

KVALIFICĒTU SVARCĒLĀJU KUSTĪBU STRUKTŪRAS IZPĒTE RAUŠANĀ UN GRŪŠANĀ AR BIOMEHĀNISKO KOMPONENTU MODELĒŠANAS PALĪDZĪBU

Research Of The Movement Structure Of The Qualified Weightlifters In The Snatch And The Clean And Jerk Taking Into Account Modelling Of Biomechanical Components

Valentin Oļeško

Ukrainas Nacionālā fiziskās kultūras un sporta universitāte, Ukraina

Artjom Ivanov

Krimas Federālā universitāte, Ukraina

Leonīds Čupriks

Aleksandra Čuprika

Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmija, Latvija

Abstract. *The research was conducted during the training process of Ukrainian, Russian and Latvian weightlifters and their participation in international competitions (the World and European Championships). The aim of the current study was to identify qualified weightlifters movements development regularities snatch and clean and jerk through the biomechanical component modelling. A total of 442 qualified weightlifters participated in the research: 242 male weightlifters and 200 female weightlifters. All athletes were divided into three groups according to their weight category: male weightlifters: Ist group – 56–69 kg; IInd group – 77–94 kg; IIIrd group – 105 and +105 kg; female weightlifters: Ist group – 48-58 kg; IInd group – 63-69 kg; IIIrd group – 75 and +75 kg. Obtaining the biomechanical parameters of technical training of the qualified weightlifters in the snatch and the clean and jerk during the competitions, biodynamic and biokinematic complex of movement parameters of the interaction between the athletes and the barbell was examined using the electro-optical complex „Weightlifting analyzer 3.0“, produced in Germany.*

In all weight categories in the final acceleration phase (F_{3FAP}) and supported squat phase (F_{4SSP}) the best efforts in the snatch are made by female weightlifters, although they lift considerably less weight of loads (by 15–25 %) than male weightlifters. In the first group of weight categories the parameters differ by 1,4 and 4,2 % ($p \leq 0,005$), in the second group of weight categories – by 8,9 and 3,9 % ($p \leq 0,005$), however in the third group of weight categories differences were only observed in the final acceleration phase (F_{3FAP}) – by 3,7 % ($p \leq 0,005$). The results of the research show that in the instant of the first application of the maximum force (v_{F1}) females develop higher speed of the barbell than males (by 44,0 %). The same tendency is observed in the instant of the maximum knee extension (v_{MAXKE}) – in this phase the vertical speed of the barbell among female weightlifters is by 4,5 % ($p \leq 0,05$)

higher than among male weightlifters. Females of the Ist and the IIIrd group of weight categories achieve the best results in the final acceleration phase (v_{MAX}) – they are by 6,8 and 5,4 % ($p \leq 0,05$) higher than the same parameters of males of the Ist and the IInd group of weight categories. Significant differences have been also observed in biomechanical parameters of the barbell's movement among representatives of different genders and weight categories. Moreover, in the Ist group of weight categories differences mainly exist in the preliminary squat phase ($h_{PR.SQ.}$), when female parameters are by 4,5 % higher than male parameters; in the instant of the attainment of the maximum height of the barbells' displacement (h_{MAX}) they are by 7,5 % higher respectively; the amount of force in the process of interaction between the athletes and the barbell in the active braking phase (F_{ABP}) is by 5,3 % bigger respectively. In the IInd group essential differences appeared in the vertical displacement of the barbell in the instant of the attainment of the maximum height (h_{MAX}), female parameters are by 7,3 % higher than male parameters; in the supported squat phase ($h_{SQUAT.}$) the opposite tendency can be observed as parameters among males are by 47,8 % higher than female parameters; the amount of force applied to the barbell in the supported squat phase (F_{SSP}) among females are by 3,4 % higher than among males. In the IIIrd group significant differences are noticed in the vertical displacement of the barbell in the instant of the attainment of the maximum height (h_{MAX}), female parameters are by 6,5 % better than male parameters; the amount of force in the process of interaction between the athletes and the barbell in the active braking phase (F_{ABP}) among females is by 5,7 % higher than among males.

Thus biomechanical parameter changes of the execution technique of competitive exercises in the clean and jerk among the weightlifters of different gender and weight categories show more than 62,5 % of differences in respect of biodynamic and biokinematic (speed and spatial) parameters of support interaction of the athletes. In spite of the same phase structure of the exercises, movements of the first method of the clean and jerk considerably differ from the similar parameters of the snatch technique. This indicates individualisation of model parameter formation of technical training of the qualified athletes, performing competitive exercises within the certain group of weight categories, taking into consideration gender differences.

Keywords: athlete's qualification barbell speed, clean and jerk push, phases, snatch, time, vertical speed, weightlifting.

Ievads Introduction

Mūsdienu sporta prakse, pastiprināta sporta komercializācija un profesionalizācija, kā arī pastāvīgi pieaugošā sociāli politiskā smagatlētu panākumu nozīme starptautiskajā arēnā ir galvenie trenēšanās procesa un sacensību darbības intensifikācijas faktori. Turklāt šie faktori mudina meklēt veidus, kā uzlabot sportistu rezultātus un kā dažādās valstīs izveidot efektīvu sportistu tehniskās sagatavotības sistēmu. Vairāku valstu pazīstamākie zinātnieki, kas ir pētījuši problēmu saistībā ar sportistu tehniskās sagatavotības sistēmas pilnveidošanu, izmantojot mūsdienu inovatīvos sagatavotības modelēšanas un kontroles līdzekļus, savos pētījumos apgalvo, ka pasaules

līmeņa rezultātus spēj sasniegt tikai talantīgi sportisti, kuros ir iedzimta tieksme maksimāli realizēt savas spējas izvēlēto disciplīnu sacensībās. (Бернштейн, 1947; Гавердовський, 2007; Лапутін et al., 2001; Матвеев, 2010; Платонов, 2015; Шалманов et al., 2012).

Speciālisti uzskata, ka augsto sasniegumu sportā gūtās teorētiskās zināšanas un praktiskie materiāli par sportistu tehniskās sagatavotības pilnveidošanas problēmu jāturpina uzlabot un papildināt arī svarcelšanas sportā, kas ir viens no Olimpisko spēļu sporta veidiem. Pastāvošajā zinātniska sistēmā jāiekļauj gan personiskie vispārinājumi, gan jaunākie teorētiskie prakses materiāli, t.i., mūsdienu paņēmieni sportistu tehnisko darbību modelēšanā atkarībā no viņu specializācijas, dzimuma, vecuma un morfoloģiskajām īpatnībām.

Sportistu tehniskās sagatavotības pilnveidošanas problēmu dažādās svarcelšanas disciplīnās ir pētījuši daudzi pasauleslaveni speciālisti. Lielākā daļa pētījumu ir veikta Krievijā (Иванов, 2013; Кожекин, 1998; Корнилов, 2010; Медведев, 1997; Полетаев, 2006), Ukrainā (Антонюк, 2012; Гамалий, 2007; Мочернюк, 2013; Олешко, 2014; Пуцов et al., 2012; Oleshko, 2013), kā arī tādās valstīs kā ASV (Garhammer, 2001; Garhammer & Komi, 1998), Spānija (Полетаев et al., 2005; Campos et al., 2006), Japāna (Isaka et al., 1996; Okada et al., 2008), Grieķija (Gourgoulis et al., 2002, 2004) un Ķīna (Yang et al., 2000).

Krievu speciālistu vidū izceļas S.J. Te (2009), kas ir pētījis dažāda ķermeņa uzbūves tipa svarcēlāju tehniskās meistarības pilnveidošanas metodiku. Krievu speciālists P.A. Poļetajevs kopā ar zinātniekiem no Spānijas H. Kamposu un A. Kvestoju (2005) ir pētījis sieviešu-svarcēlāju individuālos raušanas tehnikas modeļus. Speciāliste no Malahovkas FKSI A.M. Maļutina (2008) ir pētījusi kvalificētu sieviešu-svarcēlāju raušanas tehnikas ritmisko laika struktūru.

Sacensību vingrinājumu izpildes tehnikas pilnveidošanas parametru optimizācijas meklējumus turpināja ukraiņu zinātnieki un svarcelšanas pārstāvji S.A. Pucovs (2012), A.V. Antoņuks (2012), A.V. Ivanovs (2013), A.F. Tovstonogs (2012), V.B. Močerņuks (2013) un citi.

ASV zinātnisko pētījumu skolu, kur pēta svarcēlāju tehnisko sagatavotību, pārstāv Kalifornijas Valsts universitātes biomehānikas laboratorijas doktors Dž. Garhamers (2001, 1998), kurš ir pētījis vingrinājumu tehnikas biomehāniskos rādītājus abu dzimumu svarcēlāju vidū. Viņš pirmo reizi ASV vēsturē izmantoja stieņa kustības tehnikas analīzi trīsdimensiju telpā, izmantojot trīs videokameras, kas noteica sieviešu antropometrisko datu ietekmi uz stieņa kustības trajektoriju. Citi pazīstamāko ASV universitāšu amerikāņu speciālisti – L. Donalds, M. Kevins, K. Braians, Dž. Karloze (2006) – ir pētījuši desmit augstas kvalifikācijas sieviešu-svarcēlāju raušanas tehniku.

Speciālisti no Japānas T. Isaka, J. Okada un F. Kadzuo (1996) un speciālisti no Ķīnas C. Jangs, V. Lī un Z. Gū (2000) arī ir pētījuši raušanas tehnikas

variabilitāti, reģistrējot stieņa kustības trajektoriju abu dzimumu un dažādu svara kategoriju grupu svarcēlāju vidū.

Zinātnieki no Grieķijas V. Gurgulis, N. Agelulis, G. Mavromatis un A. Garas (2002, 2004) ar mūsdienu reģistrējošās aparatūras palīdzību ir pētījuši 12 sieviešu-svarcēlāju vingrinājumu tehniku trīsdimensiju telpā.

Doktors A. Urso (2011), speciālists no Itālijas, savā monogrāfijā „Weightlifting Sport for All Sports“ ir veicis svarcēlāju-olimpiešu kustību tehnikas biomehānisko analīzi, ņemot vērā padomju laika svarcelšanas speciālistu darba pieredzi.

Turcijas pārstāvis E. Harbili (2012) no Selčukas universitātes ir pētījis vienas svara kategoriju grupas abu dzimumu svarcēlāju raušanas tehnikas pamatus.

