

LIETUVOS KŪNO KULTŪROS AKADEMIJA
SPORTO BIOMEDICINOS FAKULTETAS
TAIKOMOSIOS FIZIOLOGIJOS IR SVEIKATOS UGDYMO KATEDRA
SPORTO FIZIOLOGIJOS STUDIJŲ PROGRAMA

Andrius Bagotyrius

***Judesių tikslumas atliekant vertikalius
šuolius įvairiais būdais***

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: prof. habil. dr. A. Skurvydas

Kaunas 2006

TURINYS

SANTRAUKA.....	6
SUMMARY.....	7
ĮVADAS	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1. 1. Raumens sandara ir funkcija.....	10
1. 1. 1. Raumens sandara.....	11
1. 1. 2. Raumens funkcionavimas.....	13
1. 2. Raumens susitraukimo tipai.....	14
1. 3. Mechaninės energijos gamybos būdai raumenyse.....	15
1. 4. Raumeninių skaidulų tipai ir funkcinės ypatybės.....	19
1. 5. Raumeninių skaidulų įtraukimas į veiklą.....	22
1. 5. 1. Raumenų įsidirbimas.....	22
1. 5. 2. Raumenų potenciacija.....	23
1. 5. 3. Raumenų reaktyvumas.....	26
1. 6. Sensorinių ir sensomotorinės sistemų struktūra ir funkcijos.....	27
1. 7. Judėjimo įgūdžių susidarymo sąlygos.....	29
1. 8. Judesių realizavimo fiziologiniai mechanizmai.....	29
1. 9. Nugaros smegenų judamieji refleksai	31
1. 9. 1. Antagonistinių raumenų centrų reciprokinė tarpusavio veikla.....	32
1. 9. 2. Nugaros smegenų tonusinė veikla.....	33
1. 10. Šoklumo fiziologiniai pagrindai.....	33
1. 10. 1. Šoklumą lemiantys fiziologiniai ir biomechaniniai veiksniai.....	36
2. TYRIMO METODAI IR ORGANIZAVIMAS.....	39
2. 1. Tyrimų eiga	40
2. 2. Matematinė statistika.....	40
3. TYRIMŲ REZULTATAI.....	41
4. APTARIMAS.....	48
IŠVADOS.....	51
LITERATŪRA.....	52

Santraupos

ATP	Adenozintrifosfatas
ADP	Adenozindifosfatas
DHP	Dihidropiridinas
GGV	Greitai susitraukiančios raumeninės skaidulos
g	laisvo kritimo pagreitis (9.81 m/s^2)
HMM	Sunkiosios miozino molekulės grandys
h	šolio aukštis (cm)
K	Kreatinas
kcal	kilokalorija
LLV	Lėtai susitraukiančios raumeninės skaidulos raumeninės skaidulos
LMM	Lengvosios miozino molekulės grandys
LSi	Lėtai susitraukiančios ištvėrimingos
MV	Motiriniai vienetai
PD	pulso dažnis
PMR	psichomotorinė reakcija
PTP	Raumenų posttetaninė potenciacija
P	Neorganinis fosfatas
RS	Raumeninė skaidula
SR	Sarkoplazminis retikulumas
t_p	Šolio laikas (s)
VP	veikimo potencialas

SANTRAUKA

Darbo pavadinimas – judesių tikslumas, atliekant vertikalius šuolius įvairiais būdais. Darbe tirtas sveikų sportuojančių krepšinį (22 - 26 m.) ir „trikovės“ sporto šaką kultivuojančių vyrų (19 - 20 m.) judesių tikslumas, atliekant vertikalius šuolius įvairiais būdais: **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); **DJ** – vertikalus šuolis nuo 40 cm pakylės, pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo; **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius). Tyrimai atlikti 2004 m. lapkričio - gruodžio ir 2006 m. kovo mėnesiais.

Tyrimo tikslas - nustatyti ir įvertinti judesių variabilumą, atliekant vertikalius šuolius įvairiais būdais.

Šuolių aukščiui nustatyti buvo naudojama kontaktinė platforma, sujungta su elektroniniu šuolio aukščio ir atsispyrimo laiko matuokliu. Sportininkų šuolių rezultatai surašyti į asmeninį šuolių protokolą. Tyrimo rezultatai apdoroti matematinės statistikos metodais.

Uždaviniai: nustatyti judesių variabilumą prieš krūvį ir po jo, taip pat nustatyti, kokią reikšmę judesių tikslumui turėjo grįžtamoji informacija ir palyginti judesių variabilumo rodiklius tarp atliktų testų.

Nustatyta, jog testų pradžioje 5 maksimalių kontrolinių šuolių rodikliai buvo didesni nei pabaigoje, rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas (atitinkamai CMJ – 38.4 ± 1.4 ir 38.3 ± 1.4 cm.; DJ – 38.6 ± 1.5 ir 37.0 ± 1.3 cm.; SJ – 37.6 ± 1.2 ir 36.4 ± 1.1 cm., $p > 0.05$). Atlikus 10 šuolių prieš krūvį su atgaline informacija ir be jos, tiksliausi šuoliai atlikti SJ tyrime (atitinkamai 18.9 ± 0.7 ir 18.8 ± 2.0 cm., $p > 0.05$), blogiausi rezultatai gauti tyrime DJ (atitinkamai su atgaline informacija 20.7 ± 2.8 ir be atgalinės – 21.7 ± 2.2 cm., $p > 0.05$). Po 50 šuolių krūvio, tiriamieji atliko 10 šuolių be atgalinės informacijos, tiksliausi šuoliai buvo DJ ir SJ tyrimuose, rodiklių skirtumas statistiškai patikimas (atitinkamai 20.5 ± 2.1 ir 18.7 ± 1.6 cm., $p < 0.05$). Gauti rezultatai parodė, jog grįžtamoji informacija sportininkams labiau padėjo testų pradžioje. Tai patvirtina iš karto po krūvio atliktų 10 šuolių be atgalinio ryšio rodikliai, kurie buvo truputį tikslesni nei gaunant atgalinį ryšį prieš krūvį.

Raktažodžiai: sportininkai, vertikalus šuolis, grįžtamoji informacija, variabilumas.

SUMMARY

Job title - the accuracy of vertical jump in different ways. The analysed object were healthy basketball players (22 - 26) and triathlonists (19 - 20) making jumps in different ways: **CMJ** - vertical jump with shockproof sit up (per crooked knee up to 90°); **DJ** – vertical jump from 40 cm platform (sit up to 90°); **SJ** – vertical jump from a static starting position (sit up to 90°). Research timing: November – December (2004) and March (2006).

The variability of movement by making vertical jumps in different ways is the main point of this study.

To measure the level of spring the contact platform was used. It was connected with the electronic meter of spring that measured spring's height and take-off time. Sportsmen's results were recorded into the individual springs protocol. Using the methods of statistical mathematics the results of research were treated.

Main tasks: determinate variability of jumps before and after strain, also determinate feedback information and compare variability of movement during this tests.

