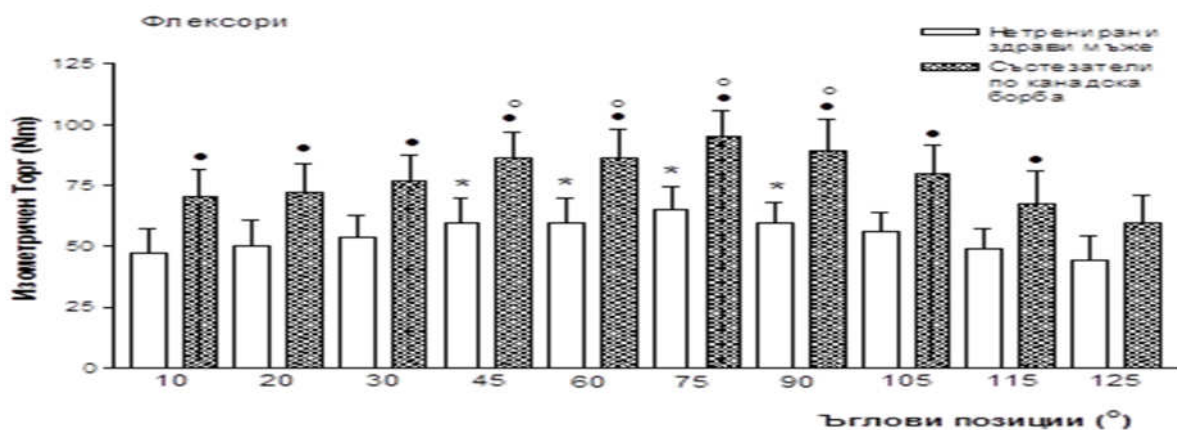
Получените данни за соматотипа ни позволяват да предположим, че при състезателите видът на соматотипа, е критерий за адаптация към спецификата на пространствено-времените и силови характеристики характерни за практикувания спорт, а при нетренирани е критерий за подбор на спортисти и прогнозиране на спортен резултат.

Функционални изследвания на статично-силови характеристики

Пиков изометричен торг на флексори и екстензори на лакътя и зависимости торг – ъглова позиция.

Пиковият изометричен торг на екстензорите, при състезатели по канадска борба и нетренирани, се регистрира при 75° . Изразено „плато“ в диапазон от ъглови позиции от 45° до 90° . Пиковият изометричен торг на флексорите, при състезатели по канадска борба и нетренирани, се регистрира при 75° (Фигура 4). Изразено „плато“ в диапазон от ъглови позиции от 60° до 90° .

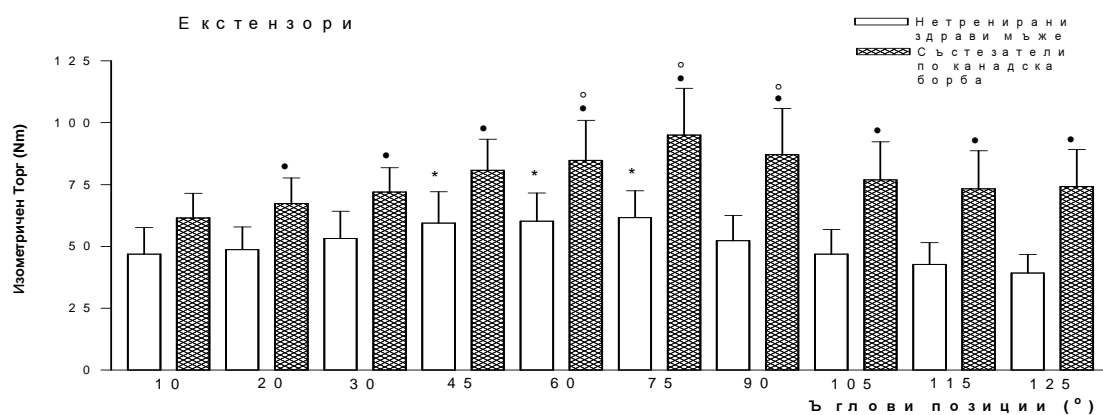
От данните представени на Фигура 5, се наблюдават следните тенденции: - пиковият изометричен торг, на екстензорите, е достоверно по-висок при състезателите по канадска борба в сравнение с този на нетренираните, при всички ъглови позиции с изключение на 10° , където са максимално скъсени; - прави впечатление, че в диапазона 105° - 125° (максимално удължени екстензори), пиковият торг се понижава много слабо, за разлика от този при нетренираните лица.



Фигура 4. Максимален изометричен торг ($\bar{X} \pm SD$; Nm) на флексорите на лакътя в ъглови позиции между 10° и 125° при нетренирани мъже и състезатели по канадска борба.

°Статистически значимо повишение на стойностите на максимален торг ($p < 0.05$), при нетренирани здрави мъже спрямо областта 10° - 20° и спрямо областта 105° - 125° .

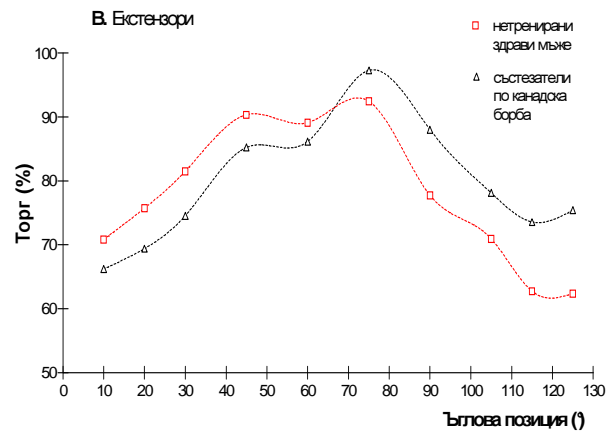
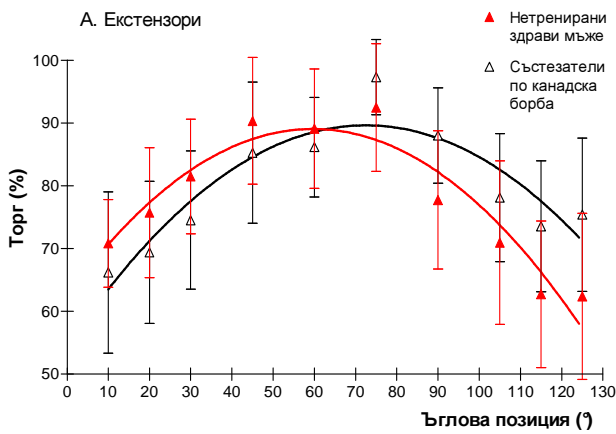
*Статистически значимо повишение на стойностите на максимален торг ($p < 0.05$), при състезатели по канадска борба, спрямо областта 10° - 20° и спрямо областта 105° - 125° . (Friedman, ANOVA и Dunss post hoc тест). *Статистически значимо повишение на стойностите на максимален торг ($p < 0.05$), при съответната позиция при състезатели по канадска борба, спрямо нетренирани здрави мъже с изключение на ъглова позиция от 125° (Kruskall-Wallis, ANOVA, Dunss post hoc тест).



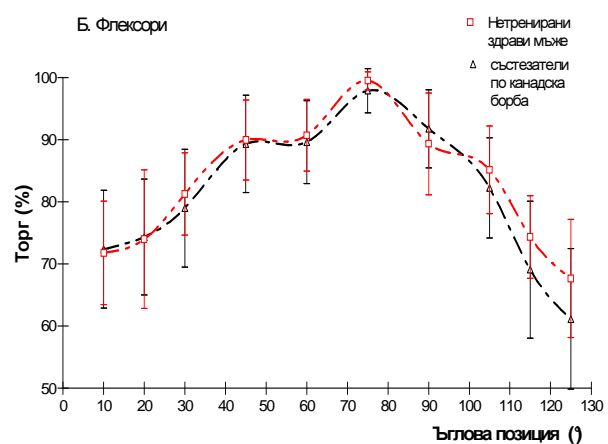
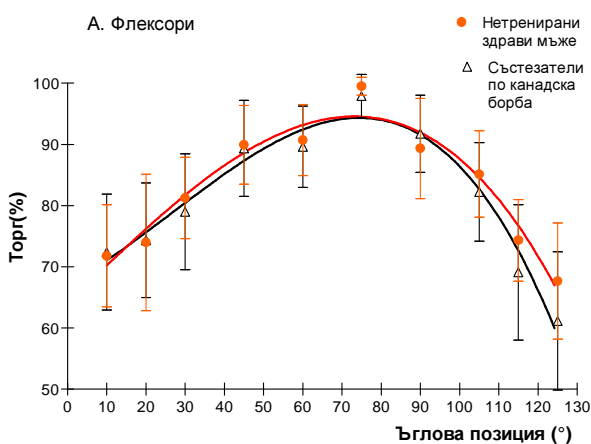
Фигура 5. Максимален изометричен торг ($\bar{X} \pm SD$; Nm) на екстензорите на лакътя в ъглови позиции между 10° и 125° при нетренирани мъже и състезатели по канадска борба.

