

MUSKUĻU SASPRINDZINĀŠANĀS UN ATSLĀBINĀŠANĀS PROCESI LATVIJAS SVARCĒLĀJIEM

TENSION AND RELAXATION PROCESSES OF LATVIAN WEIGHTLIFTERS

Leonīds Čupriks, Gundega Knipše, Uģis Ciematnieks, Aleksandra Vidze,
Māris Lesčinskis, Sergejs Saulīte

Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmija
Brīvības gatve 333, LV-1006, Rīga, Latvija
e-pasts: Leonids.Cupriks@lspa.lv, Gundega.Knipse@lu.lv, Uģis.Ciematnieks@lspa.lv,
Aleksandra.Cuprika@lspa.lv, Maris.Lescinskis@lspa.lv, Sergejs.Saulite@lspa.lv

Atslēgas vārdi: *muskuļi, dinamometrs, spēka moments, laiks, elektromiogrāfija, dinamogrāfija, svarcelšana*

Key words: *muscles, dynamometer, torque, time, electromyography, dynamography, weightlifting*

Ievads

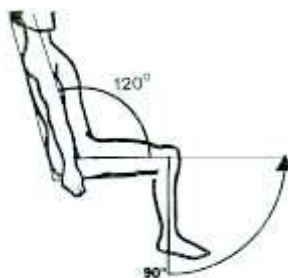
Panākumus kādā konkrētā sporta veidā nosaka tādu fizisko īpašību kā spēka, ātruma un izturības noteiktās attiecības. Līdz ar sporta treniņa attīstību, sportā definēja jaunas integrālās īpašības: motorā veiclība, ātrumizturība, „eksplozīvais” spēks un citas. Svarcelšanas sportā svarīgākais ir nevis absolūtais spēks, bet gan tā sadalījums laika periodā (Čupriks, 2003; Frolovs, 1987; Медведев, 1986; Шакирзянов, 1987). Spēka izpaušmes formu novērtēšana un tālākā to attīstība ir ļoti svarīga svarcelšanas sportā.

Bieži treneri testu rezultātus un morfoloģiskos rādītājus novērtē tikai vizuāli. Taču, lai prognozētu svarcēlāju potenciālās spējas, ir vēlams vadīties pēc kompleksās metodikas, kas ļauj novērtēt svarcēlāju konkrētā svarcelšanas sacensību vingrinājumā. Mūsu pētījuma mērķis bija izpētīt Latvijas svarcēlāju muskuļu saraušanās un atslābināšanās procesu darbību sacensībām atbilstošā situācijā.

Pētījuma bāze un metodes

Testus uz dinamometru sistēmas REV-9000 (Technogym, Italy) izpildīja 16 Latvijas svarcēlāji. Atlētu treniņu stāžs bija vidēji $7,5 \pm 0,6$ gadi; vidējais atlētu vecums $20,5 \pm 1,2$ gadi, svars $58 \pm 4,6$ kg, augums $169 \pm 3,5$ cm.

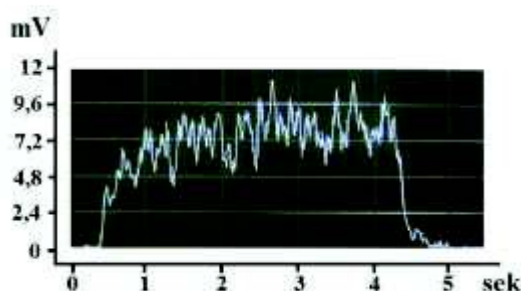
Apakšstilba ekstenzoru muskuļu grupu sasprindzinājuma un atslābināšanās procesi tika mērīti izometriskos apstākļos. Leņķis starp rumpi un augšstilbu sēdus stāvoklī bija 120° (sk. 1.att.). Neviena no subjektiem nesūdzējās par sāpēm ceļa locītavās.



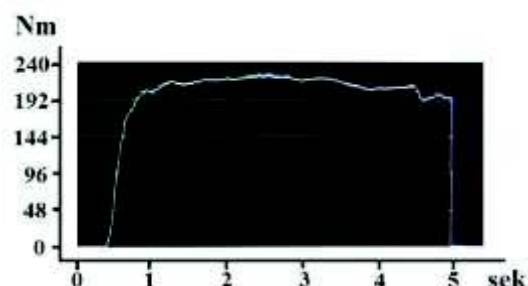
1.att. Sportista stāvoklis apakšstilba spēka momenta un atslābināšanas procesa mērīšanā (Catani, 1992).