The first 5 jumps made were better at the beginning than at the end. The difference is unreliable (accordingly CMJ – 38.4 ± 1.4 and 38.3 ± 1.4 cm.; DJ – 38.6 ± 1.5 and 37.0 ± 1.3 cm.; SJ – 37.6 ± 1.2 and 36.4 ± 1.1 cm., $p > 0.05$). After 10 jumps (with/without feedback information) before strain were: best in SJ (according 18.9 ± 0.7 and 18.8 ± 2.0 cm, $p > 0.05$), worst DJ (according to feedback information 20.7 ± 2.8 and without it – 21.7 ± 2.2 cm., $p > 0.05$). After 50 jumps sportsmen made 10 jumps without feedback information, best results were at the DJ and SJ research. Difference of indicator is statistically secure (accordingly to 20.5 ± 2.1 and 18.7 ± 1.6 cm, $p < 0.05$). Results showed that the feedback information helped more at first, to prove it we made 10 jumps after strain without feedback information.

Keywords: sportsmen, vertical jump, feedback information, variability.

IVADAS

Bet kokiam judesiui atlikti būtinos tam tikros raumenų susitraukimo pastangos. Vieno judesio metu raumuo privalo nugalėti labai didelį išorinį pasipriešinimą (pvz., didelio svorio štangos kėlimas), kito – vidutinį (pvz., šuolis į aukštį, į tolį), o dar kito – mažą (pvz., bėgimas maksimaliu greičiu, stalo tenisininko smūgiai). Raumuo maksimaliomis valios pastangomis, įveikdamas didelį išorinį pasipriešinimą, išvysto didesnę jėgą, bet mažesnę greitį negu įveikdamas mažą išorinį pasipriešinimą (Skurvydas, 1989). Raumuo susitraukia didžiausiu galingumu kai išorinis pasipriešinimas sudaro apie 30% maksimalaus galimo (Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990).

Nedaug yra sportinių pratimų, kurie būtų atliekami vien izometrinio, ekscentrinio ar koncentrinio raumens susitraukimo režimo metu. Deja, daugumoje fundamentalių darbų, nagrinėjančių nervų – raumenų aparato funkcionavimo ypatumus sprogstamojo susitraukimo metu, minėti raumens darbo režimai nagrinėjami izoliuotai. Mišrūs raumens darbo režimai, tokie kaip: izometrinis – koncentrinis, ekscentrinis – izometrinis – koncentrinis ir kt., paliko tyrimų nuošalyje. Šis trūkumas labai atsiliepia trenerių darbui.

Elgesio visumoje paprasti refleksai susiderindami apsprendžia sudėtingus judamuosius judesius. Sudėtingesnės judesių formos yra refleksų daugiafazinė grandinė, kuri pagrįsta ne elementariais koordinaciniais ryšiais, o yra judamuoju įgūdžiu, arba judesio veikla, susidariusiu apmokymo procese pagal sąlyginių refleksų mechanizmų arba programuojamu aukščiausiais galvos smegenų skyriais. Tuo būdu daugeliu atvejų paprastesnės koordinacijos, susidariusios nugaros smegenų lygyje arba galvos smegenų kamieno yra nuslopinamos arba neatpažįstamai pasikeičia (Коц, 1982).

N. Beršteinas (1986) pabrėžia, kad judesių įsisąmoninimas ir valingumas didėja lygiais, pereinant iš žemutinių į aukštesnius. Priklausomai nuo to, kaip yra įsisavintas judesio atlikimas, jo įgūdis, aukščiau esantis lygis atlieka vedantįjį vaidmenį, o žemesnysis – foninį.

Temos aktualumas.

Darbo literatūros apžvalgoje, remiantis įvairia moksline literatūra, vadovaujantis kitų autorių nuomonėmis, samprotavimais ir jų atliktais tyrimais, analizuojamas judesių variabilumas, kalbama apie fiziologinius faktorius, žmogaus psichomotorikos dėsningumus, šoklumo kaip fizinės ypatybės sampratą, raumens struktūrą, jo susitraukimo mechanizmus.

Tikiuosi, kad šis atliktas darbas padės išsamiau suvokti žmogaus psichomotorikos dėsningumus, CNS atskirų skyrių reikšmę judesių reguliacijoje, bei programavimo, grįžtamųjų ryšių ir sensorinės koreliacijos procesus.

Mokslinis naujumas.

Mūsų atliktas tyrimas įdomus tuo, kad buvo stebima kokią įtaką turi atgalinis grįžtamasis ryšys žmogaus psichomotorikai ir judesių variabilumui. Trūksta originalių tyrimų, padedančių suvokti žmogaus galvos smegenų veiklos principus valdant judesius (Skurvydas, 1999).

Tikslas:

Nustatyti ir įvertinti judesių variabilumą, atliekant vertikalius šuolius įvairiais būdais.

Uždaviniai:

1. Nustatyti judesių variabilumą prieš krūvį ir po jo.
2. Nustatyti kokią reikšmę judesių tikslumui turėjo grįžtamoji informacija.
3. Palyginti judesių variabilumo rodiklius tarp atliktų testų.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Raumens sandara ir funkcija

Kiekvieno judesio pagrindinė sąlyga yra raumens susitraukimas. Judesiai prasideda galvos smegenų didžiųjų pusrutulių žievės motorinės zonos ląstelių jaudinimu. Nerviniai impulsai motoriniais neuronais siunčiami į raumenis (vienu motoriniu neuronu impulsai gali būti siunčiami į 120–160 raumenų skaidulų). Nervinės ląstelės, neuronas ir įnervuojamos skaidulos sudaro vieną motorinį vienetą. Atliekant skirtingus judesius, gali ištraukti šimtai ir keli tūkstančiai motorinių vienetų. Piršto arba akių raumenys disponuoja daugiau nei 1 500 motorinių vienetų, tuo tarpu nugaros tiesimo raumenys, nepaisant didelės savo masės, – tik apie 750 motorinių vienetų. Raumenyse, sausgyslėse, raiščiuose ir sąnariuose yra proprioceptoriai, iš kurių įcentriniais nervais į galvos smegenis siunčiami impulsai, signalizuojantys apie atliekamą judesį, atskirų kūno dalių padėtį, raumenų įsitempimo laipsnį. Todėl judesius galima koordinuoti, įtraukiant į veiklą reikiamus motorinius vienetus, raumenis ir jų grupes, taip pat valdyti įsitempimo jėgą, greitį. Treniruojantis tuo pačiu metu galima suaktyvinti ir įtraukti į darbą daugiau motorinių vienetų, taip didinant ir raumens jėgą.

Bet koks žmogaus judesys, nuo akies mirktelėjimo iki maratoninio bėgimo, priklauso nuo adekvataus – atitinkamo skeleto raumenų funkcionavimo (Wilmore, Costill, 1994).

