

РЕЗЮМЕТА
на научните трудове* на
доц. инж. ЗДРАВКО ПЕТРОВ АРАКЧИЙСКИ, доктор

*За участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „професор“ в
професионално направление 7.6. Спорт, специалност Информационни технологии и
биомеханика в спорта*

I. МОНОГРАФИИ

1. Аракчийски Здр. **Видеографични методи за анализ на движенията в спорта.** НСА ПРЕС, София, 2015. ISBN: 978-954-718-422-0.

Водещо начало между многобройните задачи на спортната биомеханика заема изследването и изучаването на двигателните действия. Необходими условия за нивото на спортното майсторство и залог за успех в състезателната дейност на спортистите е установяването на най-рационалните способи за изпълнение на двигателните действия и повишаване на тяхната ефективност.

Всеки отделен метод за анализ на човешките движения, и в частност на движенията в спорта, има своето място както като индивидуален подход, така и при комплексните изследвания на двигателните действия в спорта. Исторически и традиционно най-използваният метод за изследване на човешките движения вероятно е посредством видеозапис на интересувашото ни движение.

Предложеният монографичен труд запълва една празнота в спортно-научната литература, третираща проблемите по регистрация, обработка, анализ, интерпретация и представяне на данни от експерименти при използване на видеографичните методи за биомеханични изследвания на двигателната дейност в спорта. В изложението се проследяват системите за информационен обмен при изследване на човешки движения, като по-подробно са обсъдени три от по-разпространените инструментални средства, използвани за събиране на данни при регистрация на човешки движения: електрогониометрия, електромагнитни детектиращи устройства и оптоелектронни регистриращи системи. Спортната биомеханика изследва движенията, а обективната регистрация и запис на тримерното човешко движение е един от стълбовете на дисциплината. В публикацията систематично се обсъждат анализа на движенията чрез видеозапис и оптичните системи за автоматизиран анализ на двигателни действия в областта на спорта и физическата активност. На базата на многогодишният опит на автора и разработената от него видеокомпютърна система за регистрация и анализ на движения, подробно са дискутирани основните методологически изисквания относно оборудването, процедурите за събиране на данни, комплектите маркери, обработката,

* Резюмета на не рецензирани в конкурса за научното звание “доцент” публикувани научни трудове

анализът, представянето на данните и докладване на изследване. Особено място в изложението имат теоретико-приложните аспекти, свързани с методите за пространствено мащабиране на камерите, стратегиите за ориентиране на координатните оси и дефиниране на изследваните ъгли. Отделено е специално внимание на методите за обработка на регистрираните данни и оценка на грешката. Задълбочено са разгледани възможностите на кубичната сплайн интерполация и цифровото филтриране като методи за изглаждане на цифрови сигнали, както и практически насоки за тяхното използване в спортната практика. Добра експериментална практика е стремежът за свеждане до минимум грешките при източника на данни. Анализът на грешките дава информация с какво доверие може да се приемат получените резултати и направените от тях изводи.

Систематизираният характер на изложението позволява материалът да бъде използван за обогатяване на учебния процес, особено в магистърска степен, съобразно учебните планове на Национална спортна академия, а също така да бъде полезен за докторанти и спортни специалисти в областта на спортната биомеханика и изследване на движенията в спорта.

2. Аракчийски Здр. Динамографични и ЕМГ методи за изследване на движенията в спорта. НСА ПРЕС, София, 2015. ISBN: 978-954-718-423-7.

Биологичната същност на живите организми оказва голямо влияние върху закономерностите на техните движения. Невъзможно е да се изучи и разбере движението на живия организъм, без да се изучат и разберат биомеханичните особености на неговия двигателен апарат. От една страна, разглеждайки човешкото тяло като механична система, за него са приложими общите закономерности на механичното движение и състояние на твърдите тела. От друга страна обаче, простото пренасяне на законите на механиката за движението на твърдите тела към движението на човека, довежда до груб механицизъм и не позволява да се разкрие истинската същност на тяхната природа.

Постигането на високи спортни резултати е немислимо без основно и задълбочено познаване на рационалната и ефективна спортна техника, на закономерностите по които протичат движенията в спорта. Съществува извънредно голямо разнообразие на измервателните средства и методи за регистрация и анализ на биомеханични характеристики. Забелязва се обаче една ясна тенденция измервателните методики (напр. акселерометрия, спидометрия, видеометрия, динамометрия, електромиография и др.), без да променят своята същност, да се приспособяват към непрекъснатия прогрес на науката и техниката и да се модифицират. Поради сложният характер на двигателните структури на човека, с цел събиране на необходимите изходни данни, много често при анализ и моделиране на движенията в спорта е

необходимо едновременно използване на няколко метода за регистрация на биомеханични характеристики.

Настоящата монография представя задълбочено описание на два от най-използваните методи за регистрация в рамките на биомеханичния анализ на движенията в спорта. Разгледани са теоретичните и приложни аспекти на използваните средства за измерване и оценка на сили и натиск в областта на биомеханиката на спорта и физическите упражнения. Основно внимание е обърнато върху силовите платформи и системите за измерване на разпределението на натиска. Оценка на динамичната мускулна сила, измервана чрез ставните въртящи моменти, има широко приложение в областта на спорта. Изокинетичните динамометри са изключително полезни и уникални устройства, които позволяват оценката на динамичната мускулна и ставна функция при точно определени условия. Важно място в изложението е отделено на повърхностната електромиография, която е неинвазивна технология за регистрация и запис на електрическата активност на мускулите, наблюдаваща се по време на техните контракции. Погледнато от системна гледна точка, повърхностната ЕМГ формира обособен и съществен принос при един комплексен подход на изследване и е важна част от един биомеханичен анализ. Използването, в множество различни по характер и сложност експериментални изследвания, на проектираната видеокомпютърна система за биомеханичен анализ, позволява на автора да представи обективна оценка за конкретната приложимост на разглежданите технологии и методи.

Теоретико-приложният характер на изложението дава възможност за неговото използване както в учебния процес на Национална спортна академия, така и от широк кръг спортни специалисти.

3. Аракчийски Здр. **Моделиране на движенията в спорта**. НСА ПРЕС, София, 2015. ISBN: 978-954-718-424-4.

Компютърното моделиране и симулация на човешките движения имат все по-нарастваща роля в спорта и рехабилитацията. Две от най-важните приложения в спорта включват оптимизиране на спортната техника и намаляване рискът от травми.

Опорно-двигателният апарат на човека е една сложна система, която все още има много нерешени въпроси. Изследването на човешките движения е усложнено от големият брой степени свобода на тялото (~ 244), както и от още по-големият брой на мускулите (над 600). Централната нервна система на човека явно е изправена пред много възможни начини за координиране на тези мускули и избор на различни стратегии за реализиране на дадено движение. За съжаление, знанията ни за двигателният контрол понастоящем са недостатъчни, за да се определи механизмът, чрез който се постига тази координация. Поради тази причина се използват много моделиращи, аналитични, експериментални и други подходи за изследване на

вътрешно-силовата структура на двигателния апарат на човека и разпределението на силите между мускулите.

Експерименталната наука има за цел да отговори на изследователски въпроси посредством проучване на връзките между променливи величини, използвайки получени при експеримент количествени данни и статистическа оценка на значимостта на резултатите. Теоретичните подходи за отговор на изследователският въпрос обикновено използват един модел, който дава опростено представяне на физическата система в процеса на проучване.

В предложената монография са описани теоретични модели, използвани в спортната биомеханика, подробности относно различните им компоненти и обсъждане на техните предимства и недостатъци. Моделите могат да се използват за справяне с проблемите чрез решаване на правата и обратна задача на динамиката. При правата задача на динамиката движещите сили са определени и проблемът е да се определи резултантното движение. При обратната задача на динамиката движението е посочено и целта е да се определят движещите сили, които са причина за движението. Дадени са примери за решаване на двата типа задачи чрез използване на различни подходи за моделиране, като са обсъдени техните относителни предимства. В изложението е описан процесът на изграждане на математически модел с помощта на твърди тела и еластични структури, с цел представяне сегментите на тялото и различни начини за моделиране на възможността мускулите да генерират сила. Описани са преките и косвени методи за определяне на физическите параметри, свързани с тези елементи. Преди да се използва модел, който да отговори на изследователския въпрос, необходимо е първо да се установи, че моделът адекватно представя реалната физическа система. Обсъден е този процес за оценка на модела чрез сравняване на неговия изход с реални данни. На основата на разработената от автора видеокомпютърна система за регистрация и анализ на движения са предоставени примери за приложения на компютърно моделиране, заедно с насоки за провеждане на проучване и докладване.

Предложеният материал може да бъде използван за обогатяване на учебния процес в Национална спортна академия, както и от широк кръг заинтересовани спортни специалисти.

II. УЧЕБНИЦИ И УЧЕБНИ ПОСОБИЯ

4. Аракчийски Здр. **Основи на информатиката и информационните технологии.** НСА ПРЕС, София, 2014, ISBN: 978-954-718-382-7.

В съвременното общество компютрите се утвърдиха като основна технология във всички сфери на човешката дейност. Неимоверно много нарастна значението на информацията.

Настоящият учебник включва начални сведения за: основните обекти в информатиката – информацията и информационните процеси; алгоритмите и езиковите средства за описването им; модел и моделиране; управлението на обекти като информационен процес; система и нейната структура; архитектура на компютърна система – най-мощното съвременно средство за автоматизация на информационните дейности; базово и приложно програмно осигуряване, както и някои приложения при използването на компютрите.

В учебника основно място намира описанието на терминологията и понятията, свързани с данни и информационните технологии (ИТ). Защо е важно да се изучават тези технически термини и да се повишава компютърната компетентност на потребителите на изчислителна техника и информационните технологии? Има няколко отговора. Първо, много от тези термини се използват в изложението и трябва да бъдат разбрани. Второ, доколкото на теория може да се използва компютъра без да има познание за технологията, на практика обаче, колкото повече го познаваме, толкова по-добре. Най-добрите автомобилни състезатели не само знаят как да управляват, но и разбират как работи техния автомобил. Същото е вярно и за най-добрите компютърни потребители – колкото повече те разбират за информационните технологии, толкова стават по уверени и компетентни. И трето, познанията им за техническата терминология ще им позволи по-свободно да разговарят или да разбират ИТ специалисти.