*Статистически значимо повишение на стойностите на максимален торг ($p < 0.05$), при нетренирани здрави мъже спрямо областта 10° - 30° и спрямо областта 105° - 125° .

Зависимост торг - ъглова позиция. При моделиране на зависимостите торг-ъглова позиция, на флексорите и екстензорите, се търси връзката между изходната дължина на мускулите в съответна група и въртящия момент при максимална волева контракция в изометричен режим. В настоящото изследване са използвани полиномиални функции и функция кубичен сплайн за моделиране на тази зависимост (Фигура 6 и 7).



Фигура 6. Зависимости между нормализираните средни стойности на пиковия торг (%) и ъгъла в лакътната става за екстензорите при нетренирани и състезатели по канадска борба, моделирани с полиноми (А) и кубичен сплайн (Б).



Фигура 7. Зависимости между нормализираните средни стойности на пиковия торг (%) и ъгъла в лакътната става за флексорите при нетренирани лица и състезатели по канадска борба, моделирани с полиноми от трети ред (А) и кубичен сплайн (Б).

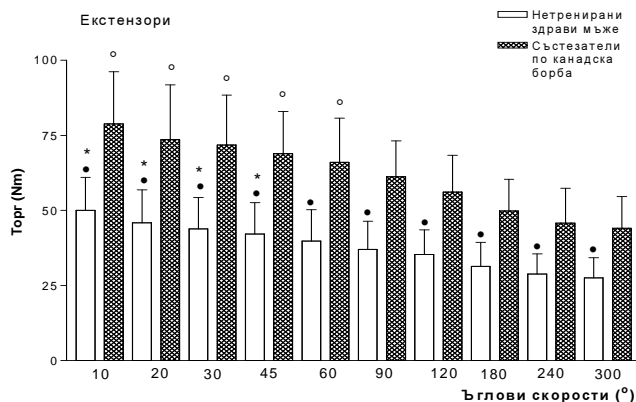
Корелационни зависимости между антропометрични и статично-силови параметри при състезатели по канадска борба

Разкритите зависимости при състезателите показват, че при екстензорната мускулна група на лакътя е установена умерена до значителна корелация между SLM на цялото тяло и пиков торг при ъглова позиции в 60° и в диапазон от 105° до 125°, като тя е най-висока при 60° - $r = 0,5281$. По-висока корелация се открива при същия антропометричен показател (SLM) и пиков торг при ъглова позиция 60°, но за мускулна маса на торс, тя е най-висока отново при 60° - $r = 0,607$.

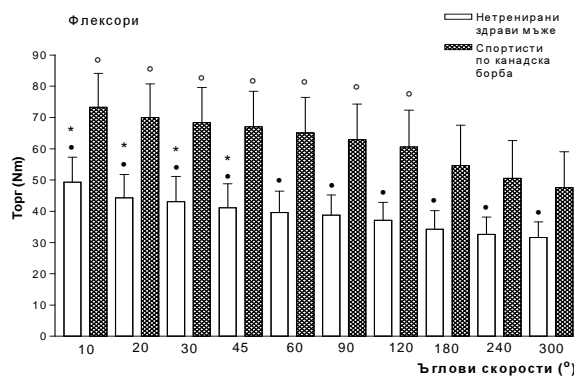
Функционални изследвания на динамично-силови характеристики

Пиков торг при концентрични и ексцентрични съкращения на флексори и екстензори на лакътя и зависимости торг – скорост.

Получените еспериментални данни за момента на силата при концентрични съкращения на екстензорите, при нетренирани, са представени при всички изследвани ълови скорости в диапазон от 10°/sec до 300°/sec (Фигура 8).



Фигура 8. Максимален торг ($\bar{X} \pm SD$; Nm) на екстензорите на лакътя при концентрични съкращения при ъглови скорости от 10 до 300°/sec при нетренирани мъже и състезатели по канадска борба.



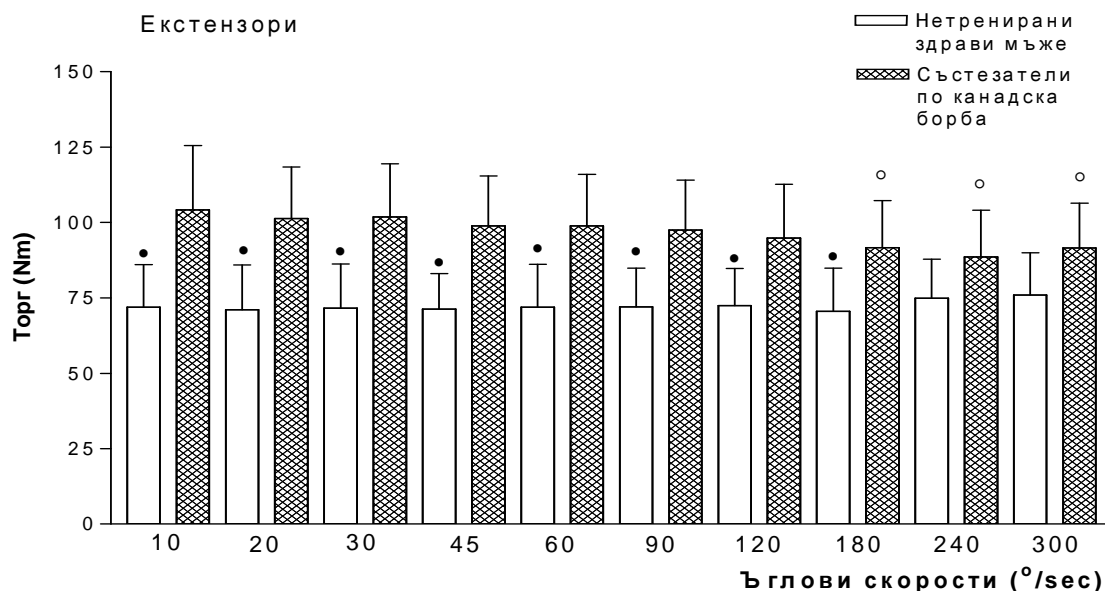
Фигура 9. Максимален торг ($\bar{X} \pm SD$; Nm) на флексорите на лакътя при концентрични съкращения при ъглови скорости от 10 до 300°/sec при нетренирани мъже и състезатели по канадска борба.

Поведението на флексорите (Фигура 9) и при двете изследвани групи, е идентично с това на екстензорите или с намаляване на скоростта на съкращение намаляват и стойностите на въртящия момент.

Максимална средна стойност е регистрирана при най ниска скорост на съкращение от 10 °/sec - 49,25±8,06 Nm. С увеличение на скоростта на съкращение, се наблюдава понижаване на торга, като при най-високата скорост от 300 °/sec е със средната стойност от 31,56±5,03 Nm. Статистически значима разлика на стойностите на торг ($p < 0.05$), се наблюдава между бавните (10°/sec – 45°/sec) и бързите ъглови скорости (120°/sec - 300°/sec), (Friedman, ANOVA и Dunss post hoc тест). При състезателите по канадска борба, поведението на флексорите (Фигура 9) имат същия характер. Торгът при 10°/sec има средна стойност 73,27±10,86 Nm и с увеличаване на скоростта на съкращение достига минимална средна стойност от 47,57±11,43 Nm при 300 °/sec.

При ексцентрични съкращения на екстензорите на нетренирани, се наблюдава се относителна стабилност в стойностите за торг при ъглови скорости от 10°/sec до 120 °/sec, като при следващата скорост от 180°/sec, е регистрирана най-ниската стойност от 70,43±14,46 Nm, в целия изследван диапазон. При последните две скорости 240°/sec и 300°/sec се наблюдава леко повишение на въртящият момент, до 75,87±14,11 Nm, но то не е статистически достоверно (Friedman, ANOVA, Dunss post hoc тест).

При състезателите по канадска борба, за екстензори (Фигура 10), максимална стойност за въртящ момент от 104,13±21,34 Nm се регистрира при ъглова скорост 10°/sec. Минималната стойност от 91,52±14,82 Nm, е регистрирана при най-високата ъглова скорост от 300°/sec. Открихме статистически значима разлика за стойностите на торг ($p < 0.05$), между бавни (10°/sec - 30°/sec) и бързите ъглови скорости (180°/sec - 240°/sec) (Friedman, ANOVA, Dunss post hoc тест). Статистически различия на стойностите на торг ($p < 0.05$), при нетренирани здрави мъже спрямо състезатели по канадска борба, се наблюдават в стойностите на резултатите при ъглови скорости от 10°/sec до 180°/sec (Kruskall-Wallis, ANOVA, Dunss post hoc тест).