Testēšanas protokolā ietilpa piecu minūšu augšstilba muskuļu iestiepums, astoņu minūšu iesildīšanās ar brīvām kustībām, trīs minūšu speciālā iesildīšanās uz izokinētiskās ierīces REV-

9000. Sekoja testēšana izometriskos apstākļos, ar trim atkārtojumiem pa piecām sekundēm (sk. 1. un 2.att.). Pirmo mēs testējām dominanto ekstremitāti. Starp atkārtotiem testiem vienai kājai bija vienas minūtes pārtraukums, bet starp testiem starp vienu un otru kāju bija piecu minūšu atpūta.



2.att. Sportistu elektromiogrāfiskā aktivitāte izometriskajā muskuļu darba režīmā



3.att. Sportistu dinamogramma izometriskajā muskuļu darba režīmā

Elektromiogrāfiskajai apstrādei mēs izvēlējāmies labāko atkārtojumu no trim iespējamajiem. Elektrodi tika novietoti uz ādas pēc literatūrā sastopamajām rekomendācijām (Basmajian, 1980), ievērojot muskuļšķiedru garenvirzienu. Ar elektrodu palīdzību tika reģistrēti augšstilba ekstensoru muskuļu biopotenciāli. Elektromiogrāfiskais signāls tika padots no subjekta uz elektromiogrāfu ar optisko šķiedru palīdzību. Signāls elektromiogrāfā tika desmitkārtīgi palielināts un novadīts caur frekvenču filtru (200Hz). Lai ierobežotu neprecizitātes, signāls tika iztaisnots (attīrīts) un integrēts (10ms). Pielietojamie bipolārie elektrodi bija 10mm diametrā ar fiksētu attālumu starp elektrodiem – 20mm. Elektromiogrāfiskais faktors tika apstrādāts, izmantojot iztaisnotā un integrētā signāla laukuma amplitūdu. Analīzei, vadoties no rekomendācijām, tika izmantoti absolūtie rezultāti (Basmajian, 1980; Mayer, 1985; Sondeberg, 1983).

Rezultāti

Cilvēka ķermeņa noteiktu daļu kustības ātrums vienmēr ir atkarīgs no ārējās slodzes, kā arī citiem sekojošiem faktoriem: a) no muskuļa šķērsriezuma; b) no nervu impulsa aiztures sensorās sistēmās, kuras kontrolē šo kustību; d) no šo nervu signālu aiztures proprioceptīvās sistēmas orgānos, kas uztver piepūli. Šie faktori ir savā starpā saistīti.

Kustība, kuru mēs pētām, ir samērā „vienkārša”. Tomēr varam pieņemt, ka muskuļu sasprindzināšanās un atslābināšanās parametri dos iespēju kontrolēt nervu muskuļu aparāta funkcionālo stāvokli un noteikt pielietojamo līdzekļu ietekmi uz biomotorām spējām svarcelšanā. Veicot testēšanas vingrinājumu Latvijas svarcēlājiem izometriskajā režīmā, reģistrējot muskuļu sasprindzinājumu ar maksimālo spēka momentu, laika limita un atslābināšanās ātrumu, novērojama sekojoša aina (sk. 1.tab.).

1. tabula

Muskuļu sasprindzināšanās un atslābināšanās parametri Latvijas svarcēlājiem (n=48)

Parametri	LSL EMG s	LSL DG s	SP s	t_p s	F_p Nm	$F_{p\text{rel}}$ Nm/kg
$x \pm \sigma$	0,20±0,02	0,25±0,05	0,06±0,02	0,3±0,03	84±3,5	1,45±0,04
Parametri	F_{max} Nm	$F_{\text{max}}^{\text{rel}}$ Nm/kg	PAP s	LAP s	t_{atsl} s	$t_{F\text{max}}$ Nm
$x \pm \sigma$	240±1,5	4,13±0,07	0,57±0,02	0,38±0,04	0,43±0,02	240±1,5

Raksturīgās īpatnības, kas piemīt Latvijas svarcēlāju muskuļu sasprindzinājuma (kontrahēšanās) fāžu periodiem (iniciācijas fāzei un sasprindzinājuma pieaugšanai), sasprindzinājuma saglabāšanās fāzei) parāda, ka pēc bioelektriskās aktivitātes, ar aizkavēšanos uz elektromehāniskā pārnese laiku $SP=0,06\pm 0,02s$ (SP – slēptais periods), tiek novērots viļņveidīgs muskuļu spēka momenta pieaugums (F_p) (sk. 3.att.).