Приложеният терминологичен речник следва да се използва при справки, преговор и обобщения.

Учебникът е разработен в съответствие с учебната програма на НСА “Васил Левски” по съответната учебна дисциплина. Той може да бъде използван за обучението на студентите от всички специалности, а също така да бъде полезен за магистри, докторанти и спортни специалисти.

5. Аракчийски Здр. Биомеханика на физическите упражнения, учебни записки. НСА ПРЕС, София, 2005.

Изданието “Биомеханика на физическите упражнения, учебни записки” е учебно пособие, разработено в пряко съответствие с утвърдените учебни програми за студенти от ОКС Бакалавър в НСА „Васил Левски”. Дефицитът на учебна литература по този основен учебен предмет наложи неговото спешно издаване, като всъщност съдържането представлява синтезиран вид на представяния от автора лекционен материал.

Наред с кратката историческа справка за развитието на биомеханиката като наука, в изложението систематично се разглежда кинематиката, динамиката и статиката на човешките движения в областта на спорта и физическата активност. Особено внимание е обърнато на характеристиките и взаимодействието между вътрешните и

външни за човешкото тяло сили. Подробно са разгледани основните биомеханични свойства и функции на активната и пасивна част на опорно-двигателния апарат на човека, както и неговата биокинематика. Системата на движение на човека се разглежда като сложна система, построена в йерархична последователност. Коментирани са въпроси, свързани с координацията и регулирането на движенията, тяхната динамична устойчивост и педагогическите аспекти при изграждане на нова двигателна система. Разгледани са основните методи и инструментални средства за регистрация и биомеханичен анализ при изучаване и изследване на двигателната дейност на човека. Спортната биомеханика се стреми да отговори на въпроса за това кой е най-добрия начин за решаване на дадена двигателна задача. Биомеханичната целесъобразност предполага най-ефективното използване на механичните закони за постигане на двигателната задача. В тази връзка са дискутирани някои от критериите за биомеханична целесъобразност на движенията и тяхната приложимост при различни спортни дисциплини.

Въпреки справочния характер на изложението, а може би и точно затова, това издание е едно от най-тиражираните учебни пособия и повече от 10 години е основен информационен източник за студенти и преподаватели по тази учебна дисциплина. Материалът може да бъде полезен в теоретичен и практически план и за всички спортно-педагогически кадри.

6. Аракчийски Здр. **Биомеханични основи на анализа на движенията**. НСА ПРЕС, София, 2013. ISBN: 978-954-718-351-3.

В предложената публикация се разглеждат основните биомеханични характеристики и закономерности, необходими за количествена оценка на кинематичната и динамична структура от системата на движение на човека.

Главна тежест в изложението има математическият формализъм, свързан с разглежданите понятия и величини. Обърнато е особено внимание на математичните операции върху вектори и матрици. Разгледани са въпроси, свързани с начините за описание на характеристиките на движението в зависимост от естеството на използваната координатна система, както и използването на различни перспективи за наблюдение в зависимост от целта и обекта на анализ. В тази връзка е подчертана възможността за последваща промяна на перспективата от една към друга в зависимост от ситуацията и необходимостта посредством координатна трансформация. Използван е системно-структурният подход за определяне на механичната система в зависимост от целта при анализа на движението на тялото. Последователността на анализа се базира на дефинираната основна стратегия при анализа на движенията на твърдо тяло. Показан е математичния апарат за използване и описание на характеристиките на движението в неинерциална отправна система, което се оказва по-изгодно в някои случаи и може успешно да обогати обхвата на анализа. Човешкото тяло се разглежда като система от

свързани посредством ставите сегменти, взаимодействащи си един на друг, което добавя допълнителна сложност на системата. Подробно е описан коефициентният метод и неговото използване за определяне параметрите на сегментите на човешкото тяло, необходими за оценка на динамичните характеристики при анализ на човешките движения.

Предложеният материал, от една страна, може да се използва като фактическо справочно пособие, като например какво е векторно произведение, координатна ротация, трансформация на матрици и вектори, определяне инерционния момент на човешко тяло спрямо ос на въртене и т.н.

От друга страна, изложението е предназначено за систематично четене и представлява една надстройка за запознаване с необходимия математичен апарат, стоящ в основата на биомеханичния анализ на движенията.

Материалът в публикацията е предназначен за обогатяване на учебния процес в магистърската степен на НСА “Васил Левски”, а също така може да бъде много полезен за докторанти и спортни специалисти.

7. Гикова М., Н. Савова, Здр. Аракчийски, Здр. Стефанов. **Клинична анатомия. Образна анатомия и диагностика. Моделиране на двигателния апарат.** НСА ПРЕС, София, 2003. (раздели “Съвременни методи за количествена оценка на измененията в опорно-двигателния апарат” и “Моделиране на анатомични структури и човешки движения”, стр. 35-50), ISBN: 954-718-109-2.

Развитието на информационните технологии позволява да се създадат модели на движенията в норма и в патология, максимално близки до реалните обекти, да се направи косвена оценка на вътрешносиловата структура на опорно-двигателния апарат на човека, както и сравнителен анализ между норма и патология.

Разделът “Съвременни методи за количествена оценка на измененията в опорно-двигателния апарат” третира проблемите на регистрацията и на обработката на данни от експерименти при биомеханични изследвания. Следва да се отбележи, че тази проблематика е свързана с изключително бързото съвременно развитие на научно-техническите средства. В това отношение тук се проследяват в исторически аспект методите за регистрация и анализ на биомеханични характеристики, като са представени по подходящ начин и най-съвременните научни постижения в тази област.

В раздела “Моделиране на анатомични структури и човешки движения” главната тежест в изложението се отнася до моделирането и анализа на вътрешната силова структура, включваща силите, предизвикани от мускулите, връзките и костите, амплитудата на силовите моменти спрямо ставите, фазите и мощността на мускулните контракции и извършваната работа от тях, т.е. достигане до динамичните усилия, отговорни за движението на обекта. Показан е математичният апарат за моделиране

посредством равнинни модели по пътя за решаване на обратната задача на механиката, като са описани и присъщите ограничения на този метод.

Материалът в публикацията основно е насочен за обучение в магистърската степен на НСА “В. Левски”.

II. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ

A. Публикации в чужбина – самостоятелен автор

8. Arakchiyski, Zdr. **Energy transfer and coordination pattern in team-handball overarm throw**. *Japanese Educational and Scientific Review*, Tokyo University Press, 2015, 1(9) (January-June). Vol. XI, 272-277.

(Енергиен трансфер и координационен модел при хвърляне със замах над рамо в хандбала)

При опита си да отбележи попадение, хандболистът трябва да увеличи максимално прецизността на хвърлянето, както и скоростта на топката. Техниката на хвърляне чрез отскок е най-типична измежду различните техники на стрелба, използвани в хандбала.

В тази работа целта на изследването е биомеханичната структура на стрелба чрез отскок със засилване, свързана с енергийния трансфер и координационната последователност на сегментите на тялото, с насока за оптимизиране на техническата и физическа подготовка на състезателите.

Движенията на висококвалифициран хандболист са регистрирани посредством видеокамера с 300 кадъра в секунда. При анализа е използван 14-сегментен модел на човешкото тяло.

В съответствие с основната структура на движението, то е разделено на пет отделни фази: засилване, отскок, летеж, хвърляне и приземяване. Типично за фазата на подхода е, че дължината на последната стъпка преди отскока обикновено се удължава и височината на общия център на тежестта на състезателя има локален минимум – това е предназначено да подготви промяната на посоката на движение и е предпоставка за оптимален енергиен трансфер. В конкретния случай загубата на количеството движение е само 16%, измерено в края на отскока, и е отличен атестат за техниката на състезателя. Характерна особеност при отскока е, че стъпалото е поставено под ъгъл от 20 ± 5 градуса вътрешна ротация и ъгълът в колянната става на опорния крак е приблизително 130 градуса. Друго важно изискване за минимизиране на енергийните загуби е в момента на допира на ходилото с опората, преди отскока, вертикалната скорост на общия център на тежестта на състезателя да е положителна т.е. да е започнало движението нагоре. Интервалът до максималната линейна скорост на

крайното хвърлящо звено от началото на летежната фаза е 250 ± 5 ms, като скоростта на топката при отделяне от ръката е 27.05 ± 0.21 m/s.

Ключови думи: *спортна биомеханика, хвърляне над рамо, кинематика, механична енергия, хандбал*

9. Arakchiyski, Zdr. **Case study of double salto biomechanics on the parallel bars.** *Harvard Journal of Fundamental and Applied Studies*, Harvard University Press, 2015, 1(7), (January-June). Vol. VIII, 340-345.

(Биомеханичен анализ на двойно салто на успоредка)

Отскоците на успоредка са упражнения, чрез които гимнастиците завършват своите съчетания. Колкото отскокът е по-труден и правилно изпълнен, толкова впечатлението е по-добро и това дава отражение на окончателната съдийска оценка на уреда.

Цел на това проучване е да се изследват основните биомеханичните особености при отскок задно двойно сгънато превъртане на успоредка.

За целите на това изследване движенията на отскока са разделени на три обособени фази – предмах, безопорна фаза и приземяване с амортизация на ротацията. Продължителността на ускорителната част на предмаха е около 0.72 секунди и линейната скорост на общия център на тежестта на състезателя в момента на отделяне от брустовете е 3,08 m/s. Максималният ъгъл между механичната ос “рамо – китка” спрямо вертикала е 31 градуса при движението надолу и 32 градуса в момента на отделяне от прътовете. Най-висока ъглова скорост на долните крайници от 901 град/сек се достига през първата ускорителна фаза при най-ниското положение на общия център на тежестта, като в безопорната фаза този параметър има локален максимум от 866 град/сек. Най-малък ъгъл в тазобедрената става от 32 градуса е измерен през безопорната фаза.