Фигура 10. Максимален торг ($\bar{X} \pm SD$; Nm) на екстензорите на лакътя в ъглови скорости от 10 до 300°/sec при нетренирани мъже и състезатели по канадска борба, при ексцентрични съкращения

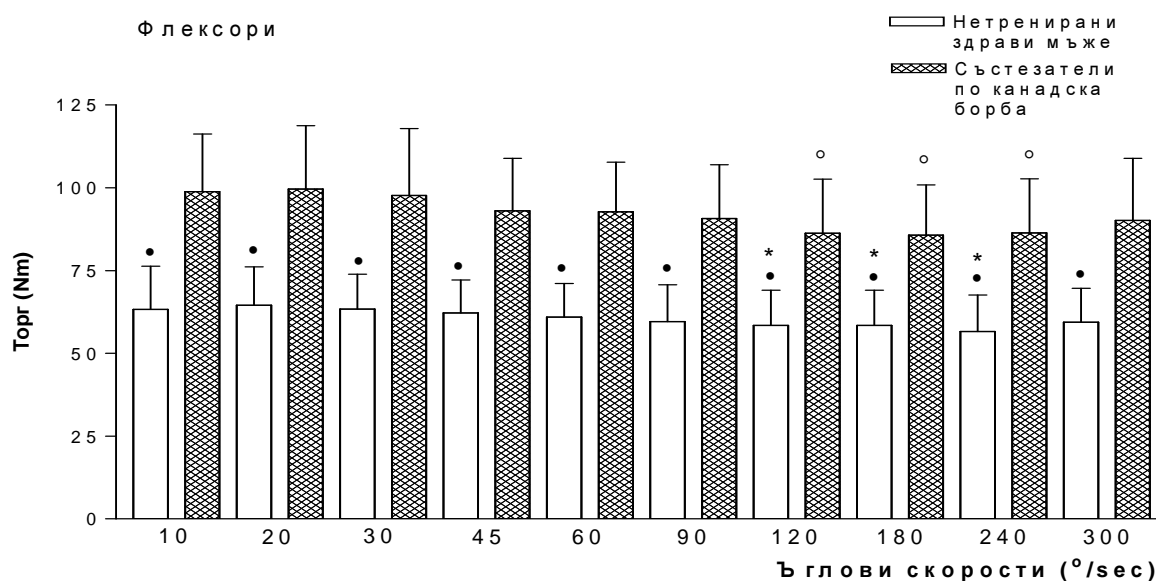
°Статистически значима разлика на стойностите на торг ($p < 0.05$), състезатели по канадска борба, между бавни (10°/sec-30°/sec) и бързите ъглови скорости (180°/sec - 300°/sec), (Friedman, ANOVA и Dunss post hoc тест). * Статистически значимо понижение на стойностите на торг ($p < 0.05$), при ъглови скорости (10°/sec - 180°/sec) при нетренирани здрави мъже, спрямо състезатели по канадска борба, (Kruskall-Wallis, ANOVA, Dunss post hoc тест).

За разлика от екстензорите, флексорната мускулна група (Фигура 11), при нетренираните има противоположно поведение. Максималният въртящ момент се регистрира при 20°/sec ъглова скорост със средна стойност от 64,51±11,62 Nm и плавно намалява с увеличение на скоростта на мускулната контракция до средна стойност от 59,42±10,14 Nm при 240°/sec. Понижението на торга е статистически значимо ($p < 0.05$), при нетренирани здрави мъже, в диапазон 120°/sec -- 240°/sec спрямо ъглова скорост от 20°/sec. (Friedman, one-way ANOVA, Dunss post hoc тест). Поведението на флексорите при състезателите по канадска борба, има идентично представяне както при нетренираните. Максимален въртящ момент се постига при 20°/sec ъглова скорост, със средна стойност от 99,60±19,16 Nm. С увеличаване на ъгловата скорост въртящият момент се понижава до стойност от 85,68±15,20 Nm при 180°/sec. Следва леко повишение на торга, при високите ъглови скорости 240°/sec и 300°/sec, но то не е статистически достоверно (Фигура 11). Статистически достоверно е понижението на въртящия момент ($p < 0.05$), в диапазона на бързите ъглови скорости 180°/sec - 240°/sec спрямо бавните 10°/sec - 30°/sec. (Friedman, ANOVA, Dunss post hoc тест).

Понижението на ексцентричния въртящия момент на флексорите при състезателите, от максимален към минимален, е по-голямо (13,92 Nm) спрямо понижението при нетренираните здрави мъже (6,67 Nm).

Данните за генерирания торг в ексцентричен режим, показват по-високи стойности при всички изследвани ъглови скорости от 10 до 300°/sec, от максималния торг показан при скорост 0°/sec, (75° ъглова позиция). Спецификата в поведението на екстензорите се отнася и до по-слабото понижаване на торга при високите скорости (например 180°/sec) с около 2,5 % и статистическо достоверно повишение при 240°/sec и 300°/sec., т.е., измененията имат синусоидален характер.

Максималният нормализиран торг при ексцентричните съкращения е постигнат при най-високата скорост от 300°/sec и е със стойност от 117,73±23,85 %. Установена е тенденция, нормализираните стойности за въртящ момент при екстензорите на нетренираните лица да бъдат по-високи от тези на състезателите по канадска борба във всички изследвани ълови скорости. Макар че тази тенденция е достоверна статистически само при високите скорости (240 и 300 °/sec), тя според нас, вероятно се обуславя от изчерпване на потенциала за генериране на ексцентричен торг при отстъпващ режим, т.е., на възможностите на т.нар. еластичен компонент при тренираните лица и по-точно, при състезателите от този вид спорт. В този смисъл би трябвало да се очаква, че при нетренираните лица, възможностите за адаптация чрез използване на еластичната компонента при генериране на сила са по-големи и еластичността на сухожилните компоненти не е обременена.



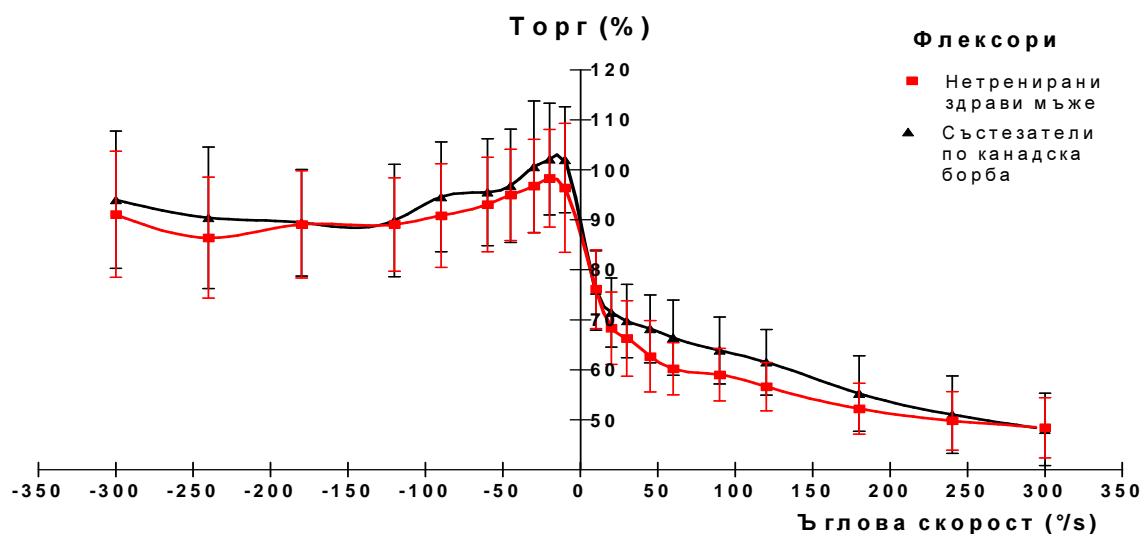
Фигура 11. Максимален торг ($\bar{X} \pm SD$; Nm) на флексорите на лакътя в ълови скорости от 10 до 300°/sec при нетренирани мъже и състезатели по канадска борба, при ексцентрични съкращения. * Статистически значима разлика на стойностите на торг ($p < 0.05$), при нетренирани здрави мъже, при ълова скорост 20°/sec, спрямо скорости в диапазон 120°/sec -- 240°/sec. °Статистически значима разлика на стойностите на торг ($p < 0.05$), при състезатели по канадска борба, между бавни (10°/sec - 30°/sec) и бързите ълови скорости (180°/sec - 240°/sec). (Friedman, ANOVA, Dunss post hoc тест). °Статистически значимо понижаване на стойностите на торг ($p < 0.05$), при ълови скорости (10°/sec - 180°/sec) при нетренирани здрави мъже, спрямо състезатели по канадска борба. (Kruskall-Wallis, ANOVA, Dunss post hoc тест).