Līdz ar to problēma saistībā ar kvalificētu svarcēlāju tehniskās sagatavotības efektivitātes uzlabošanu, meklējot papildu rezerves komponentu modelēšanas sistēmā, nav pietiekami labi izpētīta, lai gan šai problēmai jau sen ir pievērsuši uzmanību speciālisti no dažādām valstīm. Lielākā daļa pētījumu ir veikta, pamatojoties uz teoriju par sportistu kustību veidošanu un pārvaldību ar tehnisko kontroles līdzekļu palīdzību (Гамалий & Островский, 2011; Корнилов, 2010; Медведев, 1997; Олешко, 2011; Garhammer, 2001); kā arī pamatojoties uz pētījumiem par tehniskās sagatavotības pilnveidošanas sistēmu svarcelšanā, izmantojot komponentu modelēšanas rādītājus (Кожекин, 1998; Олешко, 2014; Роман, 1986; Те, 2009; Товстоног, 2012).

Minētie pētījumi un izskatītās problēmas liecina, ka svarcēlāju sportiskās sagatavotības teorijā un praksē ir uzkrāts liels zinātnisko zināšanu apjoms, ko ne vienmēr iekļāva vienotā sportistu tehniskās sagatavotības pilnveidošanas sistēmā un kas bija organiski saistīts ar daudzgadējas pilnveidošanas posmiem. Daži šī procesa veidošanās atzinumi nebija saskanīgi vai ietvēra sevī dažādus praktiskos materiālus attiecībā uz noteiktu vecuma grupu, dzimumu vai sportistu kvalifikāciju, kas apgrūtināja ar šo problēmu saistīto zināšanu vienotas sistēmas izveidi.

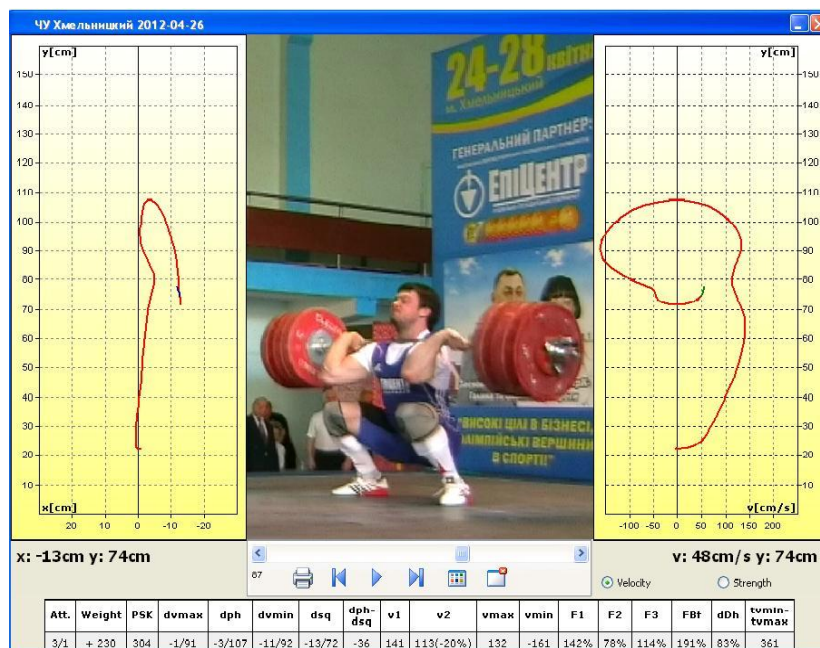
Šī kopaina parāda, ka ir nepieciešams sistematizēt gūtās zināšanas par kvalificētu svarcēlāju tehniskās sagatavotības sistēmas optimizāciju daudzgadējos pilnveidošanas posmos, izmantojot mūsdienu inovatīvos tehnisko darbību pamatkomponentu modelēšanas un kontroles līdzekļus atkarībā no atlētu specializācijas, dzimuma, vecuma un morfoloģiskajām īpatnībām. Mūsu darba mērķis bija noteikt kvalificētu svarcēlāju kustību pilnveidošanas likumsakarību raušanā un grūšanā, izmantojot biomehānisko komponentu modelēšanu.

Metodika Methods

Mūsu pētījuma tika pielietotas sekojošas metodes: teorētiskā analīze un speciālās zinātniski pētnieciskās literatūras apkopošana, praktiskā darba pieredzes apkopošana un dokumentālo materiālu analīze, sintēze, abstrahēšana un analogija; pedagoģiskie novērojumi, morfoloģiskie paņēmieni (antropometrija, elektroniskā kalipometrija); rīka kustības reģistrācijas optoelektroniskais paņēmiens; biomehāniskā videokompjūteranalīze; pedagoģiskā kontrole, matemātiskā modelēšana; pedagoģiskais eksperiments; matemātiskās statistikas metodes.

Pētnieciskās darbības tika veiktas Ukrainas Nacionālās Fiziskās kultūras un sporta universitātes Zinātniski pētnieciskajā institūtā, kā arī sportistu olimpiskās sagatavošanas centros, kas atrodas tādās pilsētās kā Koktebeļa, Feodosija un Čerņigova. Izpēte tika veikta Ukrainas, Krievijas un Latvijas svarcēlāju mācību un treniņu procesa, kā arī starptautisku sacensību laikā (Pasaules un Eiropas čempionātos).

Pētījumā piedalījās 442 kvalificēti svarcēlāji: 242 vīrieši un 200 sievietes. Visi sportisti bija sadalīti dažādās svara kategoriju grupās: vīrieši: I grupa – 56–69 kg; II grupa – 77–94 kg; III grupa – 105 un +105 kg; sievietes: I grupa – 48–58 kg; II grupa – 63–69 kg; III grupa – 75 un +75 kg.

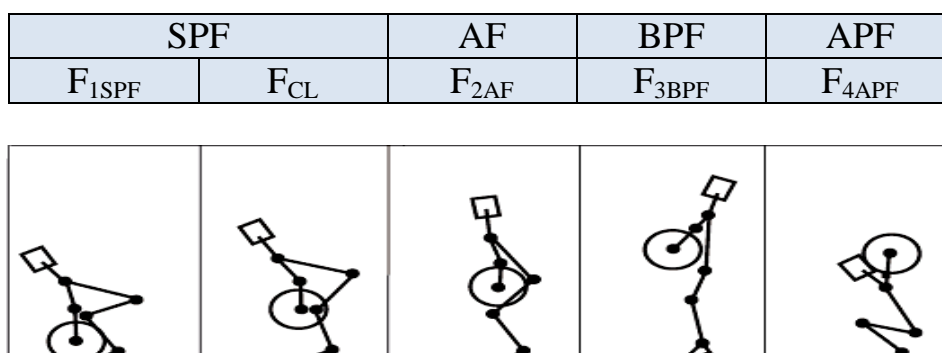


1.att. Datorprogrammas „Weightlifting-analyzer 3.0“ fragments: kreisā puse – stieņa kustības trajektorija (x – novirzes no vertikāles, cm; y – stieņa pārvietojuma lielums, h, cm); labā puse – stieņa kustības vertikālais ātrums (v, m·c⁻¹)

Fig. 1 A fragment of the computer programme „Weightlifting-analyzer 3.0“

Sacensību laikā gūstot kvalificētu svarcēlāju tehniskās sagatavotības biomehāniskos rādītājus raušanā un grūšanā, tika izskatīts sportistu mijiedarbības ar stieni kustību biodinamisko un biokinemātisko rādītāju komplekss, izmantojot Vācijā ražotu optoelektronisko kompleksu „Weightlifting analyzer 3.0“ (1. att.).

Izmantojot optoelektronisko programmu, raušanā un grūšana gūto dinamisko, ātruma un telpisko kustības rādītāju reģistrācija un modelēšana tika veikta vairākās kustības pamatfāzēs: sākuma paātrinājums (SPF), amortizācija (AF), beigu paātrinājums (BPF) un atbalsta pietupiens (APF) (2 un 3. att.).



2.att. Stieņa raušanas tehnikas fāžu struktūra
 Fig. 2 The phase structure of the snatch technique

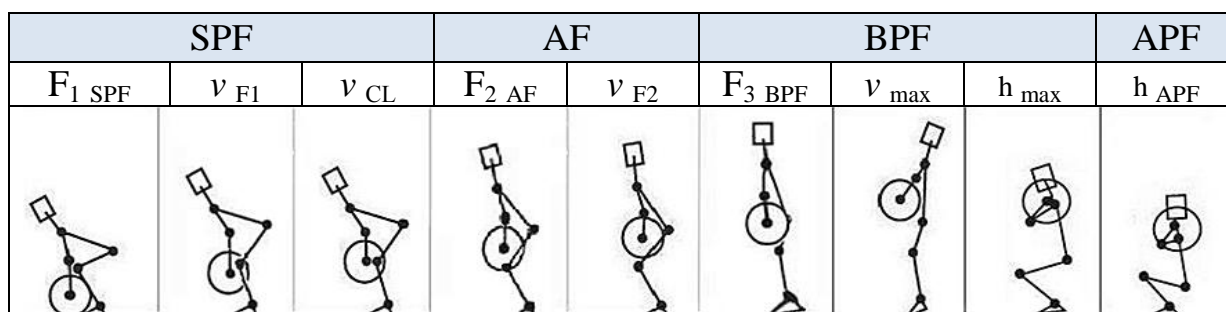
$F_{1 SPF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku sākuma paātrinājuma fāzē;

F_{CL} – spēka fāze, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku pirmajā kāju iztaisnošanas maksimuma momentā;

$F_{2 AF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku amortizācijas fāzē;

$F_{3 BPF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku beigu paātrinājuma fāzē;

$F_{4 APF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku atbalsta pietupiena fāzē.