Ключови думи: *гимнастика, успоредка, сгънат отскок, биомеханика*

10. Arakchiyski, Zdr. **Development of a computational module for frequency analysis of biomechanical data.** *Proceedings of the 4th International Academic Congress “Science and Education in the Modern World”*, New Zealand, Auckland, 5-7 January 2015, Auckland University Press, Papers and Commentaries, Vol. II, 833-836.

(Програмен модул за честотен анализ на експериментални биомеханични данни)

Едно от най-важните преимущества на видеокомпютърните методи за биомеханичен анализ е възможността да се моделират двигателните действия. Тези модели обаче трябва да са адекватни на реалните условия, т.е. да бъдат гарантирани в рамките на обективните закономерности, управляващи системно-структурните отношения в двигателния апарат на човека.

Целта на настоящата разработка е да се създаде методика за спектрален анализ на експериментални данни от биомеханични изследвания. Разработката позволява да се идентифицира полезният честотен диапазон в развитието на характеристиките на двигателните действия и да се нормализира честотният им спектър. Използвайки създадената методика и програмния модул за видеокомпютърен анализ е изследвана честотната структура при бягане.

По време на опорната фаза могат да се идентифицират три честотни диапазона в графиките на ускорението на ходилото. Най-ниските честоти (4 - 8 Hz) се дължат на мускулната активност, което означава, че при човешките локомоции най-високата свободна честота е по-ниска от 10 Hz. По високи от 10 Hz честоти се наблюдават, когато сегментите си взаимодействат с други обекти. Честоти в средния обхват (12 – 20 Hz) се регистрират вследствие на удара между ходилото и опората. Присъстват също високочестотни компоненти (60 – 90 Hz), дължащи се на резонанси.

Ключови думи: *дискретна трансформация, спектрален анализ, биомеханичен анализ*

11. Arakchiyski, Zdr. **Evaluation of pole vaulting sports technique by mechanical energy transfer.** Proceedings of the III International Academic Congress “Problems and Prospects of Research in the Americas and Eurasia”, Buenos Aires, Argentina, 3-5 December 2014, Buenos Aires University Press, Papers and Commentaries, Vol. I, 206-210.

(Оценка на спортната техника на овчарски скок чрез преноса на механична енергия)

Овчарският скок е завладяващо лекоатлетическо състезание, което изисква от състезателя усвояването на широк кръг от спортно-технически умения на много високо ниво. Максималната височина, достигната от атлета, се определя основно от: кинетичната енергия в края на засилването; загубите по време на допира на пръта в стената на бокса и фазата на оттласкването; положителният принос на извършената механична работа от скачача във фазата на издигане. Литературните данни налагат обобщението, че постижението се определя от ефективността на движението, изразена чрез оптимизиране на енергийния трансфер във вертикална посока.

В настоящата работа поставената цел е изследване на кинематичната структура и механичните принципи на дисциплината овчарски скок в опит да се дефинира

концепция за количествена оценка с оглед оптимизиране техническата и физическа подготовка на състезателите.

От енергетична гледна точка, целта на скачача е да постигне максимална потенциална енергия в най-високата точка на траекторията, тъй като максимална височина на ОЦТ и ефективността на преминаване на летвата определят височината на скока. По време на първата фаза на издигане, завършваща с достигнатото максимално огъване на пръта, енергията се акумулира като еластична в пръта и общата енергия на атлета намалява. Разликата между намалената енергия на скачача и нарастналата енергия на пръта е индикация за ефективното изпълнение на тази фаза. По време на втората фаза на издигане, завършваща с отделяне на атлета от пръта, енергията се трансформира обратно към състезателя и общата му енергия нараства.

Интерпретацията на получените резултати и анализа на енергийния баланс води до следната по-съществена информация: общата енергия преди отскока е показател за потенциала на скачача; разликата в енергията преди и след отскока е показател за неговата ефективност; за ефективността на енергийната трансформация от Екин в Епот може да се съди от величината на $E_{кинHmax}$; сумарната работа, извършена от атлета, е комплексен показател за индивидуалната му спортна техника и количествено може да се изрази чрез уравнението $W = (E_{кинТО} + E_{потТО} - E_{кинHmax}) / mg$.

Ключови думи: *кинематика, лека атлетика, овчарски скок, механична енергия*

12. Arakchiyski, Zdr. **Comparison of estimated PWC170 by bicycle ergometer test and modified step test.** *Australian Journal of Scientific Research*, Adelaide University Press, 2014, 2(6), (July-December). Vol. III., 874-878.

(Сравнение на получения PWC170 чрез велоергометър тест и модифициран степ тест)

Целта на тази публикация е сравнителен анализ на изчисления PWC170 посредством разработена от автора аналитична методика за определяне на външната механична работа при аеробен степ тест на Маргария и стандартен велоергометър тест. Получените резултати за PWC170 от двата теста формират две групи. При едната група разликите в стойностите са в интервала от -1% до 2%, докато при другата група те са 5% до 8% по-високи при степ теста. Значително по-високите стойности при втората група се дължат на забележимо неритмичното изпълнение на степ теста. Въведеният за тези случаи поправъчен коефициент редуцира разликите между двата теста в границите на 3%. Предложеният модифициран метод, чрез който се постига използване на класическия аеробен степ тест на Маргария за индиректно определяне на $VO_2 max$ и едновременно определяне на PWC170 е оригинален, лесен за изпълнение и с възможност за широко приложение в лабораторни и теренни условия, като напълно може да замести велоергометър теста.

Ключови думи: *механична работа, велоергометър тест, Маргария степ тест, PWC170*

Б. Публикации в чужбина – в съавторство

13. Yotov, I., Zdr. Arakchiyski. **Kinematic Structure of the Jump Shot in Handball Game**. Vienna/Austria – Publisher: EHF Web Periodical, 2011.

(Кинематични особености на стрелбата с отскок в хандбала)

Водени от стремежа да се подпомогнат тренинзите при обучението на техните състезатели в по-резултатна стрелба с отскок чрез оптимално използване на двигателния им потенциал, както и коригиране на някои неточности в техниката, изследването е насочено към структурата на стрелбата с отскок.

Настоящата работа има за цел да изследва кинематичната структура на стрелбата с отскок със засилване с оглед оптимизиране техническата и физическа подготовка на състезателите.

Основната цел на състезателя през фазата на засилване е да си осигури оптимална кинетична енергия (т.е. максимална хоризонтална линейна скорост), която по-късно ще бъде трансформирана във вертикална при отскока. Поведението на ъгълите в колянната става и “ходило-подбедрица” във фазата на отскока определят траекторията на ОЦТ, прехода на движение от хоризонтална във вертикална посока и степента на загуба на кинетична енергия. Данните илюстрират плавния процес на амортизация и издигане, като минимума и за двата ъгъла е на 46% от продължителността на фазата. В началото на летежната фаза започва ускоряване и насочване на топката посредством усукваща камшикообразна ротация на туловището и хвърлящата ръка, стабилизирано от създавания противоположен въртящ момент посредством екстензия в колянната става на маховия крак. Получените резултати потвърждават характера на движението, като 0.16 s след началото на фазата хоризонталната скорост на лакътната става изпреварва ръката (8.58 m/s; 6.28 m/s) с повече от 2 m/s. Хвърлянето на топката започва от най-високата точка на скока, като финалното ускорение на ръката достига максимална стойност 0.06 ± 0.005 s преди отделяне на топката.

Един от съществените изводи вследствие на извършения анализ е, че с цел осигуряване на максимална опорна стабилност на дисталния край на веригата, ъгловата скорост на разгъване на маховия крак във фазата на летеж трябва да е синхронна със силовото усилие на ротация на хвърлящата кинематична верига

Ключови думи: *кинематичен анализ, хандбал, техническа подготовка*

14. Pavlova, E., G. Uzunova, Z. Arakchiyski. **Comparison between PWC170 Estimated by Equation and Krastev's Table in Step Test.** World Congress of Performance Analysis of Sport VIII "Current Trends in Performance Analysis", Magdeburg, 3-6 September 2008., Shaker Verlag Aachen 2009, Physiology/Injury Risk, Magdeburg, Proceeding book (CD ROM), 386-389. ISBN: 19012880011.
(Сравнителен анализ между получения PWC170 при степ тест чрез уравнение и таблични данни по Кръстев)

В предишни доклади са публикувани резултатите за изчислен PWC170 чрез два варианта на оригинално уравнение, разработено от Аракчийски, използвайки Маргария степ тест. Опростеният велоергометър тест за определяне на PWC170 само чрез едно натоварване е модификация на Кръстев. Това изследване има за цел определяне на физическия работен капацитет чрез използване на таблични данни по Кръстев от външната работа при второто натоварване на Маргария степ тест и сравнение на тези данни с изчисления PWC170 от двете натоварвания на степ теста.

Изследвани са тридесет и осем студенти (18 мъже и 20 жени) от Национална Спортна Академия (възраст 18-22 год.; мъже: тегло $72.9 \pm 8.5 \text{ kg}$, ръст $181.3 \pm 8.2 \text{ cm}$, BMI 22.1 ± 1.7 ; жени: тегло $59.3 \pm 9.0 \text{ kg}$, ръст $166.8 \pm 9.2 \text{ cm}$, BMI 21.1 ± 2.7). Опитните лица изпълняват аеробния степ тест на Маргария. Сърдечната честота се измерва със Sport Tester. За определяне на PWC170 по Карпман, външната механична работа при двете натоварвания на степ теста е изчислена с двата варианта на уравнението на Аракчийски, както при предишните разработки. В настоящето проучване тези PWC170 параметри са сравнени с тези, получени по табличните данни на Кръстев на базата на HR и външната работа при второто натоварване на степ теста. Разликата на сравняваните PWC170 стойности са изчислени в проценти. Като статистически анализ е използвана дескриптивна статистика и тест по двойки (Wilcoxon's Test).