Това се илюстрира и от следните данни: - нормализираният торг при удължаване при тренирани, показват най-висока стойности от 110,2±714,22 %, при най-ниската ълова скорост от 10°/sec.; - при следващите скорости се наблюдава тенденцията на запазване на относително високи стойности за торг до нива от 104,94±12,14 % при скорост от 60°/sec.; - платото при ниските скорости плюс умерената скорост от 60 °/sec, е със статистически достоверно по-високи стойности за торг спрямо данните от останалите умерени и бързи скорости. Подобно поведение в динамиката на ексцентричният торг при нетренирани е регистрирано и от Charman et al., (2005), който установява, че в процентно съотношение, въртящият момент се запазва над 100 % до скорост от 60°/sec (100,40±12,95 %), а при последващите високи скорости, стойностите падат под 100 %, до ниво от 94,00±13,34 % при 240°/sec. От резултатите в настоящето изследване става ясно, че

нормализираните стойности (%) за ексцентричен торг на екстензори, при състезатели по канадска борба, са по ниски от тези на нетренираните, здрави мъже. Въпреки, че в абсолютни стойности (Nm) екстензорите на тренираните показват по-голям въртящ момент, в целия диапазон от изследваните ъглови скорости ($10^{\circ}/\text{sec}$ - $300^{\circ}/\text{sec}$), спрямо този на нетренираните.

Резултати от моделирането на зависимостите и критерии за оптималност.

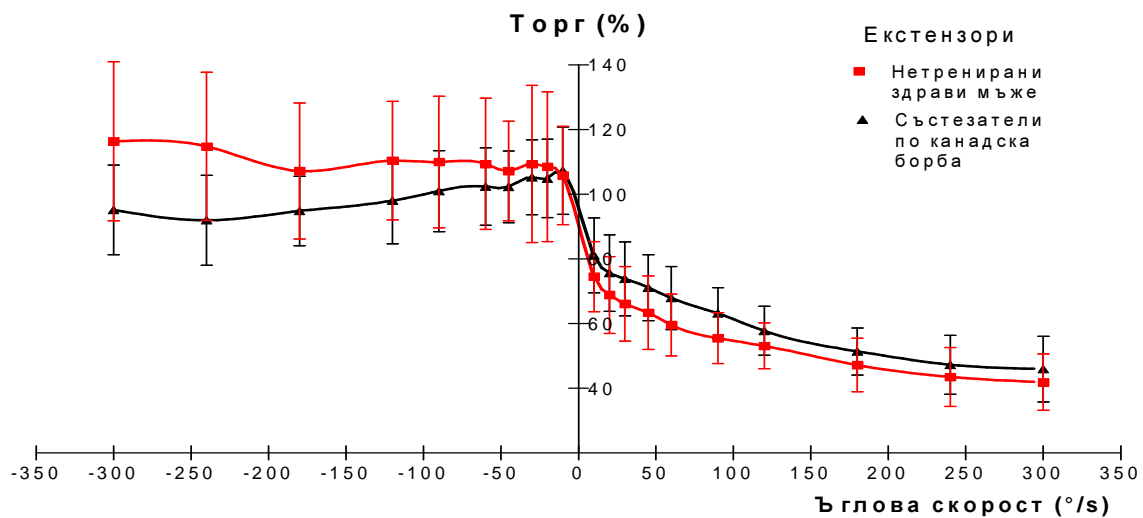
При моделиране с полиноми и кубичен сплайн на експерименталните данни са използвани средните стойности на нормализираният пиков торг, осреднен за всички изследвани лица, при всяка ъглова скорост. Зависимостта торг-ъглова скорост моделирани с полиномиални функции от втори до пети ред, бяха оценени чрез критерия за оптималност AIC.



Фигура 12. Сравнително представяне на зависимости между нормализираните средни стойности на пиковия торг (%) и ъглова скорост в лакътната става за флексорите при нетренирани лица и състезатели по канадска борба, моделирани с кубичен сплайн.

В настоящото изследване са представени доказателства, че моделирането с кубичен сплайн, за което има недостатъчни данни в литературата по отношение на зависимостите торг-ъглова позиция и торг-ъглова скорост, коректно отразява поведението на изследваните мускулни групи (Фигура 12 и Фигура 13).

Нормализираните данни, за екстензори, показват (Фигура 12), че най-голям въртящ момент, при нетренирани, се регистрира при ъглова скорост от $300^{\circ}/\text{sec}$ - $117,73 \pm 23,85$ %. Минимална нормализирана стойност от $108,48 \pm 20,47$ %, е регистрирана при $180^{\circ}/\text{sec}$. При ниските ъглови скорости ($10^{\circ}/\text{sec}$ - $45^{\circ}/\text{sec}$), се наблюдава хомогенност в стойностите, в диапазон от $109,78 \pm 23,85$ % до $110,55 \pm 23,37$ %, като то се запазва стабилно и при умерените от $60^{\circ}/\text{sec}$ до $120^{\circ}/\text{sec}$. Нормализираните данни показват, стабилни резултати за торг, при нетренираните, в целия диапазон на тестовите ъглови скорости, като при всяка една от тях, процентният въртящ момент е със стойности над 100%.

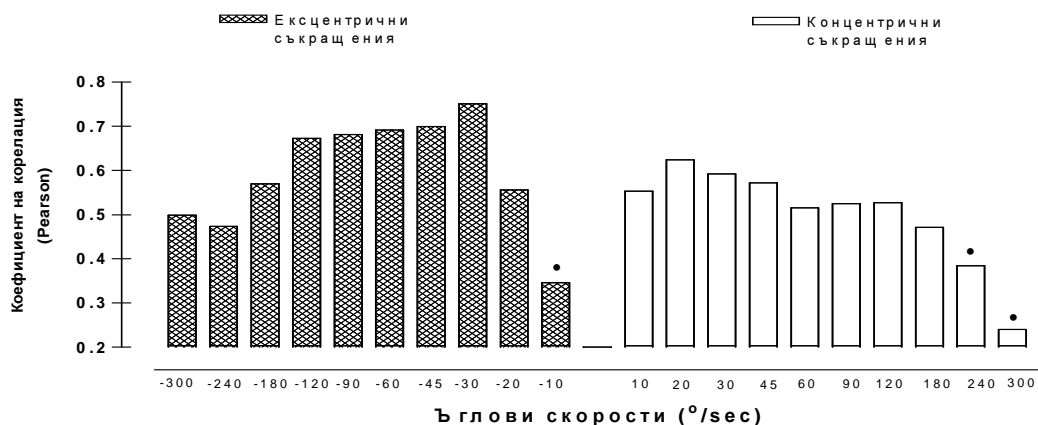


Фигура 13. Сравнително представяне на зависимости между нормализираните средни стойности на пиковия торг (%) и ъглова скорост в лакътната става за екстензорите при нетренирани и състезатели по канадска борба моделирани с кубичен сплайн.

Липсата на вариабилност в резултатите, се доказва статистически достоверно ($p < 0.05$), във всички ъгли скорости (Friedman, ANOVA, Dunns post hoc тест). Представянето на екстензорите при състезателите по канадска борба имат различно поведение. Максимални нормализирани стойности от $110,27 \pm 19,17$ %, са показани при ъглова скорост $10^\circ/\text{sec}$ и плавно намаляват до $94,00 \pm 13,34$ %, при $240^\circ/\text{sec}$.

Корелационни зависимости между антропометрични и динамично-силови параметри

Както и при резултатите от изометричните изследвания, така и при динамичните, бяха разкрити различия в поведението на флексорите и екстензорите при двете изследвани групи.



Фигура 14. Корелация между торг при ексцентричен и концентричен режим на мускулна работа на екстензори и антропометричен параметър SLM (мускулна маса) на торс, при състезатели по канадска борба, (Pearson)

При $240-300^\circ/\text{sec}$, в концентричен режим на работа и при $10^\circ/\text{sec}$, в ексцентричен режим на работа, не е показана значима корелационна зависимост.

Това ни даде основание да потърсим корелационни зависимости между пиковия торг в различни ъглови скорости и основни антропометрични показатели. На Фигура 14, е представена всяка една от големите корелации, между торг при ексцентричен и концентричен режим на мускулна работа на екстензори и антропометричен параметър SLM (мускулна маса) на торс, при състезатели по канадска борба. Максималният коефициент на корелация ($\rho < 0.05$; коефициент на Pearson) е при ъглова скорост $30 \text{ }^\circ/\text{sec}$, $r = 0,7512$ и $\rho = 0,0001$.

4. НОРМАТИВИ ЗА СТАТИЧНА И ДИНАМИЧНА СИЛА НА ФЛЕКСОРИ И ЕКСТЕНЗОРИ НА ЛАКЪТЯ

Разработените от нас нормативи са за оценка на статична и динамична сила на флексори и екстензори на лакътя, базирани на измерване на въртящ момент (торг) в Nm с изокинетичен динамометър при изометричен, концентричен и ексцентричен режим на работа. Обработените данни за стойностите за въртящ момент в избраните ъгловите позиции (Таблица 1) и ъгловите скорости, са съобразени със спецификата в проявата на кондиционни качества в спорта канадска борба.

Нормативи за статична сила на флексори и екстензори

Таблица 1. Нормативи (Nm) за статична (изометрична) сила, представена като въртящ момент, за флексори и екстензори на лакътна става при състезатели по канадска борба в теглови категории до 80 kg и над 80 kg.