3.att. Pirmā stieņa grūšanas tehnikas paņēmiena fāžu struktūra
 Fig. 3 The phase structure of the first method of the clean and jerk technique

$F_{1\ SPF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku sākuma paātrinājuma fāzē;

v_{F1} – stieņa kustības ātrums pirmajā piepūles maksimuma momentā sākuma paātrinājuma fāzē;

v_{CL} – stieņa kustības ātrums pirmajā kāju iztaisnošanas maksimuma momentā sākuma paātrinājuma fāzē;

$F_{2\ AF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku amortizācijas fāzē;

v_{F2} – stieņa kustības ātrums piepūles maksimuma momentā amortizācijas fāzē;

$F_{3\ BPF}$ – spēka moments, sportistiem mijiedarbojoties ar rīku beigu paātrinājuma fāzē;

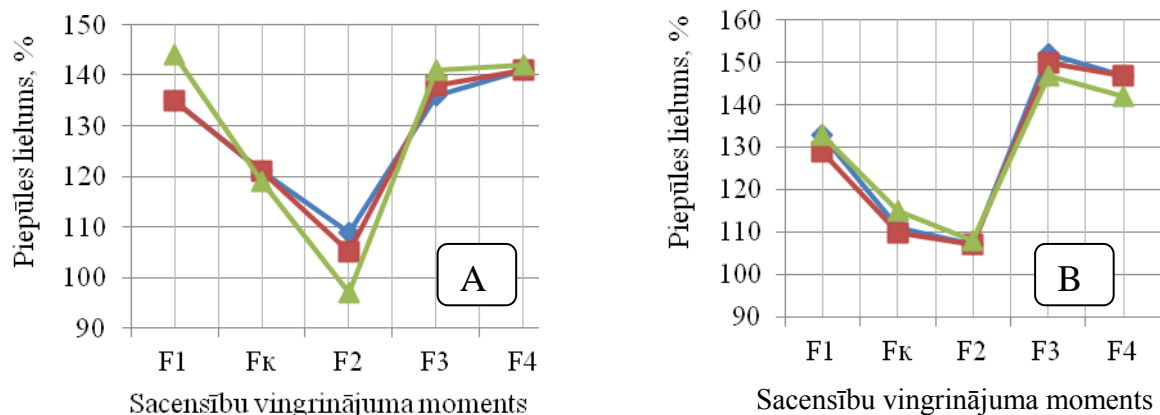
v_{MAX} – stieņa kustības maksimālais ātrums beigu paātrinājuma fāzē;

h_{MAX} – stieņa maksimālā pārvietojuma sasniegšanas moments beigu paātrinājuma fāzē (izteikts procentos atkarībā no ķermeņa garuma);

h_{APF} – stieņa fiksācijas moments atbalsta pietupiena fāzē (izteikts procentos atkarībā no ķermeņa garuma).

Rezultāti Results

Abu dzimumu sportistu raušanas atbalsta fāzēs gūto biodinamisko spēka rādītāju salīdzināmās analīzes rezultāti liecina (att. 4), ka visās svara kategorijās beigu paātrinājuma fāzē (F_{3BPF}) un atbalsta pietupiena fāzē (F_{4APF}) vislielākās pūles stieņa raušanā pieliek sievietes, lai gan viņas ceļ ievērojami mazāku apsmagojuma svaru (par 15–25 %) nekā vīrieši.



4.att. Kvalificētu svarcēlāju piepūles izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes), viņiem mijiedarbojoties ar rīku raušanas kustības struktūrā

— I grupas atlēti; — II grupas atlēti; — III grupas atlēti

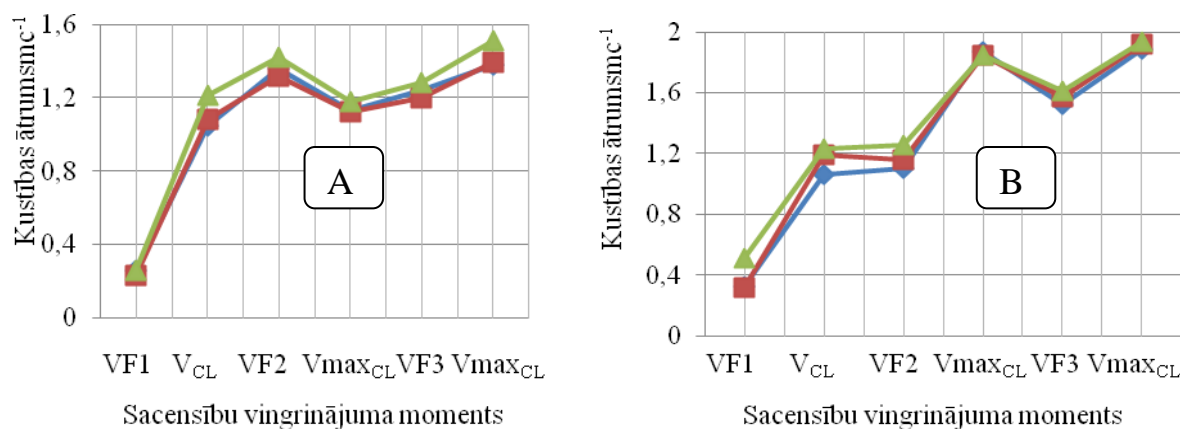
Fig. 4 Force changes of the qualified weightlifters in the process of interaction between them and the barbell in the structure of the snatch

Pirmajā svara kategoriju grupā rādītāji atšķiras par 11,4 un 4,2 % ($p \leq 0,005$), otrajā svara kategoriju grupā – par 8,9 un 3,9 % ($p \leq 0,005$), taču trešajā svara kategoriju grupā atšķirības tika noteiktas tikai beigu paātrinājuma fāzē ($F_{3\ BPF}$) – par 3,7 % ($p \leq 0,005$).

Turklāt sākuma paātrinājuma fāzē ($F_{1\ SPF}$) sieviešu piepūles izmaiņas krasi atšķiras no vīriešu piepūles izmaiņām. Piepūles lielums palielinās tieši proporcionāli sieviešu ķermeņa masas palielinājumam, t.i., I svaru kategoriju grupā piepūles lielums palielinās par 1,9 % ($p \leq 0,005$), II svaru kategoriju grupā tā palielinās divas reizes – par 4,6 % ($p \leq 0,005$), un attiecīgi III grupā piepūle palielinās vairāk nekā trīs reizes – par 7,9 % ($p \leq 0,005$).

Galvenā raušanas tehnikas biodinamiskās struktūras atšķirība starp sievietēm un vīriešiem attiecībā uz viņu pielikto piepūles lielumu, mijiedarbojoties ar rīku, ir tā, ka sievietes maksimālo līmeni sasniedz beigu paātrinājuma fāzē ($F_{3\ BPF}$), bet vīrieši – galvenokārt atbalsta pietupiena fāzē ($F_{4\ APF}$). Tas nozīmē, ka labus rezultātus raušanā var gūt divos veidos: pirmais – pielikt maksimālas pūles pirmajā kustības struktūras daļā; otrais – pielikt maksimālas pūles otrajā kustības daļā.

Tika arī konstatēts, ka raušanā stieņa kustības ātruma rādītāji starp sievietēm un vīriešiem ievērojami atšķiras (att. 5).



5.att. Svarcēlāju ātruma rādītāju izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes), viņiem mijiedarbojoties ar rīku raušanas kustības struktūrā

—♦— I grupa; —■— II grupa; —▲— III grupa

Fig. 5 Speed parameter changes of the weightlifters in the process of interaction between them and the barbell in the structure of the snatch

Pētījuma rezultāti rāda, ka pirmajā piepūles maksimuma momentā (v_{F1}) sievietes attīsta lielāku stieņa kustības ātrumu nekā vīrieši (par 44,0 %). To pašu var novērot arī kāju iztaisnošanas maksimuma laikā ($v_{MAX\ CL}$) – šajā fāzē stieņa kustības vertikālais ātrums sieviešu vidū ir par 4,5 % ($p \leq 0,05$) lielāks nekā vīriešu vidū. Ātrākos rezultātus gūst II un III svara kategoriju grupas sievietes

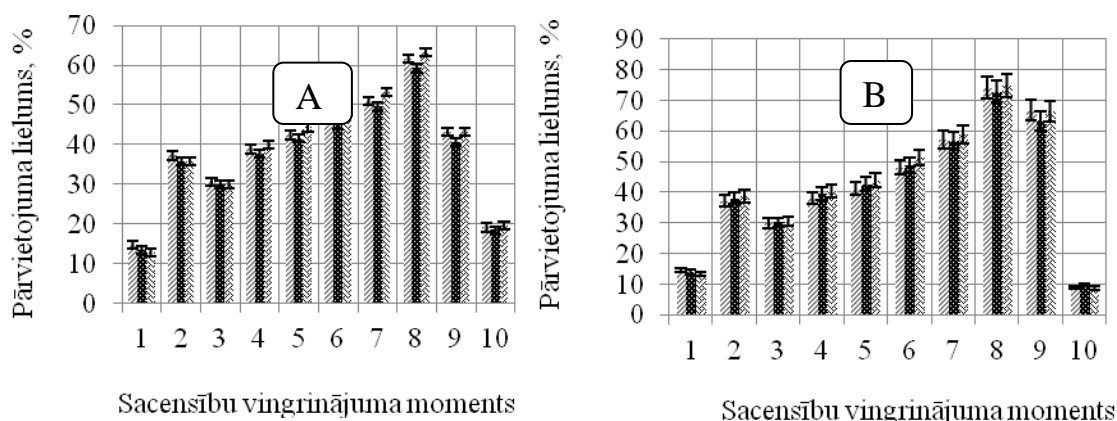
beigu paātrinājuma fāzē (v_{MAX}) – tie ir labāki par 6,8 un 5,4 % ($p \leq 0,05$) nekā tie paši rādītāji I un II svara kategoriju grupas vīriešu vidū.

Tas skaidrojams ar to, ka vīriešiem ir daudz stabilāki tehniskās sagatavotības komponenti, tieši tādēļ viņi attīsta optimālu stieņa ātrumu, ar kā palīdzību viņi var pacelt stieņa svaru attiecīgajā augstumā. Turpretī sievietes tehniskās sagatavotības rādītāji ir mainīgi, tādēļ viņas attīsta lielāku stieņa kustības ātrumu šajā vingrinājumā, nekā tas ir nepieciešams.

Pavisam citādāku izmaiņu dinamiku var vērot raušanas tehnikas rādītājos amortizācijas fāzē (v_{F2}). Šajā fāzē vīriešu maksimālais stieņa ātrums ir par 12,7 % lielāks nekā sievietes gūtais ātrums, un nepastāv gandrīz nekādu atšķirību raušanas tehnikas rādītājos pirmajā kāju iztaisnošanas maksimuma fāzē (v_{CL}).

Tādējādi var konstatēt, ka dažāda dzimuma sportistu raušanas tehnikas ātruma struktūras komponenti būtiski atšķiras gan kustības rādītāju, gan dažādu svara kategoriju grupu sportistu tehnikas laika rādītāju ziņā.