Tik išnagrinėję raumens struktūrą, galėsime suprasti, kaip funkcionuoja susitraukdamas raumuo, kaip atsiranda jėga, būtina judesių atlikimui. Galėsime išsiaiškinti, kokie fiziologiniai faktoriai lemia jėgą ir greitumą.

Pasak J. Jaščanino (1989), bet koks žmogaus valingas judesys įvyksta dėl judėjimo ir jėgos generavimo organų – raumenų susitraukimo.

Sportuojant, atliekami įvairaus sudėtingumo, amplitudės, greitumo ir trukmės judesiai, įveikiant išorines jėgas arba joms pasipriešinant. Judesiai atliekami raumenimis, įsitempiančiais ir judinančiais atskiras griaučių dalis, įvairius sąnarius (Skernevičius, 1997).

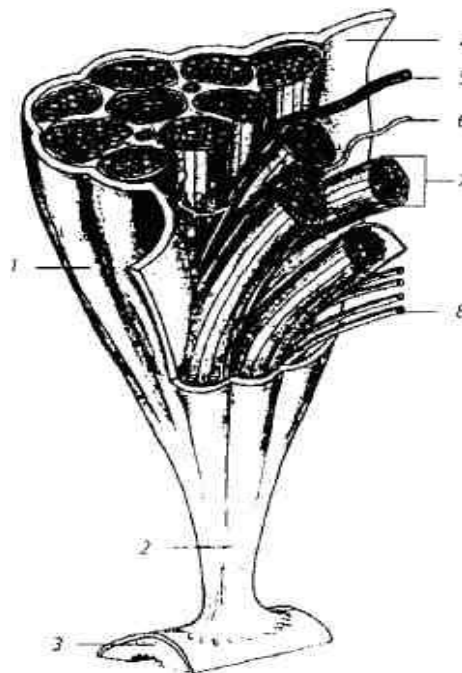
Raumenys yra judamojo aparato aktyvioji dalis, jie judina pasyviąją dalį – kaulus. Pagrindinė raumeninio audinio savybė – sugebėjimas susitraukti. Raumenys judina atskiras kūno dalis, dėl jų kūnas keičia vietą ir padėtį erdvėje. Visi paprasti ir sudėtingi žmogaus kūno judesiai, priklausantys nuo mūsų valios, atliekami raumenų, kurių pagrindą sudaro skersaruožis raumeninis audinys. Šie raumenys prisitvirtina prie kaulų, kremzlių, fascijų, jie judina griaučius ir vadinami skeleto raumenimis (Burneckis, Gavelis, Pavilionis ir kt., 1984).

1.1.1. Raumens sandara

Pagrindinį vaidmenį sporto veikloje atlieka raumenys. Jų treniravimui ir skiriama daugiausia laiko. Dėl to turime gerai pažinti pagrindinį treniravimo objektą, jo sandarą ir funkciją, atliekant veiksmą (Skernevičius, 1997). Raumuo sudarytas iš raumenų ląstelių, skaidulų ir jungiamojo audinio ląstelių. Jungiamasis audinys sujungia raumenų ląsteles arba skaidulas į bendrą visumą – sistemą. Be to, jungiamajame audinyje išsišakoja kraujagyslės, kurios su krauju atneša deguonį ir maisto medžiagas, reikalingas raumenų ląstelių intensyviai veiklai. Ląstelių judėjimas ir susitraukimas yra vienas iš svarbiausių gyvybės požymių. Raumeninių ląstelių citoplazmoje gausu specialių, galinčių susitraukti, struktūrų, kurios išdėstytos išilgai ląstelės (Paškevičienė, 1999).

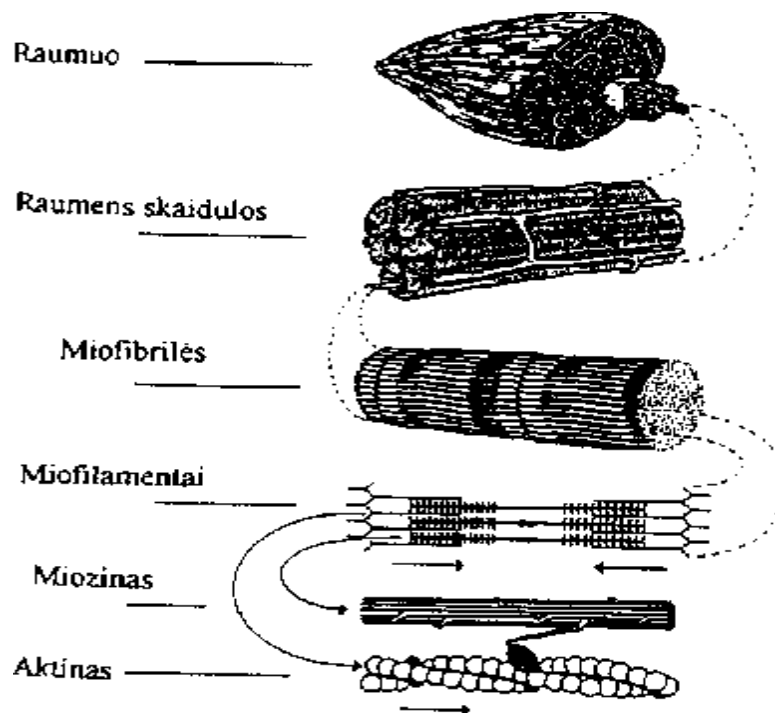
Anot D. Paškevičienės (1999), raumeninis audinys skirstomas į lygųjį ir skersaruožį. Pagal fiziologines savybes šis audinys gali susitraukti valingai ir nevalingai. Pirmai grupei priklauso skeleto (somatinis) raumeninis audinys, o antrajai – lygusis vidaus organų (visceralinis) raumeninis audinys ir širdies skersaruožis raumeninis audinys.

Jeigu atliktume skersinį raumens pjūvį, pirmiausiai tektų perpjauti išorinį raumens jungiamąjį audinį – EPIMISIUM.



1pav. Raumens sandara:
1 – griaučių skersaruožis raumuo, 2 – sausgyslė, 3 – kaulas, 4 – jungiamojo audinio plėvė, 5 – kraujagyslė, 6 – nervas, 7 – raumenų skaidulų pluoštas, 8 – raumenų skaidula

Šis audinys supa raumenį ir suteikia jam formą (Skernevičius, 1997). Perpjovus šį jungiamąjį audinį, pamatytume mažas skaidulų grupeles, padengtas jungiamuoju audiniu. Jungiamasis audinys (apvalkalas), dengiantis kiekvieną skaidulų grupę, vadinamas PERIMISIUM. Ir pagaliau, perpjovus skaidulų grupių – motorinių vienetų, jungiamąjį audinį, per lūpą pamatytume raumeninę skaidulą – atskirą raumeninio audinio ląstelę. Kiekvieną raumenų ląstelę – skaidulą, taipogi dengia jungiamasis audinys – ENDOMISIUM (Wilmore, Costill, 1994). Taigi, pagrindinis žmogaus skeleto raumenų struktūrinis elementas yra daugiabranduolinė raumeninė skaidula, kurios skersmuo – 0,01-0,15 mm, ilgis iki 12 cm. Raumens skaidulą dengia elastingas jungiamasis audinys – sarkolema (Skernevičius, 1997). Tiksliau tai būtų plazminė membrana. Kiekviename raumeninės skaidulos gale sarkolema jungiasi su sausgysle, prisitvirtinančia prie kaulo. Sausgyslė sudaro jungiamąją struktūrą, kuri perduoda raumens generuotą jėgą kaulams. To pasekoje įvyksta judesys (Wilmore, Costill, 1994).