ОЦЕНКА	Граници на норматива при ЕКСТЕНЗОРИТЕ на лакътя (Nm)		Граници на норматива при ФЛЕКСОРИТЕ на лакътя (Nm)	
	Теглови категории до 80 kg	Теглови категории над 80 kg	Теглови категории до 80 kg	Теглови категории над 80 kg
Ъглова позиция 45°				
НИСКА	до 49.1	до 66.0	до 63.6	до 70.3
ПОД СРЕДНА	49.2 – 66.3	66.1 – 85.0	63.7 – 77.8	70.4 – 81.1
СРЕДНА	66.4 – 88.8	85.1 – 89.5	77.9 – 90.5	81.2 – 96.9
НАД СРЕДНА	88.9 – 95.2	89.6 – 97.5	90.6 – 93.8	97.0 – 100.3
ВИСОКА	над 95.2	над 97.5	над 93.8	над 100.3
Ъглова позиция 75°				
НИСКА	до 58.9	до 81.3	до 74.6	до 86.7
ПОД СРЕДНА	59.0 – 71.4	81.4 – 95.8	74.7 – 83.4	86.8 – 93.1
СРЕДНА	71.5 – 83.5	95.9 – 115.4	83.5 – 97.7	93.2 – 99.8
НАД СРЕДНА	83.6 – 115.0	115.5 – 124.0	97.8 – 100.9	99.9 – 110.7
ВИСОКА	над 115.0	над 124.0	над 100.9	над 110.7
Ъглова позиция 105°				
НИСКА	до 44.2	до 69.3	до 62.2	до 65.8
ПОД СРЕДНА	44.3 – 59.3	69.4 – 75.8	62.3 – 69.1	65.9 – 73.0
СРЕДНА	59.4 – 71.8	75.9 – 89.7	69.2 – 86.5	73.1 – 82.8
НАД СРЕДНА	71.9 – 75.6	89.8 – 95.2	86.6 – 95.2	82.9 – 98.0
ВИСОКА	над 75.6	над 95.2	над 95.2	над 98.0

Нормативи за динамична сила на флексори и екстензори при концентрични съкращения

Ъгловите скорости, за които са изработени нормативи са 10, 20, 90, 240 и 300%/sec. Те обхващат диапазон от две от най-ниските, две от най-високите и една умерена ъглова скорост. В настоящето изследване, установихме специфично поведение на флексорите и екстензорите в различните режими на работа и при различните скорости на съкращение (Таблица 2).

Таблица 2. Нормативи (Nm) за динамична сила при концентрични съкращения с различна скорост, представена като въртящ момент, за флексори и екстензори на лакътна става при състезатели по канадска борба в теглови категории до 80 kg и над 80 kg.

ОЦЕНКА	Граници на норматива при ЕКСТЕНЗОРИТЕ на лакътя (Nm)		Граници на норматива при ФЛЕКСОРИТЕ на лакътя (Nm)	
	Теглови категории до 80 kg	Теглови категории над 80 kg	Теглови категории до 80 kg	Теглови категории над 80 kg
Ъглова скорост 10 %/sec				
НИСКА	до 41.7	до 60.3	до 50.0	до 60.3
ПОД СРЕДНА	41.8 – 65.7	60.4 – 71.0	50.1 – 66.9	60.4 – 68.8
СРЕДНА	65.8 – 72.3	71.1 – 89.6	67.0 – 72.3	68.9 – 82.1
НАД СРЕДНА	72.4 – 87.4	89.7 – 100.3	72.4 – 81.0	82.2 – 89.0
ВИСОКА	над 87.4	над 100.3	над 81.0	над 89.0
Ъглова скорост 20 %/sec				
НИСКА	до 41.0	до 56.1	до 47.1	до 56.9
ПОД СРЕДНА	41.1 – 58.2	56.2 – 67.8	47.2 – 63.0	57.0 – 66.0
СРЕДНА	58.3 – 69.5	67.9 – 85.0	63.1 – 67.1	66.1 – 79.0
НАД СРЕДНА	69.6 – 76.5	85.1 – 103.4	67.2 – 80.0	79.1 – 82.7
ВИСОКА	над 76.5	над 103.4	над 80.0	над 82.7
Ъглова скорост 90 %/sec				
НИСКА	до 44.3	до 43.6	до 38.8	до 55.0
ПОД СРЕДНА	44.4 – 51.4	43.7 – 56.5	38.9 – 55.8	55.1 – 59.1
СРЕДНА	51.5 – 55.8	56.6 – 73.3	55.9 – 60.0	59.1 – 70.3
НАД СРЕДНА	55.9 – 63.1	73.4 – 81.2	60.1 – 73.4	70.4 – 78.6
ВИСОКА	над 63.1	над 81.2	над 73.4	над 78.6
Ъглова скорост 240 %/sec				
НИСКА	до 31.1	до 21.7	до 30.0	до 35.6
ПОД СРЕДНА	31.2 – 39.9	21.8 – 38.9	30.1 – 39.5	35.7 – 49.5
СРЕДНА	40.0 – 43.6	39.0 – 58.6	39.6 – 47.4	49.6 – 57.2
НАД СРЕДНА	43.7 – 49.6	58.7 – 62.3	47.5 – 63.3	57.3 – 69.1
ВИСОКА	над 49.6	над 62.3	над 63.3	над 69.1
Ъглова скорост 300 %/sec				
НИСКА	до 30.7	до 20.1	до 29.0	до 32.9
ПОД СРЕДНА	30.8 – 38.3	20.2 – 38.3	29.1 – 37.6	33.0 – 46.4
СРЕДНА	38.4 – 46.7	38.4 – 51.7	37.7 – 44.2	46.5 – 52.8
НАД СРЕДНА	46.8 – 49.5	51.8 – 58.0	44.3 – 62.8	52.9 – 65.5
ВИСОКА	над 49.5	над 58.0	над 62.8	над 65.5

Интерес представлява поведението на флексорите в ексцентричен режим при ниски ъглови скорости и на екстензорите при високи ексцентрични скорости. При тях се откриват достоверни статистически разлики в стойностите на торг между изследваните групи и спрямо останалите изследвани ъглови скорости. Ето защо смятаме, че оценяването чрез нормативите в подбраните ъглови скорости, ще ни дадат ясна картина за степента на специфичната силова подготвеност на спортиста по канадска борба и възможност да определим ефективността на прилаганите тренировъчни въздействия.

Нормативни за динамична сила на флексори и екстензори при ексцентрични съкращения

Таблица 3. Нормативи (Nm) за динамична сила при ексцентрични съкращения с различна скорост, представена като въртящ момент, за флексори и екстензори на лакътна става при състезатели по канадска борба в теглови категории до 80 kg и над 80 kg.

ОЦЕНКА	Граници на норматива при ЕКСТЕНЗОРИТЕ на лакътя (Nm)		Граници на норматива при ФЛЕКСОРИТЕ на лакътя (Nm)	
	Теглови категории до 80 kg	Теглови категории над 80 kg	Теглови категории до 80 kg	Теглови категории над 80 kg
Ъглова скорост 10 °/sec				
НИСКА	до 68.4	до 84.4	до 72.1	до 90.2
ПОД СРЕДНА	68.5 – 86.3	84.6 – 92.0	72.2 – 79.3	90.3 – 94.4
СРЕДНА	86.4 – 95.0	92.1 – 116.5	79.4 – 93.6	94.5 – 100.4
НАД СРЕДНА	95.1 – 121.6	116.6 – 133.9	93.7 – 103.7	100.5 – 116.7
ВИСОКА	над 121.6	над 133.9	над 103.7	над 116.7
Ъглова скорост 20 °/sec				
НИСКА	до 68.8	до 86.8	до 74.2	до 86.1
ПОД СРЕДНА	68.9 – 82.0	86.9 – 105.4	74.3 – 79.2	86.2 – 94.2
СРЕДНА	82.1 – 91.4	105.5 – 111.2	79.3 – 96.5	94.3 – 100.9
НАД СРЕДНА	91.5 – 94.5	111.3 – 129.6	96.6 – 100.8	101.0 – 119.3
ВИСОКА	над 94.5	над 129.6	над 100.8	над 119.3
Ъглова скорост 90 °/sec				
НИСКА	до 64.8	до 88.0	до 67.5	до 71.9
ПОД СРЕДНА	64.9 – 82.3	88.1 – 99.6	67.6 – 68.7	72.0 – 88.0
СРЕДНА	82.4 – 89.8	99.7 – 107.1	68.8 – 83.1	88.1 – 106.1
НАД СРЕДНА	89.9 – 93.2	107.2 – 121.7	83.2 – 102.8	106.2 – 115.7
ВИСОКА	над 93.2	над 121.7	над 102.8	над 115.7
Ъглова скорост 240 °/sec				
НИСКА	до 65.6	до 72.0	до 61.4	до 59.1
ПОД СРЕДНА	65.7 – 67.7	72.1 – 85.1	61.5 – 69.4	59.2 – 88.3
СРЕДНА	67.8 – 78.6	85.2 – 100.5	69.5 – 79.3	88.4 – 100.8
НАД СРЕДНА	78.7 – 91.3	100.6 – 115.5	79.4 – 86.1	100.9 – 108.7
ВИСОКА	над 91.3	над 115.5	над 86.1	над 108.7
Ъглова скорост 300 °/sec				
НИСКА	до 66.9	до 72.0	до 61.8	до 71.3
ПОД СРЕДНА	67.0 – 71.1	72.1 – 92.7	61.9 – 67.8	71.4 – 91.0
СРЕДНА	71.2 – 89.7	92.8 – 101.4	67.9 – 80.1	91.1 – 101.5
НАД СРЕДНА	89.8 – 95.3	101.5 – 114.9	80.2 – 96.7	101.6 – 116.6
ВИСОКА	над 95.3	над 114.9	над 96.7	над 116.6

Разработените нормативи, са базирани на измервания в различни скорости и ъглови позиции, в петстепенна скала за оценка на постиженията. Установено е, че:

а) нормативът за ексцентричния режим, при нетренирани, следва да се изготви в обобщен вариант, за всички ъглови скорости, поради липса на различия между тях;

б) нормативът, при състезателите по канадска борба, по отношение на ексцентрични съкращения, може да се разработи при различни скорости (Таблица 3), но апроксимиращата крива има синусоидален характер.