Получените резултати ($M \pm SD$) за параметрите, използвани при определяне на PWC170 за мъже и жени, са както следва: HR2 - $162 \pm 11.0 \text{ bpm}$, $165 \pm 7.8 \text{ bpm}$; ext.work2.I - $1140 \pm 132.4 \text{ kgm}$, $742 \pm 112.9 \text{ kgm}$; ext.work2.II - $1290 \pm 149.8 \text{ kgm}$, $877 \pm 133.5 \text{ kgm}$ (2 – второ натоварване; I и II – първи и втори вариант на уравнението). Резултатите от теста по двойки показва незначителни разлики при всички сравнени PWC170 при мъжете ($p > 0.05$) и значителни при жените ($p < 0.05$). Открити са съвсем малки средни процентни разлики за всички опитни лица (4.00 – 4.08%) при сравнението на PWC170. Подобни разлики са в границите на методичната грешка и могат да се пренебрегнат в случай на таблична оценка, защото не влияят на коректното определяне на PWC170.

Получените резултати позволяват в практиката да се използват табличните данни по Кръстев като опростен и по-кратък метод за определяне на PWC170 само по данните от второто натоварване на Маргария степ тест.

Ключови думи: *външна работа, Маргария степ тест, PWC170*

15. Gikova, M., Zdr. Arakchyiski, Zdr. Stefanov. **Comparative analysis of Down's syndrome and autism cyclical movements.** The 15th Sports Medicine Balkan Congress "Health through Physical Exercise, Performance through Sports Medicine", 1-4 October 2008, Bucharest, *Medicina Sportiva*, 14, 2008, 859-860.
(Сравнителен анализ на локомоция при синдром на Даун и аутизъм)

Това проучване има за цел да сравни кинематиката и мускулната активност на нормална походка и плуване с тези при обекти със синдром на Даун и аутизъм. За регистриране на кинематиката на движение и моделиране активността на 9 мускула: m. gluteus maximus, m. semimembranosus, m. semitendinosus, m. biceps femoris, m. rectus femoris, m. vastus lateralis, m. gastrocnemius и m. soleus е използвана оригинална видеокомпютърна методика по Аракчийски. Регистрираните данни за една крачка са нормализирани в рамките на един пълен цикъл. Определена е фазовата структура, линейната скорост, средната скорост на движение и ъгловата кинематика. Установяването на мускулната активност се основава на модела на Ferrigno и Pedotti. В разработката количествено се оценяват аномалиите в пасивната и активна част на двигателния апарат. Установени са също така използваните компенсаторни механизми при движенията с увреди.

Ключови думи: *кинематичен анализ, локомоция, двигателни увреди*

16. Pavlova, E., G. Uzunova, Z. Arakchiyski. **Margaria step test for estimating PWC170.** 4th FIEP European Congress Physical Education and Sports (Teachers' Preparation and Their Employability in Europe), 29-31 August 2007, Bratislava, Slovakia (pp 160 – 166). ISBN: 978-80-89324-00-2.
(Маргария степ тест за оценка на PWC170)

Съществуващата линейна зависимост между интензивността на работата, кислородната консумация и сърдечната честота е основа за индиректното определяне на максималната кислородна консумация и физическата работоспособност при 170 уд./мин сърдечна честота. Поради по-лесната приложимост на степ тестовете, интерес представлява тяхното използване за оценка на PWC170.

Цел на настоящата работа е разработка на изчислителна методика за определяне на външната механична работа при класическия аеробен степ тест на Маргария и на тази база изчисление на PWC170.

Изследвани са 54 студенти на възраст 18-22 г. Опитните лица са натоваравани еднократно с аеробния степ тест на Маргария при височина на платформата 0.4 м. Механичната работа за двете стъпала е изчислена по оригинална методика, съставена от Аракчийски.

Получените резултати потвърждават приложимостта на предложената изчислителна процедура и използването на модифицирания метод, с който се постига използване на класическия аеробен степ тест на Маргария за индиректно определяне на VO_{2max} и едновременно определяне на PWC170.

Ключови думи: *кинематика, външна работа, степ тест на Маргария, PWC170*

В. Публикации в България – самостоятелен автор

17. Arakchiyski, Zdr. **Biomechanical features of the pole vault. Series on Biomechanics**, Vol. 29, No. 1, 2015, 38-44.

(Биомеханични особености на овчарски скок)

Този доклад е опит за обобщение на някои резултати от биомеханично изследване на овчарски скок. Фазите на скока, функционалните особености на отделните фази и механичните принципи са обединени с цел да се предостави на спортните специалисти не само основополагаща информация за тази атлетическа дисциплина, но и да предизвика коментари и предложения за бъдещи изследвания от треньори и състезатели.

За целите на анализа движението е разделено на пет обособени фази: засилване, отскок, първа фаза на издигане, втора фаза на издигане, летяща фаза. За регистрацията и анализа на кинематичните и енергетични параметри на движението на атлета е използвана авторска видеокомпютърна система.

В зависимост от техниката на носене на пръта във фазата на засилване максималната скорост на системата „атлет-уред“ е приблизително 0,8 до 1,2 m/s по-ниска от тази при свободно бягане. Сnižението се дължи главно на необходимостта от уравновесяване на въртящия момент, създаван от пръта. По такъв начин разликата в скоростта със и без прът е добър индикатор за ефективността на техниката на носене на пръта. При добрите скачачи скоростта на ОЦТ по време на тази фаза нараства до около 9,7 m/s. Чрез скъсявана на последната стъпка атлетът издига ОЦТ във фазата на оттласкване, което допринася за плавен преход от хоризонталната скорост на бягане към вертикалната при ъгъл на отскока от около 15 до 22 градуса. За късото време на отскока (между 0,09 до 0,13 сек.) атлетът трябва да генерира достатъчен вертикален импулс, като минимизира загубата на хоризонтална скорост и в същото време да приведе тялото си в подходяща поза за енергиен трансфер към уреда. За да бъде ефективен енергийният пренос и с минимални загуби е необходимо туловището на атлета да бъде максимално възможно неогъваемо устойчиво и твърдо. Данните за промяната на инерчния момент и ъгловата скорост на тялото в първата фаза на издигане осигуряват много интересна информация, като например: В кой момент инерчния момент започва да намалява? С каква скорост? Кога и каква е позата на най-

группираното положение? Кога започва изправянето на тялото? Във втората фаза на издигане прътът започва отново да се изправя и предава голяма част от съхранената еластична енергия във формата на кинетична енергия към атлета. При най-добрите скокове стойността на вертикалната линейна скорост надхвърля 4,5 m/s. Докато хордата на пръта се доближава до вертикала, атлетът постепенно изправя тялото си. Обаче посоката на ротация през тази фаза трябва да се промени, тъй като за преминаване над летвата е необходимо определено ротационно количество движение. Тук трябва да се подчертае, че оптималността изисква това необходимо ротационно количество движение за преминаване на летвата да бъде създадено възможно най-късно и да бъде минимално необходимото.

Ключови думи: *биомеханичен анализ, лека атлетика, овчарски скок*

18. Аракчийски, Здр. Взаимовръзка между повърхностният ЕМГ сигнал и генерираната мускулна сила. Спорт и наука, кн.4, 2013, 80-89.

В тази статия се изследва взаимовръзката между мускулната сила и повърхностния ЕМГ сигнал, както и възможността за количествено определяне на това отношение.

Дискутирани са факторите, които причиняват нестабилността на тази връзка. Тъй като амплитудата на ЕМГ сигнала е случайна величина, моментната стойност на амплитудата не е монотонна по отношение стойността на силата. Например, m. first dorsal interosseous (FDI) притежава значителен динамичен диапазон за честотата на импулсите и активира всичките си двигателни единици още преди 50% от максималната силова контракция. Големите мускули от друга страна имат по-широк динамичен диапазон на активиране на двигателните единици и по-малък динамичен обхват на честотата на активация.

Друг важен въпрос се отнася до произхода на измерената сила, която се свързва с изследвания мускул или група мускули. В действителност ЦНС регулира въртящия момент в ставата по време на целенасочена мускулна контракция.

В изложението са повдигнати много въпроси относно променливата същност на детектирания ЕМГ сигнал и измерената сила като функция на експерименталните условия и повтаряемите контракции при един или между различни субекти. За да се осигури възможност за сравнение между събраните данни при тези различни условия, най-често използвана практика е нормализирането на ЕМГ сигнала по отношение на силата или въртящия момент.

Количественото сравнение на пропорционалната връзка между ЕМГ сигнала и генерираната сила трябва да бъде ограничено в рамките на добре контролирани изометрични контракции, при които изследваната става пространствено е застопорена така, че да ограничава влиянието на други мускули върху въртящия момент на

изследвания мускул. Опитите трябва да са кратки, с продължителност не повече от 5 s. Регистрирания сигнал следва да бъде изгладен с филтър, притежаващ подвижен прозорец с широчина 1 s.

Да се избягват не изометрични контракции. Ако данни от такива контракции ще се анализират количествено, то да се използват тези с най-малка степен на скъсяване и най-бавна скорост, като резултатите се интерпретират внимателно и с предпазливост.

При нормализиране на амплитудата на ЕМГ сигнала, това да се извърши за нивата, по-малки от 80% от максималната стойност. Над това ниво сигналът и силата (или въртящия момент) са изключително нестабилни и не осигуряват подходяща отправна точка

Ключови думи: *биомеханичен анализ, повърхностен ЕМГ сигнал, мускулна сила*

19. Аракчийски, Здр. **Повърхностната ЕМГ като метод за регистрация при биомеханичен анализ на движенията в спорта.** *Спорт и наука*, кн.2, 2013, 51-59.

Повърхностната електромиография (ЕМГ) е неинвазивна технология за регистрация и запис на електрическата активност на мускулите, която се наблюдава по време на техните контракции. Тя осигурява лесен достъп до физиологични процеси, предизвикващи мускулите да генерират сила, която е в основата на човешките движения и осъществяване на множество функции, позволяващи ни да взаимодействаме с околната среда. По такъв начин ЕМГ представлява едно разширение на обхвата за изучаване на физическата активност, за анализ на двигателния апарат и системата за неговото управление.

В този материал са разгледани възможните основни приложения на повърхностната ЕМГ за изследване на движенията в спортната практика и усъвършенстване на спортната техника чрез анализ на ЕМГ сигнали.