Pēc pirmā impulsa biopotenciālu amplitūda samazinās, reizēm pat konstatēta pilna īslaicīga bioelektriskās aktivitātes izzušana.

Pēc bioelektriskās aktivitātes samazināšanās, uzreiz pēc pirmā „pīķa” sasniegšanas, novērojama muskuļu spēka momenta samazināšanās. „Viļņu” sekošanas biežums uz dinamogrammas atbilst impulsiem uz EMG un to intervāls ir no 15 līdz 30. Spēka momenta pieauguma laikā pie maksimāliem rādītājiem izometriskajā režīmā „viļņu” sekošanas biežums nedaudz palielinās. Spēka momenta pieauguma laikā novērojama biopotenciālu amplitūdas paaugstināšanās impulsos, tā kļūst augstāka arī intervālos starp impulsiem, līdz ar to EMG sadalīšanās nav izteikta.

Latvijas svarcēlāju nervu muskuļu aparāta atslābināšanās procesa bioelektriskās aktivitātes raksturojumam izmantojām dažādus papildinājumus, piemēram, LAL (latentais atslābināšanās laiks), PDP (pēcdarbības potenciāli), PAP (pilns atslābināšanās periods).

Elektroniogrammu raksturojam ar strauju biopotenciālu amplitūdas samazināšanu un pilnu bioelektriskās aktivitātes pārtraukšanu, kura bija novērojama ātrāk vidēji par $0,06\pm 0,003s$ dinamogrammas parametru sākuma samazināšanos.

Latvijas svarcēlājiem latentais atslābināšanās periods (LAP) raksturīgs ar to, ka biopotenciāli samazinās pakāpeniski, bet pilnīgs bioelektriskās aktivitātes impulsa zudums parādās dinamogrammas sākuma samazināšanās vidēji pēc $0,04\pm 0,003s$. Šī tendence bija raksturīga 25% no visiem atlētiem. Pārējiem 75% atlētu biopotenciālu amplitūda arī pakāpeniski samazinājās, bet pilnīgs elektriskās aktivitātes impulsa zudums notiek dinamogrammas vidū vidēji pēc $0,20\pm 0,001s$.

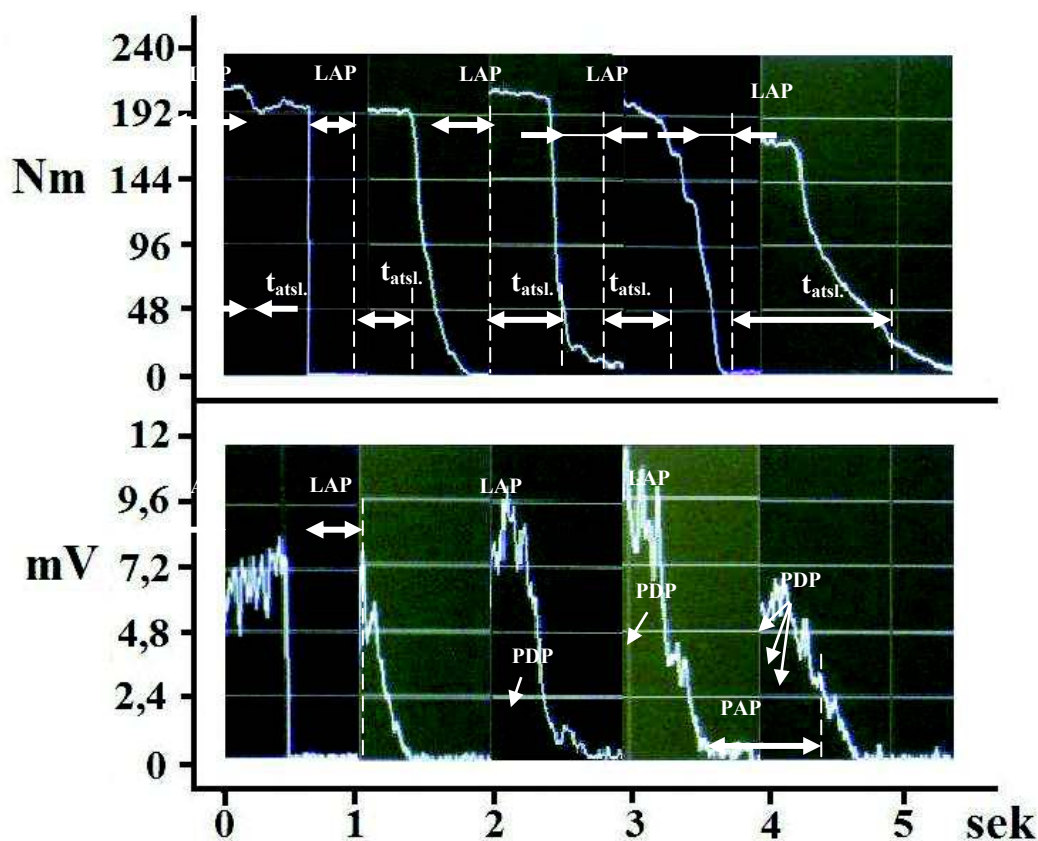
Svarcēlājiem uz atslābināšanās sākuma fona pēc laika no 0,01 līdz 0,5s parādās viens vai vairāki pēcdarbības potenciāli (PDP). Šī tendence novērota svarcēlājiem, kuriem raksturīgas recidīvas traumas.