Stieņa vertikālā pārvietojuma kinemātisko rādītāju izmaiņas raušanā norāda uz to, ka sievietes vidū rādītāji ir daudz augstāki par līdzīgiem tehnikas rādītājiem vīriešu vidū (att. 6).



6.att. Svarcēlāju telpisko rādītāju izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes), stieņa raušanas kustības struktūrā

1 – h_{F1} , 2 – h_{V1} , 3 – h_{CL} , 4 – h_{F2} , 5 – h_{V2} , 6 – h_{F3} , 7 – h_{VMAX} , 8 – h_{MAX} , 9 – h_{APF} , 10 – $h_{MAX} - h_{APF}$;
 ▨ – I grupa; ▩ – II grupa; ▤ – III grupa

Fig. 6 Spatial parameter changes of the weightlifters in the structure of the snatch

Tika atklāts, ka, pirmkārt, atšķirības starp sievietēm un vīriešiem pastāv pirmajā sievietes pūļu pielikšanas pie stieņa maksimuma momentā (h_{F1}). Sievietes vidū pārvietojuma rādītāji vidēji ir par 9,3 % augstāki nekā vīriešu vidū; pirmajā kāju iztaisnošanas maksimuma momentā (h_{CL}) vertikālā pārvietojuma rādītāji attiecīgi ir par 14,2 % ($p < 0,001$) augstāki; stieņa

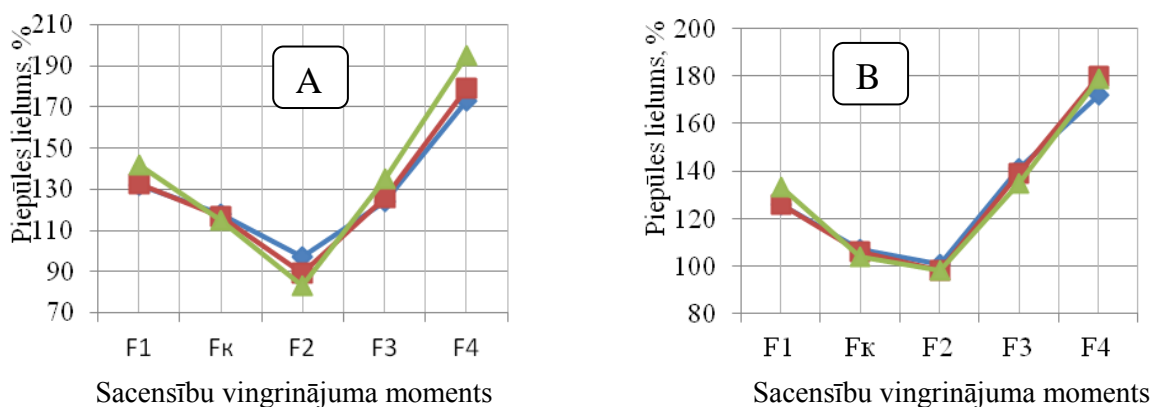
pārvietojuma maksimālā augstuma rādītāji (h_{MAX}) attiecīgi ir augstāki par 4,2 % ($p < 0,005$); kā arī atbalsta pietupiena fāzē (h_{APF}) rādītāji attiecīgi ir augstāki par 3,8 % ($p < 0,005$).

Citi stieņa vertikālā pārvietojuma kinemātiskie rādītāji sieviešu vidū ir ievērojami zemāki nekā līdzīgi rādītāji vīriešu vidū. Pirmkārt, šīs atšķirības var novērot stieņa pārvietojumā, sportistiem sasniedzot maksimālo ātrumu sākuma paātrinājuma fāzē (h_{V1}), jo vīriešu vidū tie ir augstāki par 8,0 % ($p < 0,005$) nekā sieviešu vidū; pūļu pielikšanas pie stieņa maksimuma momentā amortizācijas fāzē (h_{F2}) sieviešu rādītāji ir augstāki par 9,8 % ($p < 0,001$); sasniedzot maksimālo stieņa ātrumu amortizācijas fāzē (h_{V2}) rādītāji attiecīgi ir augstāki par 14,5 % ($p < 0,001$).

Tikai divi stieņa vertikālā pārvietojuma komponenti raušanā vīriešu un sieviešu vidū neizmainījās: stieņa vertikālā pārvietojuma lielums, sievietēm pieliekot pūles pie stieņa maksimuma momentā beigu paātrinājuma fāzē (h_{F3}), un attiecīgais lielums, ar stieni sasniedzot maksimālo ātrumu (h_{VMAX}).

Tādā veidā var konstatēt, ka stieņa vertikālā pārvietojuma lielumu izmaiņas dažādu dzimumu un svara kategoriju grupu sportistu raušanas struktūrā būtiski atšķiras. Tas jo īpaši ir vērojams I („vieglās“ kategorijas) un III („smagās“ kategorijas) svara kategoriju grupas sportistu kustību rādītājos.

Abu dzimumu sportistu pirmā grūšanas paņēmiena laikā gūto biodinamisko piepūles rādītāju izmaiņu salīdzināmās analīzes rezultāti rāda, ka visās trīs grupās visvairāk pūļu pieliek tieši sievietes, it īpaši divās fāzēs – beigu paātrinājuma (F_{3BPF}) un amortizācijas (F_{2AF}) fāzē salīdzinājumā ar vīriešu veikumu šajās fāzēs (att. 7).



7.att. Svarcēlāju piepūles izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes), viņiem mijiedarbojoties ar rīku pirmā stieņa grūšanas paņēmiena kustības struktūrā

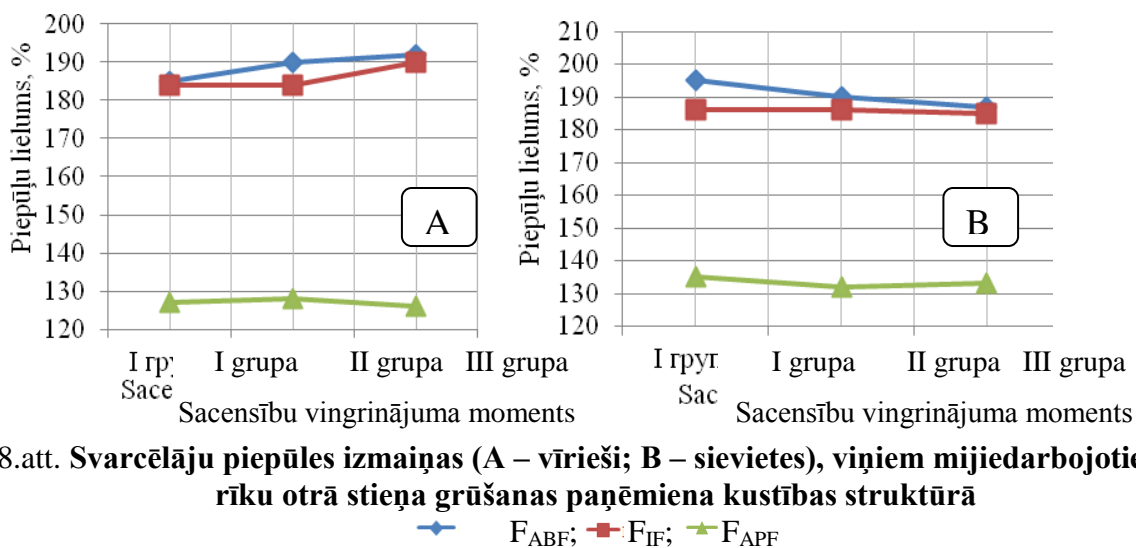
— I grupa; — II grupa; — III grupa

Fig. 7 Force changes of the weightlifters in the process of interaction between them and the barbell in the movement structure of the first clean and jerk method

I svara kategoriju grupā pirmajā piepūles fāzē tehnikas rādītāji atšķiras par 13,9 un 4,3 % ($p \leq 0,005$); II svara kategoriju grupā – par 10,4 un 10,1 % ($p \leq 0,005$); III svara kategoriju grupā atšķirības saglabājas tikai amortizācijas fāzē ($F_{2_{APF}}$) – atšķiras par 19,3 % ($p \leq 0,001$).

Citās stieņa kustības atbalsta fāzēs tiek novērots, ka, mijiedarbojoties ar rīku, sievietes pieliek mazāk pūļu nekā vīrieši. To var galvenokārt konstatēt III svara kategoriju grupas sieviešu vidū sākuma paātrinājuma ($F_{1_{SPF}}$) un atbalsta pietupiena fāzē ($F_{4_{APF}}$). Mijiedarbojoties ar rīku, šo sieviešu pūļu lielums minētajās fāzēs ir par 6,8 un 8,6 % mazāks ($p \leq 0,005$) nekā tās pašas grupas vīriešu pūļu lielums.

Otrā grūšanas paņēmiena atbalsta fāzēs vīriešu tehnikas dinamisko rādītāju analīzes rezultāti rāda, ka, mijiedarbojoties ar rīku, daži piepūles lielumi mainās atkarībā no sportistu svara kategorijām. Šīs izmaiņas notiek divās galvenajās fāzēs, ceļot stieni no krūtīm: aktīvās bremsēšanas (F_{ABF}) un izgrūšanas (kustības virziena piedošana stienim (Švinks, 2002) fāzē (F_{IF}) – rādītāji palielinās par 4,2 un 2,9 % ($p \leq 0,005$) salīdzinājumā ar I svara kategoriju grupas svarcēlājiem (att. 8).