Анализирана е ролята на ЕМГ в рамките на биомеханичните изследвания. Погледнато от системна гледна точка, повърхностната ЕМГ формира обособен и съществен принос при един комплексен подход на изследване и е важна част от един биомеханичен анализ. Определяща е ролята на ЕМГ при необходимост от обективна оценка на нервно-мускулната активност в рамките на произволна двигателна дейност. В областта на биомеханичния анализ на движенията, доминиращите основни приложения на повърхностния ЕМГ сигнал са три: като индикатор за мускулна активност, като връзка към генерираната от мускулите сила и като индекс за процеса на умора на мускулите.

Изложена е взаимовръзката и влиянието на факторите във връзка с техния ефект върху ЕМГ сигнала и интерпретацията на неговите характеристики. Естествено, всеки опит да се обобщават познати влияния върху ЕМГ сигнала ще бъде затруднен от

невъзможността за отразяване на всички възможни взаимодействия. Този опит представлява едно първо ниво, което е предмет на усъвършенстване. Взаимодействията са групирани така, че да опишат последователността на влияние между факторите, ЕМГ сигнала и мускулната сила. Факторите са систематизирани в три групи и по начин, илюстриращ последователността на влияние и взаимодействие между тях.

Посочени са основните предимства и ограничения при използване на този метод за анализ на физическата активност на човека.

Ключови думи: *биомеханичен анализ, методи за регистрация на движенията, повърхностен ЕМГ сигнал*

20. Аракчийски, Здр. **Метод за видеокомпютърен кинематичен анализ в ски-спорта.** *Спорт, Общество, Образование*, том 6, НСА ПРЕС, С., 2004, 87-93.

Ските като спортна дисциплина имат някои специфични особености които поставят допълнителни трудности пред анализа. На първо място това е факта, че двигателните действия се извършват в рамките на значителни геометрични премествания, надхвърлящи многократно рамките на нормалното кадриране. Известно е, че един от принципните проблеми през видеокомпютърните методики за кинематичен анализ са свързани с точността при определяне мащабните коефициенти. Действително при движения с голяма амплитуда мащабните коефициенти не остават постоянни и се увеличават грешките от паралакса, тъй като едно от основните изисквания на класическия кинематографичен анализ е да не се променя фокусното разстояние и направлението на оптичната ос на заснемащата камера. Най-трудни условия, в този смисъл, предоставя ски-спорта.

Целта на настоящото изследване е да се разработи адекватна видеокомпютърна методика, която да даде възможност за анализ и надеждна количествена оценка на параметрите в условията на значителни премествания на движещия се обект и при използването на една единствена камера. На базата на създадената методика и програмен модул за видеокомпютърен анализ си поставихме за задача да разкрием биомеханичната целесъобразност на двигателните действия при преодоляване на слаломни врати с техниката на пристъпване.

Основната цел в разработката решихме с помощта на подходящо избран математичен апарат и софтуерното му осигуряване. Същността на методиката е в “аналоговото” преизчисляване на мащабните коефициенти по време на движението. Тази методика нарекохме “динамично мащабиране”. Пространствената структура на движението се възстановява от равнинния образ с помощта на допълнителни маркери за оценка на моментното местоположение на изследвания обект. Междинните стойности на мащабните коефициенти се получават чрез модифицирана кубична

сплайн интерполация. По този начин става възможен и анализа на видеоматериал при който се използва вариообектива.

В настоящето изследване регистрацията е осъществена чрез заснемане на движението по оптичната ос на стандартна видеокамера с каданс 25 кадъра/сек., разположена на финала срещу приближаващите се състезатели.

Получените резултати демонстрират изключителните възможности на методиката за пълен биомеханичен анализ и количествена оценка на всички кинематични параметри, а по пътя на решаването на основната обратна задача на динамиката и на динамичните усилия на цялостните двигателни действия.

Ключови думи: *видеокомпютърен биомеханичен анализ, пространствено мащабиране, кинематика, ски-техника*

Г. Публикации в България – в съавторство

21. Arakchiyski, Zdr., Zahariev, L., Traykova, B. **Biomechanical features of the sit spins in figure skating.** 9-th FIEP European Congress and 7-th International Scientific Congress „Sport, Stress, Adaptation”, 9 – 12 October 2014, Sofia, Proceeding book (CD ROM), 977-981.

(Биомеханични характеристики на клекнал пирует във фигурното пързаляне)

Въведение. Поставената цел в настоящата работа е да се изследват основните биомеханични особености на клекнал пирует във фигурното пързаляне. Фазите на движението, тяхната кинематична структура и механични принципи са обединени в опит да се дефинира концепция за количествена оценка с оглед оптимизиране техническата и физическа подготовка на състезателите.

Методика. За целите на анализа движението е разделено на пет обособени фази – засилване, насочване, отгласкване, въздушна фаза, приземяване. За анализиране на кинематичните, инерчните и енергетични параметри на движението е използвана видеокомпютърна система по Аракчийски.

Резултати. Получените резултати сочат три основни механични условия, които допринасят състезателят да постигне точно съотношение между продължителността на въздушната фаза и скоростта на ротация: генериране на подходящ въртящ силов момент по време на първите три фази на движението; създаване на подходяща по величина и посока сила на опорната реакция по време на отгласкването; управление на инерчния момент посредством позата на тялото през въздушната фаза на движението.

Дискусия/Заклучение. Когато кьнкьорът след приземяването изпълнява пируета върху леда, добрата техника изисква да се стреми да поддържа по-малък от 80 градуса ъгъл в колянната става на опорния долен крайник т.е. по-ниската поза е за

предпочитане. Също така гърбът му да е изправен и с по-малък от 40 градуса ъгъл на флексия спрямо хоризонта. Оптимална въздушна поза се постига, когато маховият крак на фигуриста е почти паралелен спрямо леда във най-високата точка на въздушната фаза.

Ключови думи: *биомеханика, фигурно пързаляне, клекнал пирует*

22. Petrov, V., Arakchiyski, Zdr., Sergiev, G., Andreev, Pl., Ivanov, N. **Kinematics of dismount – double salto backward picked on the parallel bars.** 9-th FIEP European Congress and 7-th International Scientific Congress „Sport, Stress, Adaptation”, 9 – 12 October 2014, Sofia, Proceeding book (CD ROM), 982-988.
(Кинематика на отскок задно двойно сгънато превъртане на успоредка)

Въведение. Изследването на кинематиката на сложни отскоци на успоредка, съчетани със специфика в тяхното изпълнение, може да допринесе за усъвършенстването и изпълнението на по-трудни и оригинални варианти на добре познати и изпълнявани отскоци на успоредка. Цел на това проучване е изследване и определяне на кинематичните характеристики и техните параметри при отскок задно двойно сгънато превъртане на успоредка.

Методика. Във връзка с така поставената цел беше използван телевизионен видеоматериал от Интернет, избран посредством експертна оценка. Видеоматериалът е обработен с авторска видеокомпютърна система за анализ на движения по Аракчийски. Движението на гимнастика е разделено на три характерни фази – подготвителни действия, основни действия и заключителни действия.

Резултати. В подготвителната фаза гимнастикът трябва да получи едно оптимално количество кинетична енергия (транслационна и ротационна) и да подготви тялото си за отделяне от брустовете във вертикална посока. Траекторията на движение надолу и нагоре в голямата си част е вертикална. По такъв начин се постига стабилно управление на движението и въртящия момент спрямо ОЦТ, като при движението надолу хоризонталното разстояние между проекцията на ОЦТ и хватата не надвишава 20 см. В момента на отделяне от прътовете ъгълът в тазобедрената става е 95 градуса, което също влияе на положението на ОЦТ и величината на инерционния момент на тялото. Продължителността на ускорителната част на предмаха е около 0.72 секунди и линейната скорост на общия център на тежестта на състезателя в момента на отделяне от брустовете е 3,08 m/s. Максималният ъгъл между механичната ос “рамо – китка” спрямо вертикала е 31 градуса при движението надолу и 32 градуса в момента на отделяне от прътовете. Най-висока ъглова скорост на долните крайници от 901 град/сек се достига през първата ускорителна фаза при най-ниското положение на общия център на тежестта, като в безопорната фаза този параметър има локален максимум от 866

град/сек. Най-малък ъгъл в тазобедрената става от 32 градуса е измерен през безопорната фаза.

Дискусия/Заключение. В заключение може да се отбележат някои важни особености, наблюдавани при изпълнението на това упражнение: 1) През първата фаза на отскока траекторията на ОЦТ в най-долната си точка минава на нивото на хватата; 2) Ъглите на сгъване в тазобедрената става в началото и края на безопорната фаза са почти еднакви – около 95 градуса.

Ключови думи: *спортна гимнастика, успоредка, сгънат отскок, кинематика*

23. Бачев, В., М. Гъдев, Здр. Аракчийски и кол. **Относно неопределеността при дигитализирани записи на динамични действия в спорта.** XXIV Национален научен симпозиум с международно участие “Метрология и метрологично осигуряване 2014”, 7-11 Септември 2014 г., Созопол, Сборник доклади, 329-333.

Проблемът за намиране на приложно полезни решения относно промяна в реалната конфигурация на една аналогова крива при запис на динамични действия се изследва от дълго време. В нашата изследователска дейност бе необходимо да се реши подобен казус възникнал при създаване на софтуерния продукт SpringRS във връзка с изследвания на трикомпонентна тензометрична платформа.

Целта на това изследване е да се създаде софтуерен продукт, съвместим с решаване на теоретично-приложни изисквания относно допустима неопределеност при графично представяне и разчитане на дигитализирани записи на динамични действия в спорта, получени от трикомпонентна тензометрична платформа.

Разработената апаратурна методика, адекватно софтуерно осигуряване и неопределеност при дигитализирани записи на динамични действия в спорта позволяват да бъдат извършени редица тестове и количествени критерии за количествена оценка на спортната техника при стартове, в спринтовите бягания, при лекоатлетически скокове или хвърляния в различни режими и при различни условия.

Ключови думи: *измерване, реакция на опората, тензометрична платформа, неопределеност*

24. Чалъков, М., Здр. Аракчийски. **Изследване на попаденията от сервис и ретур на елитни тенисисти.** *Спорт и наука*, кн.6, 2012, 55-61.

Основната тактическа цел на елитните тенисисти по време на игра е да принудят противника да се защитава, като същевременно ограничат неговите възможности за

отговор. Изучаването на игровия подход на елитни състезатели би повишило знанията ни за играта и ще доведе до усъвършенстване на тренировъчните методи.