Pēc elektroniogrammas praktiski nevar noteikt latento atslābināšanās laiku (LAL), mēs analizējām pilnu atslābināšanās periodu (PAP). Ja atslābināšanās procesa laikā pēc EMG nav pēcdarbības potenciālu (PDP), tad pilnais atslābināšanās periods (PAP) ir vienāds ar ātro atslābināšanās periodu (ĀAP) un lēno atslābināšanās periodu (LAP); 45% svarcēlājiem PAP ir līdzīgs laika periodam no signāla muskuļu atslābināšanai līdz bioelektriskās aktivitātes zudumam.

Latvijas svarcēlājiem raksturīgi kā atsevišķi, tā vairāku impulsu pēcdarbības potenciāli uz muskuļu atslābināšanās fona; 55% no visiem svarcēlājiem raksturīgi atsevišķi potenciāli pēc bioelektriskās aktivitātes samazināšanās, kas notiek vidēji pēc $0,20\pm 0,012s$, 30% svarcēlājiem raksturīgi vairāku impulsu pēcdarbības potenciāli ar vidējo ilgumu $0,26\pm 0,01s$; 15% svarcēlājiem atslābināšanās procesu sastāda viens parametrs – LAP (lēnais atslābināšanās periods).

Diskusija

Mūsu pētījums parāda, ka Latvijas svarcēlājiem atslābināšanās process atšķiras ar lielo variativitāti un formas dažādību, kuros izdala piecus pamata variantus (sk. 4.att.).



4.att. Latvijas svarcēlāju muskuļu atslābināšanās varianti

Pirmajam atslābināšanās variantam raksturīga ātra bioelektriskās aktivitātes samazināšanās un pārtraukšana ($\bar{A}AP=0,18\pm 0,004s$). Atslābināšanās periodam pēc dinamogrammas raksturīgs latentais atslābināšanās laiks ($LAL=0,209\pm 0,002s$) ar ļoti augstu atslābināšanās laika parametru ($T_{atsl}=0,12\pm 0,001s$).

Otram atslābināšanās variantam raksturīgs bioelektriskās aktivitātes lēns samazinājums ($LAP=0,242\pm 0,009s$), pilnīgs tās zudums novērojams pēc dinamogrammas parametru samazināšanās ($LAL=0,196\pm 0,008s$). Muskuļu pāreja no sasprindzināšanās procesa uz atslābināšanās procesu ilgst $0,169\pm 0,002s$.

Trešais atslābināšanās variants Latvijas svarcēlājiem raksturīgs ar ātru bioelektriskās aktivitātes samazināšanos ($\bar{A}AP=0,189\pm 0,007s$, $LAL=0,210\pm 0,01s$). Atslābināšanās procesu laikā pēc EMG aktivitātes beigšanās parādās pēcdarbības potenciāli (PDP), kuri izsauc strauju atslābināšanās procesu pasliktināšanos. Atsevišķos gadījumos pēcdarbības potenciāls sasniedz 80% no maksimālā spēka momenta. Atslābināšanās laiks paaugstinās un sasniedz $0,215\pm 0,006s$, bet pilnais atslābināšanās periods (PAP) pēc EMG tiek summēts no trim komponentiem $PAP=\bar{A}AP+PDS+PDP=0,295\pm 0,008s$.