2 pav. Raumens struktūra

Po sarkolema yra baltyminis koloidinis skystis – sarkoplazma. Joje yra raumens susitraukimo elementų – miofibrilių, taip pat mitochondrijų, branduolių ir mikrosomų. Branduoliuose susikaupusi genetinė informacija. Mitochondrijose vyksta ATP (adenozintrifosfatinės rūgšties – pagrindinio energetinio elemento) resintezė (Skernevičius, 1997). ATP yra cheminis junginys, kuriam skylant išlaisvinama energija, reikalinga raumeniui susitraukti. Anaerobinė ATP resintezė vyksta sarkoplazmoje (Platonov, 1997). Aerobinis procesas – energijos gamybos būdas panaudojant deguonį. Anaerobinis procesas priešingai – energijos gamybos būdas be deguonies (Kuklys, Blauzdys, 2000). Mikrosomos yra labai svarbios baltymų resintzei.

71-80% raumens masės sudaro vanduo, 17-21% - baltymai, 3-4% - kitos medžiagos. Sarkoplazmoje yra baltymo mioglobino, kuris savo struktūra panašus į kraujo baltymą hemoglobiną. Dar yra raumens rezervinio baltymo mialbumino, taip pat glikogeno, šiek tiek riebalų, ATP, kreatinfosfato, fermentų, mineralinių druskų ir nemažai kitų elementų. Pagrindiniai miofibrilių susitraukimo elementai yra baltyminiai junginiai – miozino ir aktino siūlai, kurie sudaro mažiausius susitraukimo mechanizmus – sarkomerus (Skernevičius, 1997). Kiekviena miofibrilė susideda iš daugelio sarkomerų, kurių galai jungiasi vienas su kitu. Pažvelgus pro elektroninį mikroskopą, pamatytume dviejų tipų plonus proteino filamentus, atsakingus už raumenų susitraukimą. Plonesni - aktino, storesni – miozino filamentai. Kiekvienoje miofibrilėje šonu į šoną, lygiagrečiai išsidėsto apie 3000 aktino ir apie 1500 miozino siūlų. Juostos, būdingos raumeninei skaidulai - šių filamentų išsidėstymo rezultatas (Wilmore, Costill, 1994; Platonov, 1997; 1988).

1.1.2. Raumens funkcionavimas

Raumenys atlieka darbą įsitempimo - atsipalaidavimo principu (Verchošanskij, 1977, Rešotnikov, 1971). Raumeniui atsipalaiduojant, vyksta reabilitacijos procesai. Nepakankamas raumenų atsipalaidavimas žymiai pablogina kraujo apykaitą, greitumo pratimuose sumažina maksimalų judesių dažnumą, jėgos pratimuose – jėgą (Karoblis, 1994, 1999).

Kiekviena raumeninė skaidula įnervuota atskira nervinės ląstelės aksono atauga – terminale. Grupė homogeniškų skaidulų, įnervuotų vienu aksonu (motoneurono atauga) vadinama motoriniu vienetu (Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990).

Sinapsė tarp terminalės ir raumeninės skaidulos vadinama raumenine sinapse. Ji atlieka kontaktinę, reguliacinę funkcijas (Wilmore, Costill, 1994). Dar sinapsė vadinama motorine plokštele, per kurią raumuo gauna įsakymą susitraukti. Šis, palyginus nesudėtingas derinys, perduoda valingą signalą iš smegenų žievės motorinės zonos ir įvyksta raumens susitraukimas (Paškevičienė, 1999). Sinapsės būna elektrinės, cheminės ir mišrios (Jaščaninas, 1989).

Nervinis impulsas iš centrinės nervų sistemos ateina iki motoneurono aksono ataugų, kurios yra arti ląstelių sarkolemos. Atėjus nerviniam impulsui, nervinės ataugos išskiria neuromediatorių – acetilkoaliną, kuris sudirgina sarkolemos receptorius. Išsiskyrus pakankamai acetilkoalino ant receptorių, elektrinis krūvis pereina per visą skaidulą. Šis procesas vadinamas veiksmo potencialo atsiradimu (atsiranda potencialų skirtumas). Elektrinis potencialų skirtumas susidaro prieš susitraukiant raumeninei skaidulai. Elektrinis impulsas, depolerizuodamas skaidulos membraną, pereina visais skaidulos kanalais – sarkoplazminiu retikulumu (Wilmore, Costill, 1994). Sarkoplazminis retikulumas yra membraninių kanalėlių tinklas, išsidėstęs skaiduloje, jos

sarkoplazmoje. Šie kanalėliai išsidėstę paraleliai miofibrilių ir sudaro rezginius aplink jas. Sarkoplazminiame retikulume susikaupęs kalcis (kalcio jonai), kuris atlieka svarbų vaidmenį susitraukiant raumeninei skaidulai (Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990).

Reakcijų vyksmą, susitraukiant raumeniui, parodo nervinis impulsas, kuris padidina ląstelių membranų laidumą. Dėl jos didėjančio laidumo kyla kalcio jonų koncentracija citoplazmoje, o šis reiškinys, savo ruožtu, suaktyvina kontraktilinius raumens elementus (susitraukimo elementus). Kalcio jonai, darydami poveikį troponino ir tropomiozino sąveikai, skatina aktino ir miozino aktyvių zonų veiklumą. Skersinių miozino tiltelių molekulės pasislenka prie aktino zonų ir kontaktuoja su jomis. Susidaro skersinės jungtys, kurios traukia aktino molekules. Aktino siūlai slenka išilgai miozino siūlų ir tokiu būdu susitraukia raumeninė skaidula (Jaščaninas, 1989). To paskoje susitraukia atitinkami motoriniai vienetai, visas raumuo ar raumenų grupė.. D. F. Cain ir R. E. Davies (1962) įrodė, kad miozinas pasižymi adenozintrifosfazės fermentinėmis savybėmis, katalizuoja energijos atsilaisvinimą iš adenozintrifosfato (ATP).