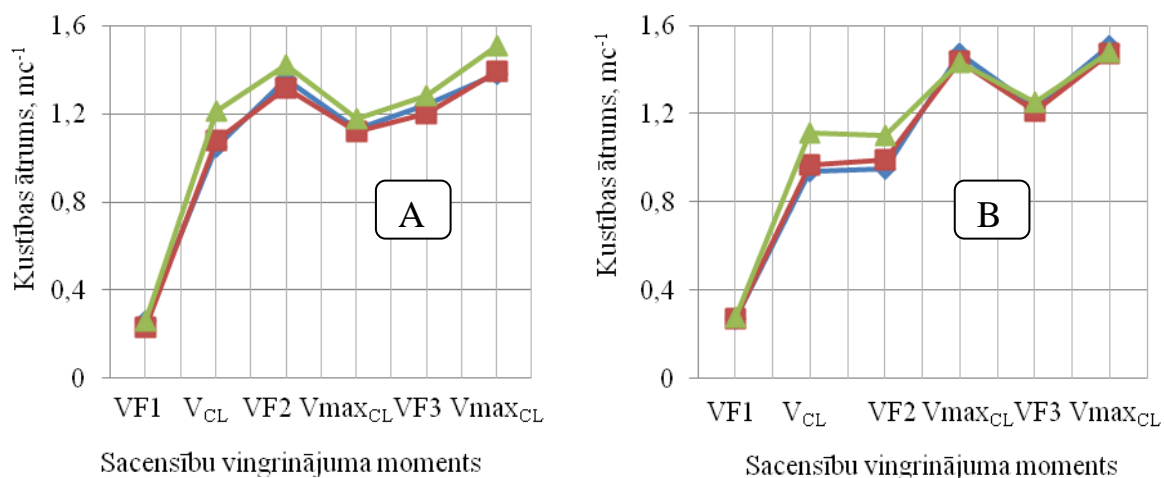


8.att. Svarcēlāju piepūles izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes), viņiem mijiedarbojoties ar rīku otrā stieņa grūšanas paņēmiena kustības struktūrā

Fig. 8 Force changes of the weightlifters in the process of interaction between them and the barbell in the movement structure of the second clean and jerk method

Citādākas dinamiskās piepūles izmaiņas tiek konstatētas sieviešu vidū. Mijiedarbojoties ar rīku aktīvās bremsēšanas fāzē (F_{ABF}), III svara kategoriju grupas sieviešu piepūles lielums samazinās par 4,1 % ($p \leq 0,005$), salīdzinot ar I svara kategoriju grupu. Interesanti ir tas, ka izgrūšanas fāzē maksimālas pūles pieliek II svara kategoriju grupas sportistes, kas nedaudz maina iepriekš atklāto tendenci.

Būtiskas atšķirības var novērot arī starp vīriešu un sievietes pirmā grūšanas paņēmiena kustības struktūras ātruma rādītāju izmaiņās (att. 9).



9.att. Svarcēlāju ātruma rādītāju izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes), viņiem mijiedarbojoties ar rīku pirmā grūšanas paņēmiena kustības struktūrā

— pirmā grupa; — otrā grupa; — trešā grupa

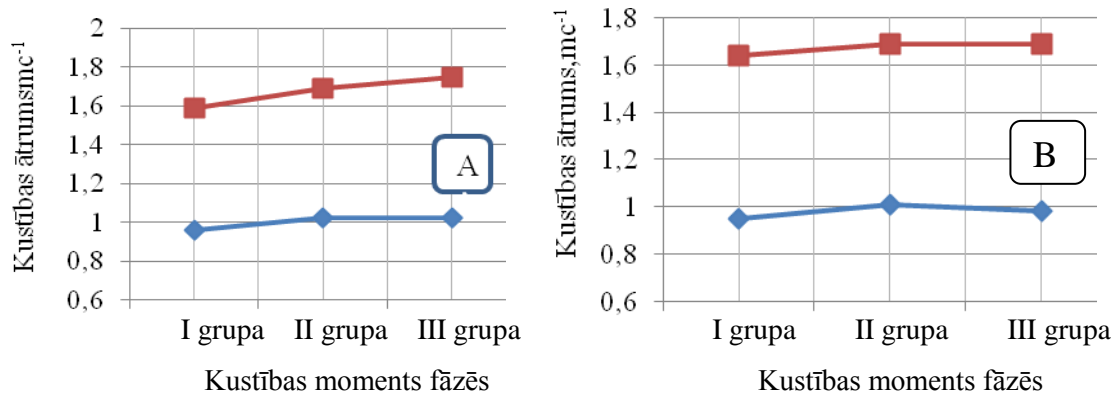
Fig. 9 Speed parameter changes of the weightlifters in the process of interaction between them and the barbell in the movement structure of the first clean and jerk method

Piemēram, šādi pirmajā pūļu pielikšanas pie stieņa maksimuma momentā (v_{FI}) sievietes attīsta par 44,0 % lielāku kustības ātrumu nekā vīrieši. Tāda pati tendence tiek novērota sievietes vidū otrajā kāju iztaisnošanas maksimuma momentā ($v_{MAX\ CL}$), kas ir lielāka par 4,5 % ($p \leq 0,05$), savukārt beigu paātrinājuma fāzē (v_{MAX}) attiecīgi par 4,9 % ($p \leq 0,05$).

To var paskaidrot šādi: vīrieši salīdzinājumā ar sievietēm veic daudz ekonomiskākas kustības, ceļot stieni uz krūtīm, tādā veidā viņi arī attīsta optimālo rīka ātrumu.

Nedaudz citādāka situācija ir vērojama amortizācijas fāzē (v_{F2}), kad maksimālais stieņa ātrums vīriešu vidū ir ievērojami lielāks nekā sievietes vidū – par 17,5 % ($p \leq 0,05$). To pašu var novērot arī pirmajā kāju iztaisnošanas maksimuma momentā (v_{CL}), kad vīriešu rīka kustības ātruma rādītāji ir labāki par 7,2 % ($p \leq 0,05$) nekā sievietes vidū.

Vīriešiem ceļot stieni no krūtīm, stieņa vertikālā ātruma rādītāju izmaiņu analīzes rezultāti rāda, ka aktīvās bremzēšanas fāzē (v_{ABF}) šis ātrums palielinās tieši proporcionāli sportistu ķermeņa masas palielinājumam, t.i., par 6,2 % ($p < 0,05$). Tāpat arī izgrūšanas fāzē (v_{IF}) stieņa vertikālais ātrums vīriešu vidū palielinās atkarībā no svara kategoriju grupas: III svara kategoriju grupā par 10,1 % ($p < 0,05$) salīdzinājumā ar I svara kategoriju grupu, bet II svara kategoriju grupā – par 6,3 % ($p < 0,05$) salīdzinājumā ar I svara kategoriju grupu (att. 10).



10.att. Svarcēlāju ātruma rādītāju izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes) atkarībā no svara kategoriju grupas, viņiem mijiedarbojoties ar rīku otrā grūšanas paņēmiena kustības struktūrā

—♦— v_{ABF} ; —■— v_{IF}

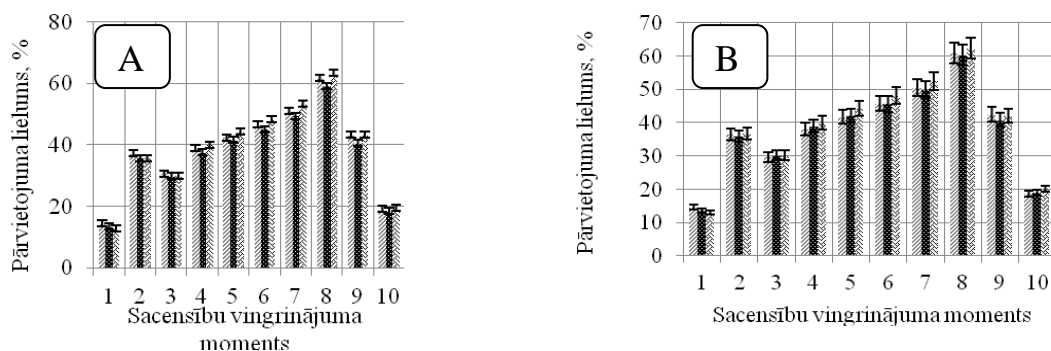
Fig. 10 Speed parameter changes of the weightlifters, depending on the group of weight categories in the process of interaction between them and the barbell in the movement structure of the second clean and jerk method

Stieņa vertikālā ātruma izmaiņas rāda, ka arī sieviešu vidū, paceļot stieni no krūtīm aktīvās bremsēšanas fāzē (v_{ABF}), šis ātrums palielinās par 6,3 % ($p < 0,05$) atkarībā no svara kategoriju grupas. Izgrūšanas fāzē (v_{IF}) sieviešu stieņa vertikālais ātrums īpaši nepalielinās.

Dažādu dzimumu svarcēlāju stieņa vertikālā ātruma izmaiņas norāda uz to, ka izgrūšanas fāzē (v_{IF}) pastāv ievērojamas atšķirības starp I un III svara kategoriju grupu. I svara kategoriju grupā sieviešu stieņa vertikālā ātruma rādītāji ir par 3,1 % ($p < 0,05$) augstāki nekā vīriešu vidū, taču III svara kategoriju grupā situācija ir citādāka – vīriešu vertikālā ātruma rādītāji ir par 3,5 % ($p < 0,05$) augstāk nekā sieviešu rādītāji.

Interesantu tendenci var novērot sieviešu vidū atklātajos stieņa vertikālā pārvietojuma rādītājos, izmantojot pirmo grūšanas paņēmieni beigu paātrinājuma fāzē (h_{F3}). Visvājākos rezultātus uzrāda II svara kategoriju grupas sievietes – tie ir par 4,8 % ($p \leq 0,005$) augstāki nekā I svara kategoriju grupā un attiecīgi par 3,5 % ($p \leq 0,005$) augstāki nekā III svara kategoriju grupā (att. 11).

Šī tendence norāda uz to, ka II svara kategoriju grupas sportistes, pateicoties optimālām ķermeņa daļu proporcijām, labāk pārvalda savas kustības par citu svara kategoriju grupu pārstāvēm.