Ceturtais Latvijas svarcēlāju atslābināšanās procesu variants ir otrā un trešā varianta apvienojums. Šim variantam raksturīga lēna bioelektrisko aktivitāšu samazināšana. Pēc dinamogrammas atslābināšana sākas ātrāk ($LAL=0,206\pm 0,017s$), nekā bioelektriskā aktivitāte pilnīgi pazūd ($LAP=0,214\pm 0,14s$). Ceturtajā atslābināšanās variantā novērojams jauns spēka izpaušmju „vilnis”, kurš tiek „izsaukts” ar pēcdarbības potenciāliem kā trešajā variantā. Šai gadījumā atslābināšanās laiks ir vēl lielāks ($0,242\pm 0,011s$) un pilnais atslābināšanās periods (PAP) sastāv no trijiem komponentiem – no lēnā atslābināšanās perioda (LAP), pēcdarbības sākuma (PDS), pēcdarbības potenciāliem (PDP) un sastāda $0,311\pm 0,18s$.

Piektajā variantā atslābināšanās process bija ļoti ilgstošs ($t_{atsl}=0,311\pm 0,014s$). Šai atslābināšanās formai ir raksturīga zemas voltāžas EMG, kur arī eksistē pēcdarbības potenciāls ($PDP=0,362\pm 0,015s$).

Ņemot vērā Latvijas svarcēlāju muskuļu sasprindzināšanas un atslābināšanas procesu īpatnības, mēs pielietojām J.Visočina analītiskās metodes formulas (Высочин, 2001):

$$K = \frac{E}{P(SP + t_p)} F_p, \text{ kur}$$

EK – eksplozīvais koeficients;

P – ķermeņa masa (kg);

SP – elektromehāniskā signāla laiks no brīža, kad parādās pirmās oscilācijas līdz dinamogrammas progresējošam stāvoklim (s);

t_p – laiks, kurā notiek ātrs un nepārtraukts spēka momenta pieaugums no 0 līdz F_p (s);

F_p – spēka momenta nepārtrauktā pieauguma parametrs, no 0 līdz dinamogrammas pirmajam „pīķim” (Nm).

$$K = \frac{A}{t_{atsl}} I, \text{ kur}$$

AK – atslābināšanās koeficients;

t_{atsl} – atslābināšanās laiks, kurā notiek muskuļa spēka momenta samazināšanās līdz 0 (s).

$$K = \frac{F_r}{p} 5 F_m, \text{ kur}$$

$F_r K$ – relatīvā spēka koeficients;

F_m – maksimālais spēka moments Nm;

P – ķermeņa masa (kg).

Muskuļu funkcionālā stāvokļa noteikšanai mēs izmantojām „eksplozīvo” koeficientu, atslābināšanās koeficientu un maksimālā relatīvā spēka momentu koeficientu summu:

$$\sum k = EK + AK + F_r K$$

Skaitliskā materiālā statistiskā analīze pierādīja augstu maksimālā spēka momenta un atslābināšanās ātruma dažādību. Ja spēka momenta parametru variāciju koeficients sastādīja 10%, tad ātrspēka rādītājam tas bija 18%, bet atslābināšanās ātrumam 35%.

Sasprindzināšanās un atslābināšanās parametru salīdzināšana iegūtajās līknēs ļāva mums veikt konkrēto ātrumu salīdzinājumu:

- Svarcēlāji, kuriem muskuļi ļoti ātri sasprindzinās un ļoti ātri atslābinās;
- Svarcēlāji, kuriem muskuļi ātri sasprindzinās un ātri atslābinās;
- Svarcēlāji, kuriem muskuļi ātri sasprindzinās un lēni atslābinās;
- Svarcēlāji, kuriem muskuļi lēni sasprindzinās un ātri atslābinās;
- Svarcēlāji, kuriem muskuļi lēni sasprindzinās un lēni atslābinās.

Šāds maksimālā spēka momenta rezultāts, kā arī dažāds izpildījuma laiks maksimālā spēka momenta sasniegšanai acīmredzot ir saistīts ar nevienādo spēju ātri pāriet no sasprindzināšanās uz atslābināšanās procesu, un uz nākošo sasprindzināšanās un atslābināšanās ciklu.

Iegūtos rezultātus var saistīt ar antropometriskajiem rādītājiem, kā arī komponentu variācijām (sk. 2.tab.).