Цел на настоящата работа е да се изследва разпределението на попаденията от сервис и ретур и да се сравни ефективността им чрез анализиране играта на елитни тенис-състезатели – мъже и жени.

На анализ бяха подложени видео записи на четири мача на състезатели по тенис от световния елит – по два за мъже и жени. Всяка половина на тенис корта бе разделена на 25 еднакви правоъгълника, като допълнително правоъгълниците бяха обединени така, че да се обособят “вътрешна” и “външна” зона, които се използват при интерпретацията на резултатите.

Резултатите за три мача сочат, че по отношение на директните точки от сервис, средно 73% от тях са реализирани чрез попадения във външната зона. Интересно е, че върнатите сервиси се намират сравнително равномерно в двете зони, като и тук има един мач при жените с по-различен резултат, където очаквано 68% от върнатите сервиси са във вътрешната зона. Резултатите от сравнителния анализ между мъже и жени показват, че докато мъжете сравнително равномерно връщат попадналите топки от сервис в двете зони, то жените значително по-трудно реагират на сервиси във външната зона. Също така при мъжете 73% от асовете са постигнати от външната зона, докато при жените този процент е 58%. При ретурите, разликите са в рамките на 10%.

Анализът на ретурите при загубени и спечелени разигравания сочи, че има забележима връзка между разположението на попадението и крайния резултат от разиграването. Установеното приоритетно използване на бекхенд ударите при ретурите, особено при мъжете, насочва да се обърне специално внимание на този удар и свързаните с него качества на състезателите.

Ключови думи: *тенис, сервис, ретур, корт, попадения, форхенд, бекхенд*

25. Dimitrov, V., B. Traikova, Zdr. Arakchiyski. **Comparison between planar (2D) and spatial (3D) approach to gait analysis**. VIth International Scientific Congress “Sport, Stress, Adaptation”, 17-19 May 2012, Sofia, Proceeding Book, Ith Part, Extra issue, 2912, 421-425.

(Сравнение между равнинен (2D) и пространствен (3D) кинематичен анализ на походка)

При много практически случаи цел на дадено изследване е да се измерят ставните ъгли на долните крайници по време на ходене. Тези ъгли се променят главно в сагиталната равнина. Движението в тези стави може да се наблюдава и регистрира коректно само от наблюдател, който е позициониран перпендикулярно на равнината, образувана от съответните сегменти.

Цел на настоящото изследване е оценка на въздействието на стратегиите за редукция на грешките в данните от равнинен кинематичен анализ при резултантни ротации в ставите посредством проучване на получените разлики.

Изследвани са 48 опитни лица (студенти от НСА) с нормална походка (общо 96 страни за лява и дясна) и осем патологични походки. Данните бяха анализирани за 2D и 3D регистрация и впоследствие сравнени. За регистрацията и анализа на кинематичните параметри на движението беше използвана авторска видеокомпютърна система по Аракчийски. Измерени са ставните ъгли за цялостен цикъл в тазобедрената става при флексия (екстензия) и аддукция (абдукция), в колянната става при флексия (екстензия) и в глезенната става при плантарна флексия (дорсифлексия).

Получените резултати за средната относителна % разлика за измерените параметри в дадения ред са при нормална походка 9% +/-7%, 1% +/-1%, 4% +/-2%, 13% +/-5% и при нарушена походка 28% +/-17%, 8% +/-8%, 8% +/-5%, 54% +/-120%.

При нормална походка използването на равнинна регистрация и анализ по отношение на тазобедрената и колянната стави дава задоволителни резултати, докато получените стойности за глезенната става са със значителна грешка. Тази констатация повдига сериозни въпроси относно валидността на някои данни, публикувани в литературата по този въпрос. Също така използването на 2D стратегии за анализ на походката в клинични условия, където патологията може да доведе до значително отместване от наблюдаваната равнина е неприемливо и не е препоръчително. За анализи на походка, където не може да се използва пространствена регистрация, винаги трябва да се има предвид, че 2D анализа, макар и по-прост и не толкова скъп, може да доведе до неадекватни резултати по отношение на някои структури.

Ключови думи: *видео регистрация, кинематика, походка*

26. Йотов, И., Здр. Аракчийски. **Кинематична структура на стрелбата със задна кръстосана подскочна крачка в хандбала.** Международна научна конференция “Оптимизиране на учебния процес по баскетбол, волейбол, хандбал – 2008”, *Спорт и наука*, кн.6, 2011, 11-18.

Изпълнението на стрелбата от опора след засилване от три крачки най-често се използва от изграждащите играчи (свързки и разпределители). Хвърлянето на топката от състезателя обикновено се извършва фронтално или странично. В конкретния случай е изследвана техниката на хвърляне от странично положение с отскок. По този начин се постига по- дълъг път за ускорение на хвърлящата кинематична верига и се осигурява по-висока скорост на топката. Изследвана е стрелбата със задна кръстосана подскочна крачка на висококвалифициран състезател по хандбал. Движението е регистрирано с две стандартни видеокамери с кадрова честота 25 кадъра/секунда. За обработката и

анализа на кинематичните параметри на движението е използвана авторска видеокомпютърна система по Аракчийски.

В съответствие с методологията на обучение по хандбал, движенията на състезателя са разделени на четири фази. Анализирани са вътрешно-фазовата структура на движението, линейните скорости и ускорения на ставните центрове на хвърлящия горен крайник, пръстите и топката. Дадени са съответни заключения по отношение на отделните фази и препоръки за спортната практика.

Ключови думи: *хандбал, стрелба, задна кръстосана подскочна крачка, кинематична структура*

27. Йотов, И., Здр. Аракчийски. **Хандбал, Кинематична структура на стрелбата с отскок**. Спортна Биомеханика, учебник, НСА ПРЕС, С., 2011, 214-219.

Разгледана е структурата на стрелбата с отскок в хандбала от гледна точка на методиката на обучение.

Разкрита е фазовата структура на техниката на изпълнение – дължината на крачките и максималните стойности на скоростта на седем референтни точки от кинематичната верига хандбалист – топка.

В графичен вид са представени стойностите на хоризонталните ускорения при изпълнението на хвърлянето.

Резултатите от изследването показват плавното разпределение на силовото усилие както по амплитуда, така и във времето.

Финалното ускорение на ръката достига максимална стойност $0,06 \pm 0,005$ s преди отделяне на топката от ръката.

Резултатите от изследването могат да послужат за усъвършенстване на обучението при стрелбата с отскок.

Ключови думи: *хандбал, стрелба, фази, обучение*

28. Гикова, М., Здр. Аракчийски. **Сравнителен анализ на походката при лица със синдром на даун и аутизъм**. Спорт, стрес, адаптация: Пети международен научен конгрес “Олимпийски спорт и спорт за всички”, 2010, 375-380.

В настоящата работа е извършен сравнителен анализ на кинематичните характеристики и участието на основни мускули на долен крайник при нормална походка и при пациенти с аутизъм и синдром на Даун.

Изследваните лица са мъже от 16 до 23 г. с атипичен аутизъм и синдром на Даун, като за сравнение са използвани данните за лица без увреждания с подобен ръст и тегло.

За количествена оценка на кинематичните параметри и моделиране на активността на 9 мускула на долните крайници е използвана авторска видеокомпютърна методика по Аракчийски. Определена е фазовата структура, линейната скорост и ъгловата кинематика на походките. Индиректната оценка на активността на мускулите е на основата на модел, предложен от Ferrigno и Pedotti.

Обобщените резултати от сравнителния анализ сочат основни различия в променена фазова структура на походката с удължена опорна фаза, променен темп на ходене и ниски ъгли амплитуди в ставите на долния крайник. Отчетена е характерна нестабилност на вътрешно-силовата структура с осцилации в дължината и скоростта на изменение на изследваните мускули при потопходките.

Получените количествени данни способстват за анализа на увреди в пасивната и активна част на двигателната система. Установени са изградени компенсаторни механизми за преодоляване на функционалния дефицит при походките с нарушена структура.

Ключови думи: *циклични движения, кинематичен анализ, видеокомпютърен анализ, моделиране на двигателната система*

29. Йотов, И., Здр. Аракчийски, С. Маркович, Р. Станкович. **Кинематична структура на стрелбата над рамо от опора.** Международна научна конференция 2009, Катедра "Баскетбол, Волейбол, Хандбал, Спорт и наука, извънр. брой кн.4, 2009, 3-8.

С настоящата разработка се цели да се установи влиянието на различните варианти на изнасяне на топката в подготвителната фаза (обратен замах) върху скоростта на хвърлянето. Предмет на изследването е изпълнението на хвърлянето от опора над рамо в четири варианта. Обект на изследване са двама елитни състезатели от Република Сърбия.

На базата на анализа на изпълнението на стрелба с една ръка над рамо, може да се каже, че в четирите варианта на хвърлянето е налице разлика във времето на изпълнение, в изминатия път, постигната скорост, както и във вътрешнофазовата структура при отделните моменти на включване и действие на сегментите. Те определят в значителна степен спецификата на ритъма при отделните изпълнения.

Това е важна предпоставка за оптимизиране методиката на тренировка на камшикообразното движение на ръката.

Ключови думи: *хандбал, стрелба с една ръка над рамо от опора, кинематични структури*

30. Павлова, Е., Здр. Аракчийски, Г. Узунова. **Изчисляване на PWC170 с уравнение за механичната работа при степ тест на Маргария**. Сб. Трудове от 2^{ра} научна международна конференция "Кинезиология" 2007, 18-19 Октомври 2007, Велико Търново, 2007, 159-163.

Това изследване има за цел да приложи аналитичен модел за изчисляване на външната механична работа при степ тест за оценка на PWC170, където се отчита ускорението на общия център на тежестта при отделните стъпки и установяване на неговото влияние върху стойността на PWC170. Предложеното уравнение (по Аракчийски) се използва при степ тест на Маргария (MST), подходящо модифициран за определяне на физическия работен капацитет. Стойностите на PWC170 са изчислени посредством уравнението за външната механична работа при степ тест при 54 опитни лица, изпълняващи MST. Подобни данни са представени на 4th FIEP Конгрес. В настоящето изследване стойността на PWC170 се изчислява с нов вариант на уравнението при MST за същия контингент. Сравнението на изчисления физически работен капацитет чрез двата варианта на уравнението е подходящ начин за установяване влиянието на параметъра ускорение на общия център на тежестта върху резултатите за PWC170.