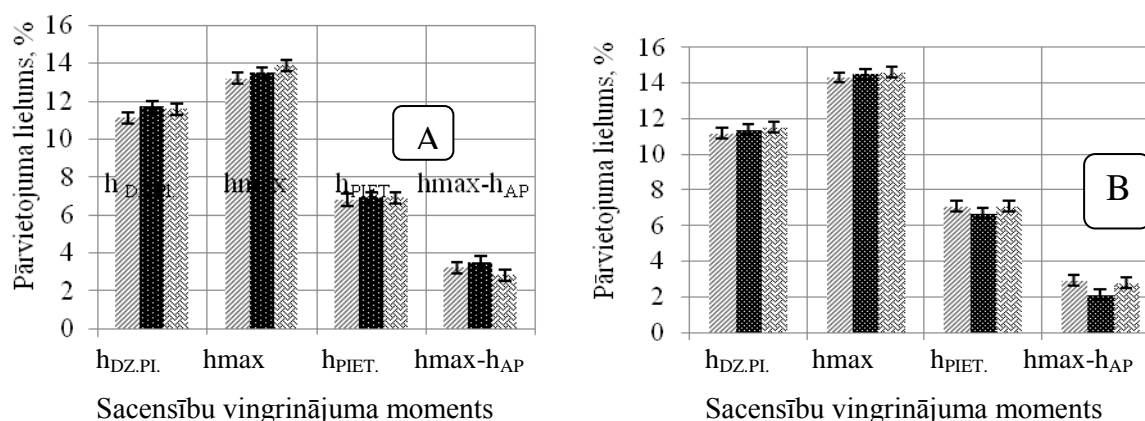
11.att. Svarcēlāju telpisko rādītāju izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes) pirmā stieņa grūšanas paņēmiena kustības struktūrā:

1 – h_{F1} , 2 – h_{V1} , 3 – h_{CL} , 4 – h_{F2} , 5 – h_{V2} , 6 – h_{F3} , 7 – h_{VMAX} , 8 – h_{MAX} , 9 – h_{APF} , 10 – $h_{MAX-h_{APF}}$;

▨ – pirmā grupa; ▩ – otrā grupa; ▤ – trešā grupa

Fig. 11 Spatial parameter changes of the weightlifters in the movement structure of the first clean and jerk method

Otrā grūšanas paņēmiena laikā gūtie stieņa vertikālā pārvietojuma telpisko rādītāju analīzes rezultāti liecina, ka sieviešu vidū gūtie rādītāji ir augstāki par vīriešu vidū gūtajiem līdzīgiem rādītājiem (att. 12): pirmajā pūļu pielikšanas pie stieņa maksimuma momentā (h_{F1}) – par 8,8 % ($p < 0,001$); pirmajā kāju iztaisnošanas maksimuma momentā (h_{CL}) – par 12,7 % ($p < 0,001$); ar stieni maksimālā ātruma sasniegšanas momentā (h_{VMAX}) – par 7,1 % ($p \leq 0,005$); stieņa pārvietojuma maksimālā augstuma sasniegšanas momentā (h_{MAX}) – par 27,2 % ($p < 0,001$); atbalsta pietupiena fāzes momentā (h_{APF}) – par 5,3 %; nolaišanas fāzē – stieņa maksimāli iespējamā pārvietojuma lieluma un atbalsta pietupiena fāzes starpība ($h_{MAX-h_{APF}}$) – par 12,5 % ($p \leq 0,005$).



12.att. Svarcēlāju telpisko rādītāju izmaiņas (A – vīrieši; B – sievietes) otrā stieņa grūšanas paņēmiena kustības struktūrā:

▨ – pirmā grupa; ▩ – otrā grupa; ▤ – trešā grupa

Fig. 12 Spatial parameter changes of the weightlifters in the movement structure of the second clean and jerk method

$h_{DZ.PI.}$ – stieņa pārvietojuma lielums sagatavojošā pietupiena fāzē;
 h_{MAX} — stieņa pārvietojuma lielums maksimālā izlidošanas augstuma sasniegšanas laikā izgrūšanas fāzē;
 $h_{PIET.}$ – stieņa pārvietojuma lielums bez atbalsta pietupiena fāzes izpildes laikā;
 $h_{MAX} - h_{APF}$ – stieņa maksimāli iespējamā izlidošanas augstuma un atbalsta pietupiena fāzes starpība, %.

Arī cita telpisko rādītāju grupa, kas gūta sieviešu vidū otrajā stieņa grūšanas paņēmiena laikā, atšķiras no līdzīgiem rādītājiem, ko uzrādīja vīrieši: maksimālā ātruma sasniegšanas momentā sākuma paātrinājuma fāzē (h_{V1}) sieviešu rādītāji ir par 5,8 % ($p \leq 0,005$) zemāki nekā vīriešu rādītāji; pūļu pielikšanas pie stieņa maksimuma momentā amortizācijas fāzē (h_{F2}) – attiecīgi par 8,4 % ($p \leq 0,005$); stieņa kustības maksimālā ātruma sasniegšanas momentā amortizācijas fāzē (h_{V2}) – attiecīgi par 12,1 % ($p \leq 0,001$). Stieņa pārvietojuma lielums beigu paātrinājuma fāzē (h_{F3}) ir vienīgais otrā grūšanas paņēmiena telpiskais rādītājs, kas starp vīriešiem un sievietēm būtiski neatšķiras.

Nozīmīgas atšķirības ir ievērotas arī stieņa kustības biomehāniskajos rādītājos dažāda dzimuma un svara kategoriju grupu vidū.

Turklāt, *I svara kategoriju grupā* atšķirības pastāv galvenokārt sagatavojošā pietupiena fāzē ($h_{DZ.PI.}$), kad sieviešu vidū šie rādītāji ir par 4,5 % augstāki nekā starp vīriešiem; stieņa pārvietojuma maksimālā augstuma sasniegšanas momentā (h_{MAX}) tie ir attiecīgi augstāki par 7,5 %; piepūles lielums, mijiedarbojoties ar rīku, aktīvās bremzēšanas fāzē (F_{ABF}) ir attiecīgi augstāks par 5,3 %.

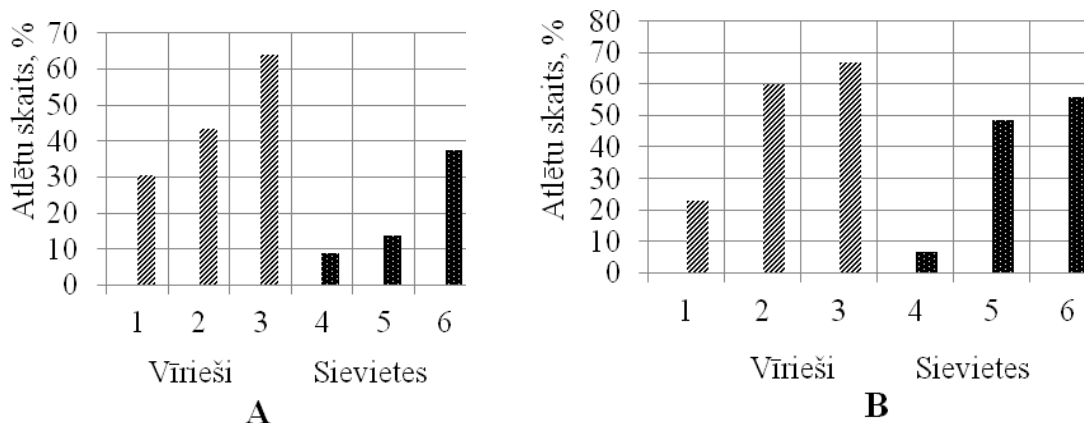
II grupā būtiskas atšķirības parādījās stieņa vertikālā pārvietojuma lielumos maksimālā izlidošanas augstuma sasniegšanas momentā (h_{MAX}), sieviešu vidū šie rādītāji ir par 7,3 % augstāki nekā vīriešu vidū; atbalsta pietupiena fāzē ($h_{PIET.}$) vērojama pretēja tendence, jo vīriešu rādītāji ir par 47,8 % augstāki nekā sieviešu rādītāji; pūļu pielikšanas pie stieņa lielums atbalsta pietupiena fāzē (F_{APF}) sievietēm ir augstāks par 3,4 % nekā vīriešiem.

III grupā nozīmīgas atšķirības var ievērot stieņa vertikālā pārvietojuma lielumos maksimālā izlidošanas augstuma sasniegšanas momentā (h_{MAX}), sievietēm šie rādītāji ir par 6,5 % augstāki nekā vīriešiem; mijiedarbības ar rīku spēka lielumos aktīvās bremzēšanas fāzē (F_{ABF}) sieviešu rādītāji ir par 5,7 % augstāki nekā vīriešu.

Tādējādi dažādu dzimumu un svara kategoriju grupu svarcēlāju sacensību vingrinājumu izpildes tehnikas biomehānisko rādītāju izmaiņas grūšanā norāda uz vairāk nekā 62,5 % atšķirību attiecībā uz sportistu atbalsta mijiedarbības biodinamiskajiem un biokinemātiskajiem (ātruma un telpiskajiem) rādītājiem, neskatoties uz vingrinājumu vienādo fāžu struktūru, pirmā grūšanas paņēmiena izpildes kustības ievērojami atšķiras no raušanas tehnikas līdzīgajiem rādītājiem.

Tas norāda uz kvalificētu sportistu tehniskās sagatavotības modelēšanas rādītāju veidošanas individualizāciju, izpildot sacensību vingrinājumus noteiktas svara kategoriju grupas robežās un ņemot vērā dzimumu atšķirības.

Šie pētījumi parādīja, ka sacensību laikā svarcēlāji var gūt augstus rezultātus, ja dinamisko, ātruma un telpisko tehnikas rādītāju kompleksa kustības struktūra ir racionāli izveidota, ņemot vērā ietekmējošās dzimumu un morfoloģiskās atšķirības. Sportistu sacensību vingrinājumu tehnikas reģistrācija rāda, ka biomehāniskajā kustības struktūrā viņi izmanto divus kustību sadales variantus: vairākums maksimālas pūles pieliek pirmajā kustības daļā, t.i., sākuma paātrinājuma fāzē (SPF); mazākums – otrajā kustības daļā, t.i., beigu paātrinājuma fāzē (BPF). Pirmo variantu visbiežāk izmanto smago svara kategoriju grupu pārstāvošie vīrieši un sievietes – grūšanā attiecīgi 67 un 56 %, bet raušanā attiecīgi 64,0 un 37,5 %. Otro variantu visbiežāk izmanto vieglo svara kategoriju grupu sportisti (att. 13).



13.att. Dažādu dzimumu un svara kategoriju grupu sportistu skaits, kas izmantoja pirmo kustību variantu sacensību vingrinājumu struktūrā – raušana (A) un grūšana (B):

1–3 – vīriešu svara kategoriju grupas; 4–6 – sieviešu svara kategoriju grupas.