Muskuļu funkcionālais līmenis Latvijas svarcēlājiem (n=16)

Koeficients	Ek	F _r K	AK	ΣK
$x \pm \sigma$	3,14±0,5	4,60±0,37	3,08±0,01	10,82±0,29

Latvijas svarcēlājiem ievērojami atšķiras muskuļu atslābināšanās laiks (t_{atsl}). Tas norāda uz šī rādītāja īpatnībām un orientē uz to, ka svarcēlāju sagatavošanas programmā jāiekļauj metodes muskuļu atslābināšanās pilnveidei. Sasprindzināšanās un atslābināšanās procesu līmenis neļauj Latvijas svarcēlājiem vienlaikus rekrutēt ievērojamu daudzumu kustības vienību un tikpat ātri tās atslābināt.

Jo īsāks svarcēlāju muskuļu latentais sasprindzinājuma laiks, jo ātrāk tiek sasniegta pirmā maksimālā piepūle („pīķis”) pēc dinamogrammas, jo lielāks šīs piepūles rādītājs, jo ātrāk pieslēdzas mehānismi, kas ir atbildīgi par muskuļu atslābināšanos un efektīvāka ir atslābināšanās pēc pilna perioda rādītāja.

Secinājumi

1. Latvijas svarcēlāju nervu muskuļu aparāta sasprindzināšanās un atslābināšanās procesu salīdzināšana dod iespēju noteikt muskuļu funkcionālo stāvokli: labākie funkcionālā stāvokļa rādītāji $\Sigma K=9,66 \pm 0,41$ un zemākie $\Sigma K=6,42 \pm 0,22$.

2. Svarcēlājiem nervu muskuļu aparāta sasprindzināšanās un atslābināšanās procesu salīdzināšana sacensībām atbilstošā situācijā iegūtajās līknēs deva iespēju izdalīt dažādus muskuļu sasprindzināšanās un atslābināšanās mijiedarbības variantus: sportistu muskuļi ļoti ātri sasprindzinās un ļoti ātri atslābinās; sportistu muskuļi ātri sasprindzinās un ātri atslābinās; sportistu muskuļi ātri sasprindzinās un lēni atslābinās; sportistu muskuļi lēni sasprindzinās un ātri atslābinās; sportistu muskuļi lēni sasprindzinās un lēni atslābinās.

3. Latvijas svarcēlājiem treniņu procesā jāpievērš papildus uzmanība muskuļu atslābināšanās un sasprindzināšanās procesu pilnveidei, izvēloties attiecīgus treniņu līdzekļus.

Literatūra

1. Basmajian, J. V. & Blumenstein, R. (1980). *Electrode placement for EMG biofeedback*. Baltimore, MD, Williams&Wilkins, p.16. – 89.
2. Catani, F. (1992). *User Manual REV 9000*. Forli: Technogym Research Centre, p.55 – 60.
3. Čupriks, L. (2003). *Optimāla izmantoto līdzekļu ietekme uz vingrinājuma labāku izpildījumu sacensībās*. LSPA zinātniskie raksti, Rīga, 41. – 46. lpp.
4. Mayer, T., Smith, S., Keeley, J. & Money, V. (1985). Quantification of Lumbar Function Part 2: Sagittal Plane Trunk Strength in Chronic Low Back Pain Patients. *Spine*, 10, p.765 – 772.
5. Frolovs, V., Krasovs, J. & Upmalis. (1987) *J. Svarcelšana iesācējiem*. Rīga, Avots, 86 lpp.
6. Sondeberg, G.L. & Cook T.M. (1983) *An electromyographic analysis of quadriceps femoris muscle setting and straight leg rising*. *Physical Therapy*, 63, p.1434 – 1438.
7. Высочин, Ю.В. & Денисенко. Ю.П. (2001). Факторы, лимитирующие прогресс спортивных результатов и квалификации футболистов. Теория и практика физической культуры. № 2. с. 17 - 21
8. Медведев А.С. (1986). *Программа многолетней тренировки в тяжелой атлетике*. Москва, Физкультура и спорт, с.10 – 81.

9. Шакирзянов, М.С., Упмалис, Я.Р., Красов, Е.А., Чуприк, Л.В. & Сартапутнис В.П. (1987). Импульс, как показатель уровня тренированности в тяжелой атлетике. Актуальные проблемы физической культуры и спорта. Сборник статей. Рига, с. 112. - 124.

Акceptēts: 2013. gada 30.oktobrī