5. ПРОГНОСТИЧЕН МОДЕЛ НА СИЛОВА ТРЕНИРОВКА НА ФЛЕКСОРИ И ЕКСТЕНЗОРИ НА ЛАКЪТЯ ПРИ СЪСТЕЗАТЕЛИ ПО КАНАДСКА БОРБА

В спорта канадска борба, се проявява предимно максималната сила и силовата издръжливост. В даден момент от развоя на борбата, при намалени силови способности на единия противник, се дава възможност за проява и на взривна сила при финален туш. Преодоляващият режим на мускулна работа, е с основен метод за развитие и поддържане на мускулна сила във всички етапи на годишния график на състезателя. В световната спортна литература се използва унифицирана дименсия за максимална мускулна сила - F_{max} , като в повечето случаи се има предвид максималната концентрична сила, произведена от мускул, мускулна група и т.н. (Philippou et al., 2004; Zatsiorsky, 2006; Oliveira et al., 2009; Harbo et al., 2012). В настоящата глава, ще използваме поясняващи дименсии за сила, произведена при различните видове мускулни съкращения, като първо отбележим, че 1RM е равно на F_{max} и MVC е равно на $F_{max(i)}$, а именно: 1RM – единично максимално динамично усилие; $F_{max(c)}$ – максимална концентрична сила; $F_{max(e)}$ - максимална ексцентрична сила; $F_{max(i)}$ - максимална изометрична сила; MVC – максимална волева контракция, чрез която се регистрира максимална изометрична мускулна сила.

Таблица 4. Микроцикъл с вработващ характер

Дни	П		В		С		Ч		П		С		Н	
Натоварване														
Максимално 100 % +														
Голямо 80-90 %														
Средно 65-80 %														
Ниско 40-65 %														
Съдържание на силовата подготовка	К	П		П	К	И	К	П	К					

Легенда: К- концентрични съкращения; П - плиометрични базови; И- изометрични съкращения

Микроцикъл с вработващ характер. Този микроцикъл съдържа базови общо-развиващи упражнения за флексори и екстензори в лакътя. Натоварванията се реализират с упражнения от базов характер. Цели се, начален етап на адаптация на специфичните енергообезпечаващи системи, които да обезпечат оптимална метаболитна и физиологична адаптация на организма към увеличени нива на физическо натоварване. Прилага се в началото на подготвителният период от подготовката, в рамките на един мезоцикъл (Таблица 4).

Таблица 5. Микроцикъл за покачване на мускулна маса

Дни	П		В		С		Ч		П		С		Н	
Натоварване														
Максимално 100 % +														
Голямо 80-90 %														
Средно 65-80 %														
Ниско 40-65 %														
Съдържание на силовата подготовка	К	П	И	И	К	И	К	П			К	П		

Легенда: К- концентрични съкращения; П - плиометрични базови; И- изометрични съкращения

Микроцикъл за покачване на мускулна маса. Характеризира се с по-високи нива на силово натоварване, следвайки принципите на вълнообразност и цикличност в рамките на цикъла (Таблица 5). Знае се че, максималната хипертрофия се продуцира от адаптации настъпващи, след натоварвания с 80-95% от 1RM (Fry, 2004). Има три субмаксимални силови тренировки, като една от тях е с изразен изометричен характер на съпротивление (Таблица 6).

Таблица 6. Компоненти на натоварването при изометрична мускулна работа

Серия	Брой повторения	Съпротивление от Fmax(i) (%)	Времетраене в серията (sec)	Ъглова позиция (°)	Почивка (min)
I	4-5	80	5	45	5
II	4-5	80	5	60	5
III	4-5	80	5	75	5

Базов силов цикъл. Следващият цикъл има за цел да изгради максимална сила, като тренировката има два пика на натоварване. Първият е изграден от смесен режим на работа между изометричен и ексцентричен. Стига се до максимални натоварвания (Таблица 7), като целта е да се надгради постигната до момента мускулна сила. Основно средство за реализация на тренировъчните цели, в този цикъл, е тренировъчна форма на канадска борба. В изпълнението на отделни елементи от играта, “ключ” и “предизвикана загуба”, се преминава от цикъл на максимална изометрична контракция към максимална ексцентрична контракция.

Целта на тренировъчния похват, на тази етап, не е надиграване, а използване на партньор като “тренажорен уред”. Единоборството с по-силен противник и координирани действия, могат да доведат до неизбежен ексцентричен-изокинетичен режим на работа. Този процес на натоварване, трябва да се контролира от трето компетентно лице. За да структурираме правилно вида и компонентите на спортното съдържание, можем да се позовем на резултати от настоящето изследване.

Таблица 7. Базов силов цикъл

Дни \ Натоварване	П		В		С		Ч		П		С		Н	
Максимално 100 % +														
Голямо 80-90 %														
Средно 65-80 %														
Ниско 40-65 %														
Съдържание на силовата подготовка	К	П	И	Е	К	И	К	Пт	К	П				

Легенда: К - концентрични съкращения; П - плиометрични базови; Пт - плиометрични тонизиращи; И - изометрични съкращения; Е - ексцентрични съкращения.

Тренировъчен микроцикъл с “ударно” натоварване за развитие на взривна сила. Настъпилите адаптационни промени в морфоструктурата на флексорите и екстензорите, към този етап на подготовка, предполагат прилагането един краен моделиращ микроцикъл за разкриване на силовия потенциал, акумулиран в предходните етапи на подготовка .

Този цикъл се характеризира с натрупване на умора в първите три дни от тренировъчния план (Таблица 8). Целенасочено се търси непълно възстановяване, за да се стимулират мощни адаптационни адаптации в метаболизма на състезателя. Известно е, че този механизъм за дозирано натрупване на умора генерира стръмно нарастване на тренировъчния ефект, но изисква по-дълго време за възстановяване.

Таблица 8. Тренировъчен микроцикъл с “ударно” натоварване за развитие на взривна сила.

Дни \ Натоварване	П		В		С		Ч		П		С		Н	
Максимално 100 % +														
Голямо 80-90 %														
Средно 65-80 %														
Ниско 40-65 %														
Съдържание на силовата подготовка	К- Е	Пб	И	Е- К	К	Пб	К	Пт			К	Пв		

Легенда: К - концентрични съкращения; Пб - плиометрични базови; Пт - плиометрични тонизиращи; И - изометрични съкращения; Е-К - ексцентрични-концентрични съкращения; Пв - плиометрични упражнения за взривна сила.

Компонентите на тренировката за развитие на взривна сила са представени на Таблица 9. На нея се вижда изразеният подготвителен цикъл в микроцикъла, композиран от три тонизиращи тренировки. Следва период на активна почивка и максимално натоварване, организирано чрез “плиометричния” метод. Удачно е, да се приложат, изведените от нас резултати в тренировката, със следните параметри за взривна сила на флексорите в лакът. Както следва: ъглова скорост от 60°/sec, време за удължаване от 0,75sec и обем на движение от 45° до 90° в ексцентрична фаза; и - с ъглова скорост от 120°/sec, време за скъсяване 0,37sec и обем на движение от 45° до 90° в концентрична фаза.

Мироцикъл с такива характеристики се поставя в края на специално подготвителния и началото на състезателния етап, от годишния тренировъчен план-график на състезателя по канадска борба.

Таблица 9. Компоненти на натоварването при ексцентрична мускулна работа.