Ключови думи: *степ тест на Маргария, PWC170, кинематика, външна работа*

31. Гарагунис, В., Здр. Аракчийски. **Развитие на способността за управление на движенията в училищна възраст**. *Спорт и наука*, кн.3, 2006, 87-94.

Проблемът за обучението в двигателни действия е изключително важен за периода на предучилищната и началната училищна възраст, тъй като тогава се поставят основите на човешката личност, проявяват се и се изграждат редица способности създават се навици, които остават за цял живот.

Целта на настоящето изследване е възрастовото развитие на способността за управление на движенията в начална училищна възраст и факторите, обуславящи това развитие. Обект на изследване са деца от двата пола на възраст от 7 до 12 години (I – VI клас, степен Димотико), не занимаващи се активно със спортно-състезателна дейност. На всяка възраст и пол са тествани над 95 ученици. Имайки предвид спецификата на изследвания възрастов диапазон, допълнително са проведени и ограничени изследвания за установяване тенденцията в развитието на параметрите до 17-годишна възраст. На тази основа са потърсени възможности за математическо моделиране и извод на функционални зависимости, илюстриращи по най-добър начин линията на тренда.

При анализа на резултатите, отразяващи възрастовото развитие на двигателния анализатор, се откриват две общи закономерности. Съществена разлика между

гръцките и българските ученици се разкрива в структурното изграждане на двигателните способности.

Ключови думи: *физическо възпитание, управление на движенията, обучение*

32. Гикова, М., Здр. Аракчийски. **Кинезиологичен анализ на походката при пациент с детска церебрална парализа.** *Спорт и наука*, кн.2, 2005, 50-57.

Целта на настоящата работа е да се сравнят кинематичните характеристики и да се анализира участието на мускулите на долен крайник при походка в норма и при детска церебрална парализа с помощта на видеокомпютърните методи и средства за биомеханичен анализ. Изследвани са пациент с церебрална парализа и лице с нормална походка и подобни антропометрични данни. Лицата са заснети във фас и профил със стандартна видеокамера. Нормализираните данни от II, III и IV от петте регистрирани крачки са усреднени за времето на един пълен цикъл на движение за всяко опитно лице. Анализът е извършен посредством авторска видеокомпютърна система по Аракчийски.

Получените резултати сочат, че за разлика от нормалната походка, при патологичната скъсяването на m. triceps surae във фазата на двойна опора и при двата крака започва значително по рано и с много по-малка амплитуда. Измененията в амплитудата на екстензорите на ходилото (m.tibialis anterior) са много по-малки при патологичната походка и при двата крайника. В случая при десния крайник в края на маховата фаза има скъсяване, вместо удължаване. За да се компенсират намалените амплитуда и скорост на съкращение на мускулите, както и намаления ъгъл на движение в ставите, по силно изразени в дясно, е скъсено времето на опорната фаза на десния крак.

Получените количествени данни могат да се използват за прецизиране и индивидуализиране на кинезитерапевтичната програма и за избор на най-подходящ двигателен режим.

Ключови думи: *походка, детска церебрална парализа, видеокомпютърен анализ*

33. Стефанов, Здр., М. Гикова, Р. Дамянова, Здр. Аракчийски, Цв. Добрева. **Функционално – анатомични предпоставки за травматизъм при голфа.** *Спорт, Общество, Образование*, том 9, НСА ПРЕС, С. 2004, 516-523.

Целта на проучването е да се изяснят терминологично характеристиките на функционално-анатомичните предпоставки за получаване на характерните травми при голфа, като по този начин се очертаят основните насоки за тяхната превенция и профилактика. Анализът е извършен по литературни данни, собствен видеоматериал и

експертната им оценка. Направените изводи и препоръки са адресирани към всички любители на този сравнително нов спорт у нас.

Ключови думи: *спортни травми, опорно-двигателен апарат, голф, анатомо-функционален анализ*

34. Гикова, М., Здр. Аракчийски. **Видео-компютърен анатомо-функционален анализ на походката при *pes equines paraliticus***. *Спорт, Общество, Образование*, том 9, НСА ПРЕС, С. 2004, 508-515.

Анатомо-функционалният и биомеханичният анализ на походката при различни увреди на опорно-двигателния апарат е изключително актуален с оглед на създаване на адекватни кинезитерапевтични програми за бързо възстановяване на локомоцията. Използването на количествени методи дава възможност за индивидуализация на подхода при всеки отделен пациент и е необходим етап при поставянето и настройката на протези и ортези на долния крайник.

Цел на настоящата работа е да се сравнят и анализират кинематичните характеристики на походката в норма и при *pes equines paraliticus (valgus)* с помощта на видеокомпютърните методи и средства за биомеханичен анализ като използваме наш програмен продукт.

Използваната от нас методика (по Аракчийски) позволява компютърно моделиране на измененията в пасивната и активна част на двигателния апарат. Беше оценена индиректно активността на 9 мускула чрез софтуерен модул на системата на основата на модел, предложен от Ferrigno and Pedotti.

Получените резултати сочат асиметрия в алтернативните стъпки при патологичната походка без помощно средство, характеризираща се с по-къса лява стъпка и коефициент на несиметрия 0.83, спрямо 0,92 за нормалната походка и 1,02 с бастун. Наблюдава се определено дефазирание в работата на основните мускулни групи, отговорни за движението на долните крайници и скоростта на тяхното съкращаване. Регистрирани са измененията в работата на 9 мускули при норма и при *pes equinus dextra* на ляв и десен долен крайник със и без използване на подлакътен бастун. При използването на подлакътен бастун с най-голяма амплитуда са измененията в опорната фаза, а най-голямо скъсяване се наблюдава в маховата фаза.

Използваното помощно средство в този случай не води до промяна в дължината на крачката, но изравнява дължината на стъпката за двата крака, увеличава продължителността на фазите на движение, вследствие на което темпът и скоростта на ходене намаляват значително, компенсира се скъсяването на крайника и се намаляват вертикалните и странични осцилации на туловището и ОЦГ.

Ключови думи: *биомеханичен анализ на патопходка, кинематика, локомоция*

35. Гикова, М., Здр. Аракчийски. **Кинезиологичен анализ на походката при пациент с квадрипирамиден синдром**. Сб. ст. III международен научен конгрес "Спорт, стрес, адаптация", Тип-топ прес, С. 2004, 217-221.

Анализът на локомоциите в норма и патология представлява самостоятелно направление в кинезиологията и патокинезиологията. Проблемът за точен анатомо-функционален и биомеханичен анализ на походката при различни неврологични увреди е изключително актуален с оглед на създаване на адекватни кинезитерапевтични програми за бързо функционално възстановяване. Използването на количествени методи дава възможност за индивидуализация на подхода при всеки отделен пациент.

Ето защо поставената цел в публикацията е сравняване на кинематичните характеристики на походката в норма и при пациент след травма в областта на гръбначния стълб в детска възраст с неустановена диагноза и с прогресиращи прояви на квадрипирамиден синдром.

Използвана е авторска видеокомпютърна методика (по Аракчийски) за определяне на кинематичните характеристики при ходене. Направен е сравнителен анализ между опитни лица с нормална походка и изследвания пациент. На базата на получената количествена оценка е представен патокинезиологичен анализ на измененията в активността на 9 мускула и пасивната част на двигателния апарат

Данните от изследването могат да бъдат използвани както за индивидуализация на подхода при изготвяне на кинезитерапевтичната програма, така и за прецизиране на използваните ортези.

Ключови думи: *кинезиология, кинематичен анализ, видеокомпютърен анализ*

36. Гикова, М., Здр. Аракчийски. **Видеокомпютърен анатомо-функционален анализ на походката при пациент с ДЦП**. Сб. ст. 1^{-ва} научна международна конференция "Кинезиология" 2003, 14-та Научна конференция по спортна медицина и кинезитерапия, Юбилеен симпозиум "50 години БНД по сп. Медицина и КТ", 25-27 септември 2003, Велико Търново, *Спорт и наука*, Приложение към кн.3, 2004, 155-159.

Поставената цел в настоящата работа е да се сравни и анализира участието на мускулите на долен крайник при походка в норма и при ДЦП с помощта на видеокомпютърните методи и средства за биомеханичен анализ. Изследвани са пациент с церебрална парализа и опитно лице без увреди с подобни антропометрични параметри. Използвана е оригинална видеокомпютърна система (по Аракчийски) за компютърно моделиране и индиректна оценка на активността на 9 мускула на долните крайници – m. gluteus maximus, m. semimembranosus, m. semitendinosus, m. biceps

femoris, m. rectus femoris, m. vastus lateralis, m. gastrocnemius и m. soleus чрез софтуерен модул на системата на базата на модела, предложен от Ferrigno и Pedotti.

Установено е определено дефазиране в работата на основните мускулни групи, отговорни за движението на долните крайници и скоростта на тяхното съкращаване. По отношение на маховата фаза липсва двугърбата крива на скъсяване, а в опорната фаза - осцилациите на скоростта на изменение на дължината на m.gluteus maximus. M. biceps femoris е скъсен при левия крак в опит да се увеличи екстензията в тазобедрената става и да се намали вътрешната ротация на подбедрицата. За разлика от нормалната походка, при патологичната скъсяването на m. triceps surae във фазата на двойна опора и при двата крака започва значително по рано и с много по-малка амплитуда. За да се компенсират намалените амплитуда и скорост на съкращение на мускулите, както и намаления ъгъл на движение в ставите, по силно изразени в дясно, е скъсено времето на опорната фаза на десния крак. Спастичността е най-изразена при мускулите от задната група на бедрото, m. triceps surae и m.tibialis anterior.