J. Skernevičius (1997) teigia, jog raumenyse ATP labai nedaug, ir jis gali būti greitai sunaudojamas. Jo gali pakakti vienkartiniam raumens susitraukimui. Pats trumpiausias ir efektyviausias mechaninės energijos gamybos būdas, ATP skylant į ADP (adenozindifosfatą) ir P (neorganinį fosfatą). Sumažėjus ATP iki kritinės ribos, raumuo negali veikti. Tačiau fizinio darbo metu ATP kiekis raumenyje mažai kinta, darbo pradžioje kiek sumažėja, o vėliau grįžta į pradinį lygį ir beveik nesikeičia. Darbo metu ATP pastoviai resintezuojamas (atstatomas) panaudojant kitas medžiagas, esančias raumenyse, arba pristatomas su krauju. Reikėtų paminėti, kad raumens atsipalaidavimas – energetiškai imlesnis (reiklesnis) procesas nei raumens susitraukimas (Koc, 1996).

1. 2. Raumens susitraukimo tipai

Raumuo, pritvirtintas prie kaulo, veikia jį kaip svertą. Išorės jėgos priešinasi raumenų jėgos veikimui, todėl jos vadinamos pasipriešinimo jėgomis. Raumenų susitraukimai yra klasifikuojami pagal raumens įtempimo ir pasipriešinimo jėgos santykį, arba pagal šių jėgų momentų tarpusavio santykį. Kai raumuo pakankamai išsitempia, kad nugalėtų kūno segmentų pasipriešinimą, raumuo sutrumpėja ir priverčia judėti jungtį. Toks susitraukimas vadinamas koncentrinu. Raumens sukuriamas momentas yra tos pačios krypties, kaip ir jungties kampo pokytis. Koncentrinio susitraukimo pavyzdys: keturgalvio šlaunies raumens veikla lipant laiptais į viršų (ištiesinama koja per kelio sąnarį).

Jei raumuo negali pakankamai išsitempti, kad nugalėtų pasipriešinimo jėgą, tai jis įsitempdamas ilgėja. Toks susitraukimas vadinamas ekscentrinis. Raumens jėgos momento kryptis priešinga jungties kampo pokyčiui. Tokio susitraukimo paskirtis — priversti lėčiau judėti išorinių jėgų veikiamą jungtį. Pvz., nulipant laiptais žemyn, keturgalvis raumuo veikia ekscentriškai, sulėtindamas kelio susitraukimą. Ši jėga yra mažesnė, negu reikalinga nugalėti svorio jėgą, bet pakankama, kad galėtų kontroliuoti kūno judėjimą.

Ir koncentrinis, ir ekscentrinis susitraukimai atlieka mechaninį darbą, t.y. raumuo suteikia judesį jungčiai ar kontroliuoja jos judėjimą. Tačiau ne visada raumenys verčia kūną ar jungtį judėti. Pvz., raumenys, padedantys išlaikyti kūno padėtį (pozą), nors ir yra įtempti, bet jokio mechaninio darbo neatlieka, nes nekinta jų ilgis. Toks susitraukimas vadinamas izometrinis. Nors jokio judėjimo nėra ir joks mechaninis darbas neatliekamas, tačiau raumuo atlieka fiziologinį darbą: energija yra naudojama ir išskiriama kaip šiluma. Toks raumens darbas vadinamas statiniu darbu.

Izokinetinis raumens susitraukimas — tai dinaminio raumens darbo rūšis, kurio metu jungties judėjimo greitis yra pastovus, vadinasi ir raumens ilgio kitimo greitis yra pastovus.

Izoinertinis susitraukimas — toks, kurio metu pasipriešinimo jėga, kurią turi nugalėti raumuo, yra pastovi. Jei raumens jėgos momentas yra lygus pasipriešinimo jėgos momentui, tai raumuo susitraukia izometriškai.

Jei raumens jėgos momentas didesnis už pasipriešinimo jėgos momentą, tai raumuo susitraukia (koncentrinis susitraukimas) ir sukelia kūno dalies judėjimą. Taigi izoinertinis susitraukimas gali būti tuo pačiu metu ir izometrinis arba koncentrinis. Pvz., laikant pakeltą krovinį, raumenų susitraukimas bus izoinertinis ir izometrinis.

Izotoninis susitraukimas — tai toks susitraukimas, kurio metu nekinta raumens įtempimas. Tokie susitraukimai yra ne fiziologiški, kadangi judant kūno grandims, kinta jėgos momentai ir kinta raumens įtempimas.

1. 3. Mechaninės energijos gamybos būdai raumenyse

Sudėtingų procesų metu raumenyse cheminė energija paverčiama mechanine, kurios dėka raumuo susitraukia.

Reikėtų pabrėžti, kad raumenų sistemos naudingumo koeficientas yra gana didelis – apie 30 procentų. Kitaip sakant, raumuo dirba efektyviau negu garo mašina arba vidaus degimo variklis (Jaščaninas, 1989). Kaip jau minėjome, energija raumens susitraukimui gaunama skylant adenozintrifosfatinei rūgščiai (ATP) į adenozindifosfatą (ADP) ir neorganinį fosfatą (P). Toks energijos gamybos būdas gali trukti apie 0,25 s – staigus raumens vienkartinis susitraukimas (sporte pavyzdžiu gali būti įrankio metimas, staigus vienkartinis šuolis).

Tačiau ATP kiekis raumenyse nedidelis, todėl, atliekant didesnės trukmės darbą, būtina jo resintezė (atstatymas). ATP gali būti resintezuojama vykstant anaerobinėms (nedeguoninėms) ir aerobinėms (dalyvaujant deguoniui) biocheminėms reakcijoms.

Pirmas ir pats greičiausias bei veiksmingiausias ATP resintezės būdas yra jo gamyba iš kreatinfosfato – iš KP molekulės prijungiamas P prie ADP ir gaunama ATP bei kreatinas K

$$\text{ADP} + \text{KP} \rightarrow \text{ATP} + \text{K}.$$

Tačiau kreatinfosfato raumenyse yra nedaug. KP yra toks makroenergetinis junginys, kuriame kaupiamos energetinės medžiagos naudingos tada, kai raumeniui skubiai ir daug jų prireikia. Tokia ATP resintezė gali trukti ne ilgiau kaip 4-6 s. Per tokį trumpą maksimalaus intensyvumo darbo laiką pieno rūgšties raumenyse ir kraujyje nepadidėja. Todėl toks energijos gamybos būdas vadinamas anaerobiniu alaktatinu (Skernevičius, 1997) (tokio energijos gamybos būdo pavyzdžiu sporte gali būti trišuolis, keli labai intensyvūs šuoliai, 20, 30, 60 m bėgimas maksimaliu greičiu).

Antras būtų mišrus anaerobinis alaktatinis ir glikolitinis energijos gamybos būdas. 15-40 sekundžių trunkantį maksimalaus intensyvumo darbą reikėtų priskirti prie mišrios energijos gamybos iš KP ir glikogeno (be deguonies) būdo. Šis energijos gamybos būdas pasireiškia bėgant 200-400 m., plaukiant 50-100 m., ir kt. (Skernevičius, 1995).