Брой повторения	Съпротивление от Fmax(e) (%)	Времетраене (sec)	Ъглова скорост (°/sec)		Почивка (min)
			Ексцентрична контракция	Концентрична контракция	
Първа серия					
8	30	1,2-1,5	120	максимална	1,5
6	30	6,0	90	максимална	2,5
4	30	5,5	75	максимална	3,5
Втора серия					
Почивка					10,0
4	30	5,0	60	максимална	5,0
4	30	4,5	45	максимална	5,0
4	30	4,0	30	максимална	5,0
Трета серия					
Почивка					10,0
4	30	4,0	30	максимална	5,0
4	30	4,5	30	максимална	5,0
4	30	4,5	30	максимална	5,0

Състезателен микроцикъл. Интензитетът на натоварване в него, е с цикличен характер, като тренировъчните въздействия са насочени към запазване на адаптационните промени настъпили във функционално, метаболитно и невро-хуморално отношение. Управлението на постигнатата спортна форма, трябва да бъде съобразен със състезателния график и да се ръководена така, че да бъде в максимална готовност за проява на стортно-технически качества на спортиста в деня на състезанието. Редуват се тренировъчни занимания с голяма мощност и малки по капацитет с тонизиращи и поддържащи тренировки (Таблица 10). В скоростно силовите тренировки, е необходимо състезателят да се поставя в ситуация на условно съответствие със състезателната специфика на спортната среща, надморска височина, циркадни ритми, час на състезанието, часова разлика и др.

Таблица 10. Състезателен микроцикъл

Дни	П		В		С		Ч		П		С		Н	
Натоварване														
Максимално 100 % +														
Голямо 80-90 %														
Средно 65-80 %														
Ниско 40-65 %														
Съдържание на силовата подготовка	К-Е	И		Пв		Пб		Пт				С		С

Легенда: К -концентрични съкращения; Пб - плиометрични базови; Пт - плиометрични тонизиращи; И - изометрични съкращения; Пв -плиометрични упражнения за взливна сила. С -състезателни дни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕПОРЪКИ

Моделът на спортна тренировка е съобразен с получените резултати от динамометричните тестове за сила на флексори и екстензори в лакътната става. Но това не го прави мултифункционален, защото програмата засяга тренировъчни подходи, предимно за две мускулни групи, които касаят въртящия момент, само в една става на горния крайник. В спорта канадска борба, активно участие взимат по-голяма част от големите мускулни групи, а понякога и всички и то, в различни режими на работа. Този модел е приложим, като част от общата силова подготовка на атлета. Специално внимание трябва да се обърне на приложението на плиометричните силови тренировки, които при неправилно дозиране и време на прилагане, могат да доведат до нежелани травми. Ексцентричното обучение, трябва да е планирано и да навлезе в седмичния микроцикъл, постепенно но трайно. За високи спортни резултати, трябва да се обърне внимание и на другите страни на спортната подготовка техническа, тактическа и психическа.

ИЗВОДИ

- (1) Установено е, че доминантният соматотип при състезатели по канадска борба е ендо-мезоморфен, което доказва участието на този соматотип като структуриращ, морфологичен фактор за високи постиженията при този вид спорт. Вероятно установеният доминантен соматотип има отношение към адаптационни изменения, въпреки известната генетична предиспозиция на соматотипния профил.
- (2) Моделираните криви, описващи зависимостите въртящ момент - ъглова позиция и въртящ момент - ъглова скорост, на флексори и екстензори на лакътя, позволяват да се разграничат количествени и качествени различия в силовите характеристики и да се докажат характерни адаптационни изменения, за спорта канадска борба.
- (3) Установено е, че сумарният изометричен въртящ момент при двете мускулни групи при състезатели по канадска борба и при нетренирани мъже, се постига при 75° ъглова позиция. Той възлиза на (Nm): 95,41±10,42 при флексори и 96,14±20,28 при екстензори, при състезатели; 65,23±9,34 при флексори и 62,28±10,78 при екстензори, при нетренирани. Максималната изометрична сила на състезателите е с 36 % по-голяма от тази при нетренирани лица при двете мускулни групи.
- (4) Доказани са различия в поведението на екстензорите на лакътя при изометрични контракции при състезателите, които се изразяват в понижаване на торга в диапазона от 10 - 45° (скъсени мускули) и повишаване в диапазона 105-125° (удължени мускули), в сравнение с нетренирани лица. Тези данни се потвърждават от намерени корелационни зависимости с антропометрични параметри и торг-ъгъл зависимости и доказват адаптационни изменения в статичната сила на екстензорите при състезателите.
- (5) Установено е, че максималната динамична сила на флексорите и екстензорите на лакътя при състезателите при концентрични съкращения е по-голяма с 36 % при екстензорите и с 33 % при флексорите, в сравнение с тази на нетренирани лица. Стойностите на торга (Nm) при флексорите при тренираните, в диапазон 10°/sec - 120°/sec, са достоверно по-високи от тези при бързите ъглови скорости 180°/sec - 300°/sec, и достоверно по-високи от тези на нетренираните при всички ъглови скорости. Това доказва адаптационни изменения в динамичната силова издръжливост на флексорите при състезателите по канадска борба.
- (6) Установени са следните ъгловите скорости при ексцентрични съкращения, при които се реализира максимален въртящ момент (максимално функционално натоварване) при състезатели по канадска борба: - за флексори в диапазон от 10°/sec до 30°/sec и за екстензори в диапазон от 10°/sec до 60°/sec.

- (7) Установена е спецификата в поведението на мускулните групи в отстъпващ режим на работа и потенциала на еластичната компонента на екстензорите при състезатели по канадска борба. Тази специфика позволява да се оцени тренировъчния потенциал при нетренирани и ниво на тренираност при състезатели.
- (8) Разработен е модел на силова тренировка, за състезатели по канадска борба, които си базира на експериментални данни от изследвания с изокинетичен динамометър. Предложен е „плиометричен“ модул, за развитие на взривна сила, с точно дефинирани обем на движение и времетраене на циклите на удължаване и скъсяване на флексорите и екстензорите лакътната става.
- (9) Разработени са нормативи, базирани на измервания в различни скорости и ъглови позиции, в петстепенна скала за оценка на постиженията. Установено е, че: а) нормативът за ексцентричния режим, при нетренирани, следва да се изготви в обобщен вариант, за всички ъглови скорости, поради липса на различия между тях; б) нормативът, при състезателите по канадска борба, по отношение на ексцентрични съкращения, може да се разработи при различни скорости, но апроксимиращата крива има синусоидален характер.

@ @ @

ПРИНОСИ

1. Приложен е, за първи път в България, метод за оценка на въртящ момент в лакътна става чрез изокинетична динамометрия при изометричен, концентричен и ексцентричен режим на съкращение при състезатели по канадска борба.
2. Получени са уникални данни, липсващи в световната литература, за силови характеристики на флексорите и екстензорите на лакътя при статично и при динамично натоварване при състезатели по канадска борба.
3. Разкрити са нови закономерности чрез оценка на зависимостите торг-ставен ъгъл и торг-скорост при състезатели по канадска борба и при неактивно спортуващи лица, чрез които са доказани адаптационни изменения в определени мускулни групи при този вид спорт.
4. Представени са убедителни доказателства за манифестирани изменения в поведението на екстензорите на лакътя при статични и динамични натоварвания, като важен фактор за постиженията при този вид спорт
5. За първи път са проведени стандартизирани изследвания върху ексцентричен режим на съкращение на флексори и екстензори при нетренирани и състезатели по канадска борба и са моделирани зависимости въртящ момент –

скорост, които: - разкриват спецификата на поведението на посочените мускули в отстъпващ режим; - разкриват спецификата на еластичната компонента при състезатели по канадска борба; и – дават възможност за оценка за ниво на тренираност и тренировъчен потенциал.

6. За първи път са разработени нормативи за нетренирани лица и състезатели по канадска борба, базирани на въртящ момент, измерен в Nm в лакътната става при флексори и екстензори. Нормативите обхващат всички режими на съкращение – изометричен, концентричен (преодоляващ) и ексцентричен (отстъпващ).
7. Определен е доминантния соматотип при състезатели по канадска борба и са представени доказателства за структуриращата му роля в адаптационните изменения, характерни за този спорт.

ЛИТЕРАТУРА

На кирилица

1. Желязков, Цв., Дашева Д. Основи на спортната тренировка. В: VIII. Теория и методика на тренировката за сила, VIII. 2. Методи на силовата тренировка, стр. 183-212. Гера Арт, София (2006).
2. Платонов, В.Н. Общая теория подготовки в олимпийском спорте. “Олимпийская литература” Киев, 1997.
3. Пенчева Н. (2007) Ексцентрични мускулни съкращения: феномени и участието им в спорта и рехабилитацията. Съюз на учените България (клон Благоевград), Наука, Образование, Изкуство, Годишник Том I, част 1, Университетски издателство “Н. Рилски” стр. 79 – 87.
4. Флойд, Р., Наръчник по анатомична кинезиология. Медицина и физкултура София, 2008.

На латиница

1. Chapman, D., Newton, M., Nosaka, K. (2005) Eccentric torque-velocity relationship of the elbow flexors, *Iso Exerc Sci*, 13,139–145.
2. Chapman, D. (2008) Lengthening Contraction Velocity and ExerciseInduced Muscle Damage of the Elbow Flexors in Humans, Edith Cowan University, Joondalup, Western Australia.
3. Cramer, J., Housh, T. (2002) The relationship among peak torque, mean power output, mechanomyography, and electromyography in men and women during maximal, eccentric isokinetic muscle actions, *Eur J Appl Physiol* 86, 226– 232.
4. Doheny, E., Lowery, M, FitzPatrick, D., O'Malley, M. (2008) Effect of elbow joint angle on force–EMG relationships in human elbow flexor and extensor muscles, *J Electromy Kinesi.*, 18 (2008) 760–770.
5. Bazzucchi, I., Marzattinocc,i G., Felici, F. (2006) Antagonist activation of triceps brachii is greater than biceps brachii muscle. Department of Human Movement and Sport Sciences, Istituto Universitario di Scienze Motorie, Rome, Italy 33, 191-9.