Ключови думи: *патокинезиология, походка, видеокомпютърен анализ*

37. Аракчийски, Здр., М. Гикова. **Кинематични особености на походката при пациент с ДЦП.** Сб. ст. 1^{-ва} научна международна конференция "Кинезиология" 2003, 14-та Научна конференция по спортна медицина и кинезитерапия, Юбилеен симпозиум "50 години БНД по сп. Медицина и КТ", 25-27 септември 2003, Велико Търново, *Спорт и наука*, Приложение към кн.3, 2004, 149-154.

Самостоятелно направление в кинезиологията заема анализа на походката на човека в норма и патология. Количественото измерване параметрите на походката е необходим етап за създаване на адекватни кинезитерапевтични програми за функционално възстановяване на тази естествена локомоция и при поставянето и настройката на протези и ортези на долния крайник.

Цел на настоящето изследване е сравняване на кинематичните характеристики на походката в норма и при пациент с ДЦП с помощта на видеокомпютърните методи и средства за биомеханичен анализ. В качеството на опитни лица са регистрирани кинематичните параметри на мъж с ръст 172 см, тегло 60 кг с ДЦП и лице с нормална походка с подобен ръст и тегло. Регистрацията е осъществена чрез заснемане на движението във фас и профил със стандартна видеокамера с каданс 25 кадъра/сек. Използваната авторска видеокомпютърна система и методика (по Аракчийски) позволява компютърно моделиране с оглед оценка на измененията в пасивната и активна част на двигателния апарат.

Получените резултати сочат, че патологичната походка се характеризира с много по-дълга опорна фаза и въпреки значително по-късата дясна стъпка,

коэффициентите на несиметрия между лява и дясна страна имат стойности много близки до нормалните. Регистрирани са също така и значителни различия в съотношението между продължителността на опорната и летящата фази. Докато при нормалната походка времетраенето на летящата фаза е около 60% спрямо опорната, то при походката с ДЦП опорната фаза е повече от два пъти по-дълга от безопорната. Получените резултати дават ясна представа за нарушенията в кинематичната структура на движението с ДЦП и са характерни за този вид заболяване. При този случай максималния ъгъл в колянната става на десния крак е с близо 30 градуса по-малък спрямо нормална походка, което определя почти два пъти по-малкия му диапазон. Този факт вероятно се дължи на спастичността на флексорите и води до липса на възможност за пълна екстензия в колянната става.

Обобщавайки получените резултати може да се каже, че кинематичните особености на изследваната походка с ДЦП се характеризират с нарушена фазова структура на движението, ниска линейна скорост и темп на придвижване и значителни различия в ъгловата кинематика. Резултатите могат да послужат и като база за сравнение при други случаи с ДЦП.

Ключови думи: *патокинезиология, походка в норма, пациент с ДЦП, кинематични характеристики*

38. Стефанов, Здр., Здр. Аракчийски. **Сравнителен функционално-анатомичен анализ на битуро чаги**. *Спорт, Общество, Образование*, том 6, НСА ПРЕС, С., 2004, 448-454.

В представения доклад е разгледана функционално-анатомичната характеристика на техниката битуро чаги в таекуондо. Целта на настоящето изследване е да се установят структурите на двигателния апарат, използвани за повишаване на ефективността на техниката битуро чаги, което да послужи като база за оптимизиране на тренировъчния процес. Посредством видеокомпютърна система е регистрирано изпълнението на майстор VII дан и сравнено с изпълненията на състезатели от III и II дан. Основно са анализирани отговорните мускулни групи, реализиращи движението. Определена е линейната и ъглова кинематика на звената по време на изпълненията.

Получените резултати водят до извода, че по-голям размер на движение в тазобедрената става се постига вследствие на повишена еластичност на статичния стабилизиращ апарат и по-късното включване на мускулите антагонисти на външната ротация в тазобедрената става. Също така способността на късите мускули около тазобедрената става, които предимно имат стабилизираща функция, да реализират външна ротация със значителна сила. Основна практическа препоръка е създаване на специализирана методика на тренировка, целяща увеличаване размера на външната ротация и на динамичната сила на късите мускули около тазобедрената става.

Ключови думи: *кинематика, мускулна функция, таекуондо*

39. Савова, Н., Здр. Аракчийски, Н. Димитрова. **Аспекти на ритмичната структура при балистични движения.** *Спорт, Общество, Образование*, том 6, НСА ПРЕС, С., 2004, 407-413.

При балистичните движения целта на двигателната задача е крайното звено от кинематичната верига да достигне максимално голяма скорост. В различните спортни дисциплини тази задача е съпроводена и с преодоляване на допълнителни инерчни сили. В най-чист вид, поради изискване на стила, този род двигателни действия се изпълняват в таекуондо (отсъствие на ротации на торса и глобални премествания на ОЦТ).

Целта на настоящата разработка е да се усъвършенства ритмичната структура в междумускулната координация агонисти-антагонисти с оглед биомеханична целесъобразност на двигателното действие. С цел да се получи количествена оценка на техническия компонент при формирането на взривната сила е осъществен експеримент, в който основното двигателно действие прав удар с удобната ръка бе изпълнявано в различни комбинации (ситуативно) с определени предхождащи и завършващи действия, поставящи изисквания към различен вид регионални и глобални премествания на двигателния апарат. Регистрирана е кинематичната структура, най-вече в поведението на характеристиките на ускорението, посредством видеокомпютърна методика за оценка и анализ на кинематичната структура.

Функционално-анатомичният и биомеханичният анализ на целевата функция на двигателното действие очертава двигателна задача, имаща пряка връзка с понятието взривна сила.

Ключови думи: *кинематика, управление на движенията, междумускулна координация*

40. Аракчийски, Здр., М. Гикова. **Кинематични особености на походката при артродеза на тазобедрената става.** *Спорт, Общество, Образование*, том 8, НСА ПРЕС, С., 2003, 581-588.

Проблемът за точен анатомо-функционален и биомеханичен анализ на походката при различни увреди на опорно-двигателния апарат е изключително актуален с оглед на създаване на адекватни кинезитерапевтични програми за бързо възстановяване на локомоцията. Използването на количествени методи дава възможност за индивидуализация на подхода при всеки отделен пациент.

Цел на настоящето изследване е сравняване на кинематичните характеристики на походката в норма и при артродеза на тазобедрената става със скъсяване на увредения крайник. Направен е сравнителен анализ между опитни лица без увреди на двигателния апарат и с артродеза на тазобедрена става след прекаран специфичен коксит.

Използвана е авторска видеокомпютърна методика (по Аракчийски) за определяне на кинематичните характеристики при ходене. Активността на 9 групи мускули, определящи движението на долните крайници, е оценена индиректно чрез софтуерен модул на системата на основата на модел, предложен от Ferrigno and Pedotti. Нормализираните данни от средните три регистрирани крачки са усреднени за времето на един пълен цикъл на движение за всяко опитно лице. На базата на получената количествена оценка е представен патокинезиологичен анализ на измененията в пасивната и активна част на двигателния апарат.

Характерно за кинематиката на походката е асиметрията в алтернативните стъпки при патологичната походка, характеризираща се с по-къса лява стъпка и коефициент на несиметрия 0.86, спрямо 0.92 за нормалната походка. Ограничената степен на свобода в тазобедрената става на увредения крак води до три пъти по-ниска стойност на диапазона на изменение на ставния ъгъл спрямо другия крак и нормална походка. Ясно се забелязва във времето дефазираното изменение на дължината на съответните мускули, както и по-високата максимална стойност за левия крак, съответстваща на по-големия ставен ъгъл в края на опорната фаза. По този начин се компенсира скъсяването на крайника. По време на маховата фаза на здравия крак в тазобедрената става на увредения крайник се наблюдават компенсаторни осцилации от флексия в екстензия в колянната става поради липса на движение в тазобедрената става и наличието на флексивна контрактура. Целта е стабилизиране скоростта на ходене чрез повишаване ъгловата скорост на здравия крак.

Получените количествени данни могат да се използват за прецизиране на настройката на ортезните средства (в нашия случай - подложки), индивидуално при всеки клиничен случай.

Ключови думи: *походка, кинематични характеристики, анкилоза, патокинезиология*

41. Миндов, Т., Здр. Аракчийски, Ив. Абаджиев. **Кинематична структура на съвременните тежкоатлетически упражнения.** *Спорт, Общество, Образование*, том 5, НСА ПРЕС, С., 2002, 344-353.

Качественият и количествен биомеханичен анализ на кинематичните характеристики по време на тренировъчния процес, а също така и по време на

състезание се явяват мощно средство за управление и усъвършенстване на индивидуалната спортна техника.

Целта на настоящата публикация е изследване на външната (кинематична) структура на упражнението изхвърляне, представена от времевите, пространствено-времевите и пространствени характеристики както на уреда, така и на характерни точки от кинематичната система на тежкоатлета. Анализирани са успешните опити при максимални тежести на 24 български и чуждестранни тежкоатлети чрез анализ на видеоматериал от официални състезания по вдигане на тежести. Видеокинематичният анализ е направен въз основа на утвърдената фазова структура на упражнението, което се състои от три фази – теглене, изтегляне и подсед, като всяка фаза се състои от две части. За целта е използвана видеокомпютърна система за биомеханичен анализ (по Аракчийски). За всеки опит е регистрирана височината, на която щангата достига максимална скорост и максималната височина, достигната от уреда във втората фаза на изтеглянето. От траекторията на щангата е получен ъгълът, под който в момента на изтеглянето уреда се отклонява напред от тялото на тежкоатлета. Динамичен старт реализират 52% от състезателите. Регистрираните стойности през фазата на тегленето за V_y са $(1,45 \pm 0,16 \text{ m/s})$. Амплитудното движение на таза и раменния пояс в края на подрива най-точно се характеризира от ъгъла, минаващ през вертикала на тазобедрените стави, със стойност 22 ± 6 градуса. Установена е загубата на характерната за по-рано S-образност на траекторията и минималните ѝ изкривявания в предно-задно направление, които показват минимална загуба на вертикална скорост.

Основна тенденция в развитието на кинематичните характеристики е увеличаване на базисната скорост в първа фаза и максималната скорост, реализирана в края на втора фаза.

Ключови думи: *тежка атлетика, видеокомпютърен анализ, биомеханичен анализ, кинематична структура, обучение*