Trečias būtų anaerobinis glikolitinis energijos gamybos būdas. Čia vyrauja anaerobinės glikolizės reakcijos, tai 50-120 s trukmės maksimalaus intensyvumo darbas. Šio darbo trukmę limituoja galimybės kuo ilgesnį laiką gaminti energiją iš glikogeno be deguonies. Taip gaminant energiją, pasigamina daug rūgščių, kurios rūgština organizmo terpę. Rūgščių – šarmų santykinis rodiklis PH mažėja nuo 7,4 iki 7,0 ir mažiau. Fiziologiniai procesai sportininko organizme sutrinka. Darbo intensyvumas krinta arba visai nutraukiamas. Toks energijos gamybos būdas pasireiškia bėgant 400-800 m., plaukiant 100-200 m., čiuožiant pačiūžomis 1000-1500 m., ir kt. (Skernevičius, 1995, 1997).

Ketvirtas energijos gamybos būdas – mišrus anaerobinis glikolitinis ir aerobinis glikolitinis. 2-8 minutes trunkančiam darbui energija teikiama anaerobinės glikolizės ir aerobinių reakcijų būdu. 2 min. maksimalaus intensyvumo darbe 50% energijos gaminama anaerobinės glikolizės ir 50% aerobinių reakcijų būdu, o dirbant 8 min., anaerobinių reakcijų indėlis sumažėja iki 17-20%. Šis

energijos gamybos būdas būdingas bėgant 800, 1500 ir 3000 m., irkluojant 1000-2000 m., ir kt. (Skernevičius, 1995).

Penktas – energijos gamyba maksimaliai naudojant deguonį. Dirbant nuo 10 iki 30-35 min. maksimaliu intensyvumu, didelė dalis energijos vyksta visu pajėgumu. Čia pagrindas yra gausus deguonies naudojimas kiek galima ilgiau. Anaerobinės reakcijos atlieka nemažą vaidmenį startuojant ir finišuojant. Šis energijos gamybos būdas pasireiškia bėgant 3000-10000 m. distancijas, plaukiant 1500 m. ir kt.

Šeštas energijos gamybos būdas pasireiškia labai ilgo fiziniu darbo metu. Ilgiau kaip 35-40 min. trunkančiame darbe, energija gaunama reakcijose su deguonimi iš angliavandenių ir riebalų, o labai ilgai dirbant, vartojami ir baltymai. Šis energijos gamybos būdas pasireiškia bėgant 15, 20, 30 km. ar maratoną, šliuoziant 15, 20, 30, 50 km., triatlone ir pan. (Skernevičius, 1995, Platonov, 1988).

Visi paminėti ATP resintezės būdai vyksta laipsniškai. Pirmomis fizinio darbo sekundėmis vyrauja ATP resintezė iš KP, tačiau laipsniškai prasideda ir anaerobinės glikolizės reakcijos. Jos kaskart aktyvėja, kol pradeda dominuoti. Jau beveik nuo fizinės veiklos pradžios prasideda ir aerobinės reakcijos (Skernevičius, 1997). Tai reiškia, kad anaerobiniai ir aerobiniai procesai organizme vyksta kartu. Tik vieni ar kiti ima dominuoti, priklausomai nuo darbo intensyvumo ir trukmės.

1 lentelė. Anaerobinių ir aerobinių būdu gaunamos energijos santykis, atliekant įvairios trukmės maksimalaus intensyvumo darbą, pagal Jorfeldt, T. (1978).

Maksimalaus intensyvumo darbo trukmė	Energetinis indėlis (kcal)			Santykinis indėlis	
	Anaerobiniai procesai	Aerobiniai procesai	Iš viso	Anaerobiniai procesai %	Aerobiniai procesai %
10 s	20	4	24	83	17
1 min.	30	20	50	60	40
2 min.	30	45	75	40	60
5 min.	30	120	150	20	80
10 min.	25	245	270	9	91
30 min.	20	675	695	3	97
60 min.	15	1200	1215	1	99

Mechaninės energijos gamyba raumenyse, atliekant įvairios trukmės ir intensyvumo darbą, turi savo specifiką. Pagal trukmę ir intensyvumą, darbą galima skirstyti į specifines zonas (Skernevičius, 1997)

2 lentelė. Intensyvumo zonos ir ribos, kurių darbo intensyvumas specifiškai veikia sportininko adaptaciją pagal Skerneckių, J. (1997).

Speci- finės darbo zonos	Maksima- laus intensy- vumo darbo trukmė	Galin- gumas kcal/min	Atliekamo darbo pobūdžio ypatybė pagal mechaninės energijos gamybos būdą	PD (Pulso dažnis) k/min.	VO ₂ % O ₂ naudo- jimas % nuo maksim- alaus
1.	iki 0,25 s	300	Vienkartinio raumens susitraukimo galingumas		
2.	iki 10 s	100	Anaerobinis alaktatinis raumenų galingumas	160-180	
3.	30-120 s	50	Anaerobinis glikolitinis pajėgumas	210-220	
4.	3-8 min.	40	Anaerobinis pajėgumas. Glikolitinio darbo ištvermė	190-210	100
<i>Kritinė intensyvumo riba</i>					
5.	10-30 min.	30	Aerobinis pajėgumas	160-180	75-90

<i>ANAEROBINIS SLENKSTIS</i>					
6.	40-90 min.	15	Aerobinio darbo ištvermė, naudojant angliavandenius	140-170	40-70
<i>AEROBINIS SLENKSTIS</i>					
7.	2-4 val.	12	Ilgo aerobinio darbo ištvermė, naudojant angliavandenius, riebalus ir baltymus	130-150	35-55
8.	įvairi	10	Palaikomasis, reabilitacinis darbas	120-140	30-50

Pulso dažnis ir VO₂% (deguonies naudojimas), dirbant tam tikrose darbo zonose, priklauso nuo žmogaus treniruotumo lygio.

Iš pirmos lentelės matome, kad yra anaerobinių ir aerobinių gamybos procesų indėlis, atliekant maksimalaus intensyvumo darbą, priklausomai nuo jo trukmės.

1. 4. Raumeninių skaidulų tipai ir funkcinės ypatybės

Raumuo imtinai yra nevienalytis audinys, susidedantis pirmiausia iš raumeninių skaidulų, jungiamųjų audinių, nervų ir kraujotakos sistemų elementų, kurie kompleksiskai užtikrina pagrindinę funkciją – aktyvų susitraukinėjimą ir jėgos generaciją, teigia V. M. Platonovas (1997). Ne visos raumeninės skaidulos yra vienodos (Willmore, Costill, 1994). Pagal savo struktūrą ir funkcijas jos skistomos į dvi grupes: lėtai susitraukiančias ištvėrimingas (LSi) ir greitai susitraukiančias (GS) skaidulas (Skernevičius, 1997).