6. Haff, G.G., Carlock, J.M., Hartman, M.J., Kilgore, J.L., Kawamori, N., Jackson, J.R., Morris, R.T., Sands, W.A., Stone, M.H. (2005) Force-time curve characteristics of dynamic and isometric actions of elite women olympic weightlifters. *J Strength Cond Res.*, 19(4), 741–748.
7. Hill, T. (2014) Torque it up: reliability and variability of isokinetic peak torque and angle of peak torque (Thesis, Master of Physical Education). University of Otago.
8. Hortobágyi, T., Katch, F. (1990) Eccentric and concentric torque-velocity relationships during arm flexion and extension, *Eur J Appl Phys Occup Phys*, Sep, 60(5) pp 395-401.
9. Komi, P., Linnamo, V. (2000) Force and EMG power spectrum during eccentric and concentric actions, *Med Sci Sports Exerc* 32(10), 1757–1762.
10. LaStayo, P., Woolf, J., Lewek, M. (2003) Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J Orthop Sports Phys Ther*; 33 (10): 557-71
11. Lieber, R.L. (2010) Skeletal muscle structure, function and plasticity (The physiological bases of rehabilitation). Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, Baltimore, New York, London.
12. Lindstedt, S, LaStayo, P., Reich, T. (2001) When Active Muscles Lengthen: Properties and Consequences of Eccentric Contractions. *New Physiol Sci*. 16:256-261.
13. Nosaka, K., and Newton, M. (2002). Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 202-208.
14. Pettitt, R. W., Symons, D. J., Eisenman, P.A., Taylor, J. E., White, Andrea, T. (2005). Repetitive eccentric strain at long muscle length evokes the repeated bout effect. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 918-924.
15. Pull, R., Ranson, C. (2007) Eccentric muscle actions: implications for injury prevention and rehabilitation. *Phys Ther in Sport*, 8, 88-97.
16. Rodgers, R., Berger, R. (1974) Motor-unit involvement and tension during maximum, voluntary concentric, eccentric, and isometric contractions of the elbow flexors, *Med Sci Sports Exerc*, 6(4) (1974), 253–259.
17. Shepstone, T.N., Tang, J., Dallaire, S., Schuenke, M., Staron, R., Phillips, S. (2005) Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *J Appl Physiol.*, 98:1768-1776.
18. Wozniak, A., Kong, J., Bock, E., Pilipowicz, O., Anderson, J. (2005) Signaling satellite-cell activation in skeletal muscle: markers, models, stretch, and potential alternate pathways. *Muscle Nerve*. 31:283–300.
19. Yablonka-Reuveni, Z. (2011) The Skeletal Muscle Satellite Cell: Still Young and Fascinating at 50 *Journal of Histochemistry & Cytochemistry* 59(12) 1041–1059.
20. Zatsiorsky, V. 2006. “Two Factor Theory (Fitness Fatigue Theory)”, in *Science and Practice of Strength Training*. Champaign Ill. 2nd Ed., 12–15.
21. Zatsiorsky, V., Kraemer, W. (2006) *Science and Practice of Strength Training*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
22. Zatsiorsky, V., Prilutsky B. (2012) *Biomechanics of skeletal muscles*. Champaign, Human Kinetics.

СПИСЪК С ПУБЛИКАЦИИ (свързани с дисертационния труд)

А. Публикации в международни списания:

Kanelov I. (2009) Assessment of motor activity, motor skills and sports education for students. *Fizicka kultura (Skopje)*, 2009, No 2, 118-119.

Kanelov I., Koroleova G., Milanov P., Pencheva N. (2015) Impact of the joint angular positions on the peak torque of elbow flexors and extensors in healthy males. *Research in Kinesiology*, (in press).

Koroleova G., Kanelov I., Milanov P., Pencheva N. (2015) Modelling of elbow peak torque-velocity with polynomial functions. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* (prepared)

Б. Резюмета от участия в международни научни форуми

Публикувани в чужбина

Kanelov I., Pencheva N., Stefanov S., Milanov P., Dimitriev M. (2014) Concentric torque-velocity relationships of the elbow flexors and extensors in healthy females, Book of abstracts of 19th Annual congress of the European College of Sport Science, 2-7 June, Amsterdam, Netherlands, p. 248.

Koroleova G., Mavrevski R., Kanelov I., Pencheva N., Milanov P. (2015) Assessment of elbow torque-velocity curve fitting with different optimisation criteria, Book of abstracts of 20th Annual congress of the European College of Sport Science, 24-27 June 2015, Malmo, Sweden, p. 477.

Koroleova G., Kanelov, I., Milanov, P., Pencheva, N. (2015) Modelling of torque-angle relationships with polynomials and cubic splines in elbow joint, *Biomath Communications*, 2(1), p. 63, Online (ISSN 2367-5241, ISSN 2367-5233).

В страната

Белева Ф., Петрова А., Звънчаров Р., Канелов И. (2014) Корелационни зависимости между антропометрични параметри и статична и динамична сила на флексори и екстензори на лакътна става. Сборник с резюмета, 15^{-та} Студентска научна конференция кинезитерапия и спорт, Благоевград, 28 Април 2014, Университетско издателство "Неофит Рилски", с. 12 (ISBN 978-954-680-937-7).

Атов М., Цветкова М., Канелов И., Пенчева Н. (2015) Изследване на зависимостта торг-ъгъл на флексорите и екстензорите на лумбалния дял (L4-L5) на гръбначния стълб. Сборник с резюмета, 16^{-та} Студентска научна конференция кинезитерапия и спорт, Благоевград, 27 Април 2015, Университетско издателство "Неофит Рилски", с. 32 (ISBN 978-954-680-987-2).

В. Участия в научни срещи (без резюме)

В чужбина

Kanelov I., (2009) Assessment of motor activity, motor skills and sports education for students, The 13th Symposium "Sport and physical education of young people", Ohrid, Republic Of Macedonia, 23-24 October 2009.

В страната

Kanelov I. (2014) Possibilities for functional research of Back attachment of the Biodex System, The European territorial cooperation programme, Greece-Bulgaria project Youth Mobilization – Cultural Heritage and Athletic Valorizations SWU “Neofit Rilski”, Blagoevgrad, Bulgaria, 14 march 2014.

Канелов И. (2013) Анализ на зависимостта скорост-въртящ момент при флексори и екстензори на лакътна става при здрави, неактивно спортуващи мъже, 14-та Студентска научна конференция Спорт и кинезитерапия, ЮЗУ "Неофит Рилски", Благоевград, 17 Май 2013.

Канелов И. (2013) Изследване на силата на флексори и екстензори на лакътя при мъже в зависимост от изходната дължина, 14-та Студентска научна конференция Спорт и кинезитерапия, ЮЗУ "Неофит Рилски", Благоевград, 17 Май 2013.

Канелов И. (2012) Сравнителен анализ на статични силови параметри при състезатели по канадска борба, 15-та Международна научна конференция "ФИЗИЧЕСКО ВЪЗПИТАНИЕ, СПОРТ, КИНЕЗИТЕРАПИЯ", Университетски център Бачиново, Благоевград, 10-11 Ноември 2012.

СПИСЪК НА УЧАСТИЯ В ПРОЕКТИ НА АС. ИЛИЯ КАНЕЛОВ

Международни научни проекти

- Проект по програма за европейско териториално сътрудничество „Гърция-България 2007 – 2013“ на тема Youth Mobilization – Cultural Heritage and Athletic Valorization In the framework of the European Territorial Cooperation (YMC(H)A).

Научни проекти към Фонд Научни изследвания

- Инфраструктурен проект към "Фонд научни изследвания" на тема: Изграждане и пробация на научен комплекс за оценка на физиологични и биомеханични параметри при физическо натоварване за нуждите на кинезитерапията и спорта, Номер на проекта RNF 01/0116 (ДОО2 - 54/10.12.2008).

- Проект "Наука и бизнес" по оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ 2007-2013 г. Финансиран от Министерство на образованието и науката. Тема: “Специализирана научно-практическа и изследователска подготовка за работа с изокинетична система Biodex, за нуждите на научно-приложните лаборатории в областта на спорта и кинезитерапията”, едномесечна специализация (30-дневно обучение) във високотехнологична лаборатория за работа с Biodex система, в департамент по Спортна медицина в Interbalkan Medical Center в Солун, Гърция, 10 октомври – 08 ноември 2013 г. ; Договор № ДО2-795/23.9.2013, Индекс: МУ-12-11/2013 г.

@ @ @