Fig. 13 The number of the athletes of different gender and groups of weight categories, who used the first movement variant in the structure of competitive exercises – the snatch and the clean and jerk

Sportistiem izpildot sacensību vingrinājumus, ir noteiktas izmaiņas arī citās kustībās atkarībā no dzimuma un morfoloģiskajām atšķirībām. Stieņa kustības ātruma struktūras rādītāji palielinās tieši proporcionāli sportistu svara palielinājumam, taču sākuma un beigu paātrinājuma fāzē sievietes attīsta lielāku ātrumu nekā vīrieši, bet amortizācijas fāzē pārsvaru gūst vīrieši. Sacensību vingrinājumos stieņa kustības struktūras telpiskie rādītāji mainās atkarībā no sportistu svara kategoriju grupas, taču sievietes vislabākos rezultātus uzrāda

sākuma paātrinājuma fāzē, vissliktākos – amortizācijas fāzē, bet gandrīz tādus pašus rezultātus kā vīrieši – beigu paātrinājuma fāzē.

Dažādu dzimumu un svara kategoriju grupu sportistu kustību varianti, kurus viņi izmanto sacensību vingrinājumu izpildes laikā, nosaka to, ka svarcēlāju tehniskās sagatavotības kontroles procesā tiks izmantoti dažādi modelēšanas rādītāji.

Lai izmantotu kvalificētu svarcēlāju tehniskās sagatavotības komponentus atlases un orientācijas sistēmā, ir izveidoti dažādu dzimumu sportistu tehnisko darbību biomehāniskie modeļi trīs svara kategoriju grupās. Šajos modeļos bija iekļauts modelēšanas rezultāts sacensību vingrinājumu izpildē (atbilst normatīvam SKSM), morfoloģisko rādītāju komplekss, kā arī atlētu atbalsta mijiedarbības ar stieni tehnikas biomehānisko rādītāju komplekss sacensību vingrinājumu izpildē (tab. 1).

1.tab. **Dažādu dzimumu svarcēlāju biomehāniskie kustību modeļi II svara kategoriju grupā grūšanā** (sacensību rezultātiem vīriešu vidū – 186–207 kg, sacensību rezultātiem sievietes vidū – 111–125 kg)

Table 1 Biomechanical movement models of the weightlifters of different gender in the IInd group of weight categories in the clean and jerk (for competitive results among males – 186-207 kg, and for competitive results among females – 111-125 kg)

Morfoloģiskie rādītāji			Dinamiskie rādītāji		
rādītāji	vīrieši	sievietes	rādītāji	vīrieši	sievietes
Ķermeņa garums, cm	171–174	161–164	F_{1SPF} , %	133,0–134,0	125,3–126,7
Ķermeņa masas indekss, kg·m ⁻²	28,2–28,6	25,0–25,6	F_{CL} , %	116,4–117,2	105,7–106,9
Rumpja garums, %	31,0–31,5	33,6–34,0	F_{2AF} , %	89,8–90,8	97,6–99,0
Roku garums, %	41,4–42,0	41,5–41,9	F_{3BPF} , %	127,3–128,7	138,3–139,7
Apakšējo ekstremitāšu garums, %	55,8–56,6	58,1–58,5	F_{4APF} , %	181,8–183,4	178,6–181,2
Tauku saturs, %	13,8–14,4	19,3–21,9			
AĶM indekss, nos. vien.	1,47–1,52	1,30–1,38			
Ātruma rādītāji			Telpiskie rādītāji		
v_{F1} , m·c ⁻¹	0,22–0,24	0,26–0,28	h_{F1} , %	13,3–13,5	14,9–15,1
v_{CL} , m·c ⁻¹	1,05–1,07	0,96–0,98	h_{CL} , %	29,8–30,0	32,6–32,8
v_{F2} , m·c ⁻¹	1,11–1,13	0,98–1,00	h_{F2} , %	37,4–37,8	36,4–36,8
v_{MAXCL} , m·c ⁻¹	1,30–1,32	1,43–1,45	h_{F3} , %	44,8–45,2	45,2–45,6
v_{F3} , m·c ⁻¹	1,18–1,20	1,20–1,22	h_{max} , %	59,0–59,4	63,2–63,6
v_{MAX} , m·c ⁻¹	1,38–1,40	1,46–1,48	h_{APF} , %	40,4–0,8	42,4–42,8

Kvalificētu sportistu tehniskās sagatavotības modelēšanas rādītājus plānoja izmantot kā kontroles normatīvus viņu tehniskās meistarības pilnveidošanas un realizācijas procesā.

Izstrādātie svarcēlāju tehniskās sagatavotības modeļi tika izmantoti kā sportistu tehniskās meistarības kontroles rādītāji, gatavojot viņus galvenajām ikgadējām makrocikla sacensībām. Pamatojoties uz atlētu kontroles testēšanas rezultātiem, tika ieteikta un sporta praksē ieviesta „*Sportista tehniskās meistarības pase*“, kurā tika atzīmēti svarcēlāju kustību individuālie biomehāniskie rādītāji sacensību vingrinājumu izpildē. Gūtos datus salīdzināja gan ar modelēšanas rādītājiem, gan ar iepriekš gūtajiem noteiktā atlēta individuālajiem biomehāniskajiem parametriem. Pēc tam tika veikta sportista kustības struktūras tehnisko kļūdu analīze noteiktā vingrinājuma izpildē (tab. 2).

2.tab. **Sportista tehniskās meistarības pase** (A. T., NBSM, svara kategorija – 105 kg, augums – 181 cm, ķermeņa svars – 105,0 kg, pamatojoties uz 2012. gada Ukrainas čempionātu) (paraugs)

Table 2 *The Passport of technical skills of the athlete* (A. T., HMS, weight category – 105 kg, height – 181 cm, weight – 105.0 kg, on the basis of the championship of Ukraine 2012) (sample)

Parametra nosaukums	Mērījumu vienības	1. cēliens	2. cēliens	3. cēliens
Rezultāts raušanā, kg		185	193	198
Rīka kustības jauda	cm·c ⁻¹ kg	317	326	332
Maksimālais pārvietojuma lielums	cm	130	127	126
Maksimālais pārvietojuma augstums	%	72	70	70
Fiksācijas fāzes augstums	cm	118	113	113
Fiksācijas fāzes augstums	%	65	62	62
Pietupiena dziļums	%	7	8	8
Maksimālais stieņa izlidojuma ātrums	m·c ⁻¹	1,71	1,69	1,68
Maksimālās pūles startā SAM	%	145	144	142
Maksimālās pūles BPF	%	114	119	124
Rezultāts grūšanā, kg (celšana uz krūtīm)		215	225x	230
Rīka kustības jauda	cm·c ⁻¹ kg	324	316	304
Maksimālais pārvietojuma augstums	cm	112	112	107
Maksimālais pārvietojuma augstums	%	62	62	59
Fiksācijas fāzes augstums	cm	78	76	72
Fiksācijas fāzes augstums	%	43	42	40
Pietupiena dziļums	%	19	20	19
Maksimālais stieņa izlidojuma ātrums	m·c ⁻¹	1,51	1,46	1,32
Maksimālās pūles startā SAM	%	140	139	142
Maksimālās pūles BPF	%	131	124	114

Grūšana no krūtīm				
Rīka kustības jauda	cm·c ⁻¹ kg	448	441	453
Pietupiena dziļums	%	14	14	15
Maksimālais pārvietojuma augstums	cm	30	28	30
Maksimālais pārvietojuma augstuma	%	17	15	17
Maksimālais stieņa izlidojuma ātrums	m·c ⁻¹	2,09	1,91	1,97
Maksimālās pūles BPF	%	194	176	183

Raušanā lielākā kustību tehnikas rādītāju daļa ir uzlabojusies salīdzinājumā ar pagājušajā gadā gūtajiem rādītājiem Ukrainas čempionātā un Pasaules čempionātā. Atlētam ir jāpievērš uzmanība stieņa kustības trajektorijai: tā virzās aiz vertikāles, kam seko lēciens atpakaļ. Ceļot stieni uz krūtīm, atlēts pārāk augstu izstiepj stieni uz augšu un pēc tam pietupjas par 19–20 %, kas pārsniedz modelēšanas rādītājus. Ceļot stieni no krūtīm, trešajā piegājienā pēc sagatavojošā pietupiena atlēts izpilda izgrūšanas fāzi ar stieņa kustības trajektoriju aiz vertikāles (par 13 cm). Pārējie stieņa grūšanas tehnikas rādītāji atbilst izstrādātajiem modeļiem.

Šīs programmas ieviešana kvalificētu svarcēlāju trenēšanas procesā palīdzēja samazināt tehnisko kļūdu skaitu vingrinājumu kustības struktūrā un paaugstināt sacensību paņēmienu realizācijas līmeni trenēšanās un sacensību laikā. Sportistu tehniskās sagatavotības kompleksās modelēšanas un pilnveidošanas sistēmas galvenie teorētiskie atzinumi ir izklāstīti noteiktos ieteikumos „Izlasses komandu sportistu sagatavošanas un individuālo plānu gatavošanas starptautiskām sacensībām kompleksās programmas“ sadaļā „Svarcēlāju sacensību darbības, funkcionālās un tehniski taktiskās sagatavotības modelēšanas rādītāji“.

Secinājumi *Conclusions*

Ir izveidota zināšanu sistēma saistībā ar kvalificētu svarcēlāju kustību sadales likumsakarībām sacensību vingrinājumu izpildē izmantošanai sporta praksē, ņemot vērā tehniskās sagatavotības komponentu modelēšanu un pilnveidošanu.

Augstu rezultātu gūšana sacensību vingrinājumu izpildē ir atkarīga no noteiktu biomehānisko tehnikas komponentu uzturēšanas. Šie komponenti var mainīties atkarībā no sportistu sacensību vingrinājumu struktūras. Konstatēts, ka svarcēlāju veikto vingrinājumu augstu rezultātu efektīva realizācija ir iespējama, izmantojot divas dažādas kustību struktūras: lietojot pirmo struktūru, atlētam ir jāpieliek maksimālas pūles sākuma paātrinājuma fāzē; lietojot otru struktūru –

beigu paātrinājuma fāzē. Pirmo stieņa celšanas variantu galvenokārt izmanto abu dzimumu smago svara kategoriju svarcēlāji, un tas vairāk izpaužas grūšanā nekā raušanā. Otro stieņa celšanas variantu vairāk izmanto vieglo un vidējo svara kategoriju atlēti.

Dažādu dzimumu un svara kategoriju grupu svarcēlāju biomehānisko kustību modelēšanas rādītāji ietvēra šādus komponentus: morfoloģiskie rādītāji un atlētu rīku kustības struktūras biodinamiskie un biokinemātiskie rādītāji, kas nodrošina maksimālu rezultātu gūšanu sacensību vingrinājumu izpildē.