LSi skaidulos susitraukia lėtai, jose gausu mitochondrijų, didelis oksidacinių fermentų kiekis ir aktyvumas, patankėjęs kapiliarų tinklas, didelis glikogeno kaupimo potencialas. GS skaidulos turi retesnę kapiliarų tinklą, mažesnę kiekį mitochondrijų, plačias glikolitinės galimybes, didelį glikolizės fermentų kiekį ir aktyvumą, galimybes dideliu greičiu susitraukti, turi daug ATP-azės fermento, kuris galingai skaldo ATP molekules, dėka ko greitai gaunamas didelis kiekis energijos (Chruščiov, 1970). Kol pilnai įsitempia LSi skaidula, užtrunkama 110 ms, tuo tarpu GS skaidulai pilnai susitraukti, pakanka apie 50 ms (Willmore, Costill, 1994).

Fermentinis ATP skaidymas yra pagrindinis faktorius, nulemiantis raumens skaidulos susitraukimo greitį. GS skaidulos turi didelį kiekį fermento ATP-azės, kas užtikrina greitą didelės energijos generaciją. Tuo tarpu LSi skaidulose, ATP-azės kiekis ir aktyvumas nedidelis. To pasekoje, LSi skaidula susitraukia lėtai. Fermentai, skaidantys cukrų ir riebalus, aktyvesni LSi skaidulose.

Tuo galima būtų paaiškinti esminius skirtumus tarp skirtingų tipų skaidulų (Ewerts, 1984, Willmore, Costill, 1994). Greitai susitraukiančios skaidulos, skiriasi nuo lėtai susitraukiančių skaidulų ir tuo, kad, jas įnervuojančių motoneuronų storis (diametras), yra nevienodas. GS skaidulų motoneuronas yra storesnis nei LSi skaidulų. GS motoneurono varža mažesnė, o tai įtakoja impulsacijai (nervinių impulsų dažniui) (Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990). GS greitai susitraukiančias skaidulas dar galima skirstyti į dvi grupes (pogrupes): GSa ir GSb. Greitai susitraukiančios GSa tipo skaidulos, sugeba gana greitai susitraukti ir yra gana ištvėrimingos, o GSb skaidulos tik greitai susitraukia, tačiau jos efektyviai dirba labai trumpą laiką, t.y. didelio intensyvumo, mažos trukmės darbą (Skernevičius, 1997). Tai klasikinis, greitai susitraukiančių, raumeninių skaidulų tipas, kurių darbas susijęs su anaerobiniais energijos gamybos procesais ir tokiai gamybai reikalingais resursais (Platonov, 1997).

J. Willmore, D. Costill (1994) teigia, jog egzistuoja dar ir trečias, greitai susitraukiančių raumeninių skaidulų, tipas – GSv. Tai būtų tarpinis variantas tarp GSa ir GSb tipo raumeninių skaidulų. GSv skaidulos rečiausiai mobilizuojamos iš visų trijų GS tipo raumeninių skaidulų. Be to, dar mažai turima žinių apie šį GS skaidulų tipą, ir jų funkcinė reikšmė nėra visiškai išaiškinta.

Raumeninės skaidulos jungiasi į motorinius vienetus (MV). Motorinį vienetą sudaro grupė raumeninių skaidulų, įnervuotų vienu motoneurono (motorinio nervo) aksonu (nervo atauga) (Platonov, 1988, 1997, Willmore, Costill, 1994, Rešotnikov, 1971, Jasiūnas, Ščeponavičiūtė, 1988). Kiekvienas motorinis vienetas (MV) sudarytas iš homogeniškų skaidulų (tokio pat tipo) raumeninių skaidulų (Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990).

Motorinius vienetus galima skirstyti į lėtuosius ir greituosius arba mažuosius ir didžiuosius. Greitai susitraukiančio MV (motorinio vieneto) motoneuronas apjungia 300-800 GS skaidulų, tuo tarpu lėtai susitraukiančio MV motoneuronas, įnervuoja tik 10-180 LSi skaidulų. Didieji motoriniai vienetai generuoja didesnę jėgą nei mažieji. Reikėtų pažymėti, kad atskirų, t.y. pavienių LSi ir GS tipo skaidulų susitraukimo jėga praktiškai nesiskiria. Skirtingo tipo MV susitraukimo jėga tiesiogiai priklauso nuo jame esamų RS (raumeninių skaidulų) kiekio (Koc, 1996, Gurfinkel, Levik, 1985, Golnik, Matova, 1984). Motoriniai vienetai savo dydžiu ir pajėgumu yra gana skirtingi. To paties raumens pajėgiausi (didžiausi) motoriniai vienetai gali iki 200 kartų stipriau įsitempti už mažiausius motorinius vienetus (Skernevičius, 1997).

3 lentelė. Skirtingų tipų raumeninių skaidulų struktūrinės ir funkcinės savybės pagal Willmore, Costill (1994)

Savybės	Skaidulų tipai		
	LSi	GSa	GSb
Skaidulų kiekis motoriniame vienete	10-180	300-800	300-800
Motoneurono storis (skersmuo)	nedidelis	didelis	didelis
Nervinis paslankumas	nedidelis	didelis	didelis
Susitraukimo greitis	nedidelis	didelis	didelis
Miozino – ATP-azės tipas	lėtas	greitas	greitas
Sarkoplazminio retikulumo tūris	mažas	didelis	didelis
Motorinio vieneto jėga	nedidelė	vidutinė	labai didelė
Atsparumas nuovargiui	nedidelis	vidutinis	labai mažas
Aerobinės galimybės	didelės	vidutinės	mažos
Anaerobinės galimybės	mažos	didelės	labai didelės

4 lentelė. Išsamesnę greitųjų GS ir lėtųjų raumeninių skaidulų struktūrinių bei funkcinių skirtumų lentelę pateikė Skurvydas, A., Mamkus, G., Ratkevičius, A. (1990).

Skaidulos savybė	Lėtosios RS	Greitosios RS
1. Sarkoplazminio retikulumo tūris procentais nuo RS tūrio	3,1	4,7
2. T- sistemos %	0,14	0,27
3. RS skaičius viename MV (motoriniame vienetė)	150-500	500-1000
4. Mitochondrijų kiekis	didelis	mažas
5. Kapiliarų skaičius (1 mm ² RS)	1200	540
6. RS skerspjūvio plotas (m ²)	4,8·10 ⁻⁹	7,08·10 ⁻⁹
7. Miofibrilių skaičius RS	2300-6000	3300-8100
8. Sarkomerų skaičius RS	4732±115	4337±192
9. Miozino ATP-azės pajėgumas (mmol/g min.)	32	107
10. Aerobinių fermentų pajėgumas	didelis	mažas
11. Kreatinfosfato kiekis (mg/g RS)	1,49	3,65
12. Ca siurblio pajėgumas (mmol/mg x 5 min.)	0,5	3
13. RS susitraukimo trukmė (ms)	80-100	20-40
14. Vienkartinio susitraukimo jėga (N/cm ²)	5,1	5,3
15. RS membranos varža (Ω cm ²)	2000	700
16. Atsparumas nuovargiui	didelis	mažas

5 lentelė. Skirtingų tipų motorinių vienetų aktyvumo charakteristikos pagal Skurvydą, A., Ratkevičių, A., Mamkų, G. (1990).