Summary

In order to use technical training components of the qualified weightlifters in the system of selection and orientation, biomechanical models of technical movements of the athletes of different gender are made in three groups of weight categories. These models included the modelling result of the performance of competitive exercises (complies with the regulation in regard to the World-class athletes), the complex of morphological parameters as well as the complex of biomechanical parameters of the technique of the support interaction between the athletes and the barbell in the performance of competitive exercises. The system of knowledge regarding patterns of movement distribution of the qualified weightlifters in the structure of competitive exercises is made, taking into account the type of the exercise as well as gender and morphological characteristics of the athletes. The models of their components are developed in order to improve the technique of the exercises and introduce the models into the sports practice. It was established that the effective realisation of movements can be achieved by using different movement structures of the barbell, especially among the weightlifters of different groups of weight categories. The developed technical training models of the weightlifters were used as parameters for monitoring the technical skills of the athletes during their preparation for the major annual competitions of the macrocycle. Obtained data was compared with both the model parameters and the previously obtained individual biomechanical parameters of the athlete. Afterwards the analysis of technical errors in the movement structure of the athlete during the performance of the particular exercise was done. The achievement of high results in the performance of competitive exercises depends on the maintenance of certain biomechanical components of technique, which can vary depending on competitive exercise structure of the athletes. It was determined that the effective realisation of high results in the weightlifter exercises can be achieved by two different movement structures: using the first structure, the athletes have to apply maximum force in the preliminary acceleration phase; using the second structure – in the final acceleration phase. The first version of the barbell lifting is mainly used by the weightlifters of both genders representing the group of heavy weight categories, and it is more frequent in the clean and jerk than in the snatch. The second option of the barbell lifting is mostly used by the athletes of the light and middle weight categories.

Literatūra References

Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, C., Pablos, C., & Carratala, V. (2006). Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories / J.

- Campos, P. Poletaev, A. Cuesta, C. Pablos, V. Carratalá. *Journal of Strength Conditioning Research*. – № 20 (4), 843–850.
- Donald, L., Kevin, M., Bryan, K., & Carlose, J. (2006). Biomechanical analysis of the women weightlifters during the snatch / L. Donald, M., Kevin, K., Bryan, J. Carlose. *Journal of Strength Conditioning Research*. Nov.– № 20 (3), 627-633.
- Garhammer, J. (2001). Barbell trajectory, velocity, and power changes: Six Attempts and Four World Records. / J.Garhammer. – «*Weightlifting USA*», Volume. –№ 19 (3). – Fall., 27-30.
- Garhammer, J., & Komi, P. (1998). Weightlifting performance and techniques of men and women /J. Garhammer, P. V. Komi // Proceedings from the International Conference on Weightlifting and Strength Training.–Lahty. – Finland, 89-94.
- Gourgoulis, V., Aggelousis, G., Antonios, P., Christoforidis, C., Mavromatis, G., & Garas, A. (2002). Comparative 3-dimen-soinak kinematic analysis of the snatch techniqu in elite male and female Greek weightlifters. /V. Gourgoulis, G. Aggelousis, P. Antonios, C. Christoforidis, G Mavromatis, & A. Garas. *Journal of Strength and Conditioning Research*. – № 16, 359-366.
- Gourgoulis, V., Aggelousis, N., & Mavromatis, G. (2004). Snatch lift kinematics and bar energetics in male adolescent and adult weightlifters /V. Gourgoulis, N. Aggelousis, G. Mavromatis. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*. –№ 44 (2), 126-131.
- Harbili, E. A. (2012). Gender-bases kinematic and kinetic analysis of the snatch inthe elite weightlifters in 69-kg category /E. A. Harbili. *Journal of sport and medicine – № 11*, 162–169.
- Isaka, T., Okada, J., & Funato, K. (1996). Kinematic Analysis of the barbell during the snatch movement of Elite Asian weightlifters / T. Isaka, J. Okada, & K. Funato. *Journal of Applied Biomechanics*.–№ 12, 508–516.
- Okada, J., Iijima, K., Kikuchi, T., & Kato, K. (2008). Kinematics Analysis of the snatch technique used by Japanese and international female weightlifters at the 2006 Junior World Championships / J. Okada, K. Iijima, T. Kikuchi, & K. Kato . *International Journal of sport and Health Science*. – № 6, 194–202.
- Oleshko, V. (2013). Dynamics of biomechanical structure of highly qualified weightlifters clian and jerc depending on sex and weight category /Valentin Oleshko . *European Researcher, Vol. (58), № 9-1*, 2227-2240.
- Urso, A. (2011). Weightlifting. Sport for all sports / Antonio Urso // Copyright: Calzetti & Mariucci Publishers: Topografia Mancini. – May 2011.–176
- Yang, C., Li, W., & Gu, Z. (2000). Biomechanical analysis of snatching skills women topnotch weight lift /C. Yang, W. Li, Z. Gu // 18th International Symposium biomechanical in sport. Konstanz, Germany, 380-382.
- Švinks, U. (2002) Sporta vārdnīca. Rīga: N.I.M.S., 364 lpp
- Антонюк, О. В. (2012). Удосконалення технічної підготовленості важкоатлеток високої кваліфікації різних типів будови тіла: автореф. дис. на здоб. вчен. ступ. к. н. фіз.вих. і спорту: спец. 24.00.01 / О. В. Антонюк –К., 2012. – 23 с
- Берштейн, Н. А. (1947). О построении движений /Н. А. Берштейн. – М.: Медгиз, – 255 с.
- Гавердовський, Ю. К. (2007). Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика/ Ю. К.Гавердовський. – М.: Физкультура и спорт, – 912 с.
- Гамалий, В. В. (2007). Біомеханічні аспекти техніки рухових дій у спорті / В. В. Гамалій. – К.: Наук. світ. – 225 с.

- Гамалий, В., & Островский, М. (2011). Современная технология использования различных отягощений на теле спортсмена в технической подготовке квалифицированных метателей молота / В. Гамалий, М. Островский / *Наука в олимпийском спорте*, – № 1–2, 87–96.
- Иванов, А. В. (2013). Динамические усилия тяжелоатлетов разных весовых категорий в технике соревновательных упражнений / А. В. Иванов // *ХДАФК. – Слобожанський науково-спортивний вісник*, – № 5 (38), 99-102.
- Кожекин, И. П. (1998). Совершенствование двигательных действий тяжелоатлета методом управления их биомеханической структурой: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровительно-физической культуры» / И. П. Кожекин; МГАФК. – Малаховка, 1998. – 23 с.
- Корнилов, А. Н. (2010). Биомеханическая структура соревновательного упражнения рывок и специально-вспомогательных упражнений в тяжелой атлетике: автореферат дис. на соис. уч. степ. кандидата педагогических наук 13.00.04 / А. Н. Корнилов; РГАФК – Малаховка, – 24 с.
- Лапутін, А. М. (2001). Біомеханіка спорту./ А. М. Лапутін, В. В. Гамалій, А. А. Архіпов, В. О. Кашуба [та ін.]. – К.: Олімп. л-ра, – 320 с.
- Малютина, А. Н. (2008). Значение ритмо-временой структуры в технике рывка у женщин-тяжелоатлеток: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.04 / А. Н. Малютина; МОГИФК.–Малаховка, – 24 с.
- Матвеев, Л. П. (2010). Общая теория спорта и ее прикладные аспекты: учеб. для вузов физ. культуры / Л. П. Матвеев. [5-е изд.]. – М.: Сов. спорт, – 340 с.
- Медведев, А. С. (1997). Биомеханика классического рывка и толчка и основных специально-подготовительных рывковых и толчковых упражнений: Монография / А. С. Медведев; РГАФК. – Ижевск: Олимп Дтд, – 132 с.
- Мочернюк, В. Б. (2013). Моделі підготовленості важкоатлетів високої кваліфікації: автореф. дис. канд. наук із фіз. вих. і спорту: спец. 24.00.01 «Олімпійський і професійний спорт» / В. Б. Мочернюк; ЛДУФК. — Л. —20 с.
- Олешко, В. Г. (2011). Підготовка спортсменів у силових видах спорту: [навч. посіб.] / В. Г. Олешко. – К.: ДІА, 2011. – 444 с.
- Олешко, В. Г. (2014). Моделювання, відбір та орієнтація в системі підготовки спортсменів (на матеріалі силових видів спорту): дис. ... доктора наук з фіз. вих. / В. Г. Олешко; НУФВСУ – К., – 463 с.
- Платонов, В. Н. (2015). Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник [для тренеров]: в 2 кн. / В. Н. Платонов. – К.: Олимп. лит., – Кн. – 680 с., Кн. 2 –752 с.
- Полетаев, П., Кампос, Х., & Квеста, А. (2005). Анализ техники тяжелоатлетов в рывке при однократном двукратном и подъемах штанги с максимальной и близкой к максимуму нагрузкой / П. А. Полетаев, Х. Кампос, А. Квеста. *Теория и практика физ. культуры.* – 2005. – № 1, 53–60.
- Полетаев, П. А. (2006). Моделирование кинематических характеристик соревновательного упражнения «рывок» у тяжелоатлетов высокой квалификации: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки» / П. А. Полетаев; РГАФК. – М., – 22 с.
- Пуцов, С., Олешко, В., & Антонюк, О. (2012). Особливості побудови тренувального процесу спортсменок високої кваліфікації у важкій атлетіці / С.О. Пуцов, В. Г.

- Олешко, О. В. Антонюк . *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. – К., НУФВСУ, – № 1. — С. 27–31.
- Роман, Р. А. (1986). Тренировка тяжелоатлета в двоеборье /Р. А. Роман. – М.: Физкультура и спорт, – 175 с.
- Тё, С. Ю. (2009). Биомеханика тяжелоатлетических упражнений в зависимости от соматотипа / С. Ю. Тё. *Теория и практика физ.культуры*. – 2009. – № 9. — С. 66—67.
- Товстоног, О. Ф. (2012). Індивідуалізація технічної підготовки важкоатлетів на етапі спеціалізованої базової підготовки: автореф. дис ... к.н. з ф.в. і с. / О. Ф. Товстоног; ЛДУФК. – Л., – 20 с.
- Шалманов, А., Скотников, В., & Панин, А. (2012). Кинематика и динамика движения штанги у тяжелоатлетов высокой квалификации в условиях соревнований /А. Шалманов, В. Скотников, А. Панин. *Олимп.* – № 2–3. – С. 27-31.