Aktyvumo charakteristikos	Motorinių vienetų tipai		
	FF	FR	S
1. Impulsacijos dažnumas (Hz)	67-91	48-83	18-21
2. Impulsacijos trukmė (sek.)	0,8-3,9	59-141	290-548
3. Impulsacijos trukmė per 24 val.	0,5-3 min.	23-72 min.	5,3-8,4 val.
4. Impulsų skaičius per 24 val.	2600-11200	895000-243100	309500-495800

Nustatyta, kad raumeninių skaidulų santykis raumenyse yra genetiškai determinuotas. Paveldimi genai, jau ankstyvoje vaikystėje nulemia motoneuronų struktūrą bei kiekį. Motoneuronai inervuoja raumenines skaidulas ir formuoja motorinius vienetus. Po inervacijos pasiskirsto (nusistovi) skirtingų tipų raumeninių skaidulų santykis (Platonov, 1988, 1997, Willmore, Costill, 1994, Sale, 1988). Vidutiniškai raumenis sudaro 50% LSi, 25% - GSa, 25% - GSb, 1- 2% - GSv skaidulų. Reikėtų paminėti, kad skaidulų santykis skirtinguose raumenyse ar raumenų grupėse nevienodas (Jasiūnas, 1985). Moterų raumenyse šiek tiek daugiau LSi tipo skaidulų, ir nedaug yra moterų, kurių raumenyse būtų žymiai daugiau kurios nors rūšies skaidulų. Tarp GS tipo skaidulų daugiau būna GSa – 30-35%, o GSb – 12-15% (Skernevičius, 1997, Rešotnikov, 1971). Organizmui senstant, keičiasi ir raumeninių skaidulų santykis: sumažėja GS tipo skaidulų, tačiau tuo pačiu padidėja LSi skaidulų procentas (Willmore, Costill, 1994). Šiuo metu dar nėra tiksliai žinoma, kaip specifinės treniruotės įtakoja GS ir LSi skaidulų tarpusavio santykį. Treniruojantis pakinta raumeninių skaidulų struktūra ir funkcinės galimybės. Ilgos trukmės pobūdžio darbu galima padidinti LSi tipo skaidulų oksidacines galimybes 2-4 kartus. Trumpo darbo treniruočių įtakoje, keičiasi GS tipo skaidulų struktūra ir funkcinės galimybės (Counsilman, 1968). Tačiau nėra išaiškintos raumeninių skaidulų transformacijos galimybės (GS tipo skaidulų vartimas į LSi tipą ir atvirkščiai) (Platonov, 1988).

Sportininkai aukštų sportinių rezultatų pasiekia tose sporto šakose ar rungtyse, kurių darbo trukmė derinasi su jų raumenų specifika. Labai gerus rezultatus pasiekiančių sportininkų raumenyse žymiai vyrauja GS tipo skaidulos. Ilgų distancijų bėgikų, slidininkų lenktynininkų ir kitų ilgo darbo sportininkų raumenyse žymiai daugiau LSi tipo skaidulų. Vidutinių nuotolių bėgikų raumenims būdinga pusiausvyra tarp GS ir LSi tipo skaidulų (Skernevičius, 1997, Platonov, 1997, Jasiūnas, 1985, Karoblis, 1999). Sportininkų, kurių raumenyse yra daugiau LSi tipo skaidulų, ištvermės sporto šakose visada bus pranašesni už tuos sportininkus, kurių raumenyse šių skaidulų mažiau, ir atvirkščiai. Tačiau, sportininkai, turintys didesnę kiekį GS tipo skaidulų, bus pranašesni trumpo ir labai intensyvaus darbo pobūdžio rungtyse (Counsilman, 1969, Willmore, Costill, 1994, Platonov, 1997, Skernevičius, 1997, Jasiūnas, 1985).

1. 5. Raumeninių skaidulų įtraukimas į veiklą.

1. 5. 1. Raumenų įsidirbimas.

Raumens įsidirbimui būdingi du pagrindiniai mechanizmai: 1) raumens metabolizmo suaktyvėjimas ir temperatūros didėjimas; 2) raumens mechaninių savybių gerėjimas (Fitts, 1994).

Dėl šitų mechanizmų didėja veikimo potencialo plitimo sarkolema greitis, suaktyvėja ATF hidrolizė, sumažėja raumens klampumas, padidėja elastingumas ir paslankumas, greitėja raumens susitraukimas ir atsipalaidavimas, mažėja raumens nuovargis. Pvz., kai raumens temperatūra

padidėja apie 3°C, jo atsipalaidavimo greitis didėja apie 22%, tačiau maksimali jėga nepakinta, o kai kojų raumenų temperatūra padidėja nuo 30,4°C iki 38,5°C, žmogaus vertikalaus šuolio aukštis didėja apie 17 cm. Vertikalaus šuolio aukštis labai sumažėja esant žemai temperatūrai, bet teigiamai veikia, kai šuolis atliekamas nuo 40 cm aukščio pakylės (Bosco, Komi, 1978). Padidėjusi temperatūra gerina raumenų elastingumą ir didina galimybę jam būti mažiau įsitempusiam. Kolageninis audinys, kuris yra raumenų elastinių komponentų sudedamoji dalis, esant padidėjusiai raumens temperatūrai, taip pat pasidaro elastingesnis. Atliekant šuolį iš statinės padėties (per kelius pritūpus iki 90 laipsnių kampo), nepritupinama, todėl nėra naudojama ekscentrinės pritūpimo fazės metu sukaupta elastinė energija (Kandratavičius, Skurvydas, Lukošūtė, 2003).

Įsidirbimo metu dažnai taikomi raumens tempimo pratimai, kurie gerina aktino ir miozino filamentų, citoskeleto ir jungiamojo audinio plėvelių elastingumą. Po sunkaus fizinio darbo dažnai patariama atlikti tempimo pratimus, nes tai mažina raumens tonusą, atpalaiduoja rigoro komplekso miozino skersinius tiltelius. Daug kartų atliekant tempimo pratimus, pailgėja raumens jungiamasis audinys, sausgyslė, citoskeleto baltymai ir sarkomero ilgis ramybės būsenoje, pvz., po 10 lėtų raumens ištempimų raumens sausgyslės ilgis didėja apie 4%.

1. 5. 2. Raumenų potenciacija.

Nuo pat pirmosios darbo sekundės randasi raumenų potenciacija (aktyvacija), kuri skiriasi nuo raumens įsidirbimo mechanizmų (Grange, R. et al., 1991). Nustatyta, kad raumenų potenciacijos metu pagerėja nervo raumens sinapsės pralaidumas, padidėja Na, K jonų siurblio aktyvumas, tai sukelia veikimo potencialo (VP) intensyvumą, suaktyvėja miozino skersinių tiltelių sukibimo su aktinu silpnos būsenos transformavimą į stiprią, greitis (tai labiau priklauso nuo reguliatorinių miozino lengvųjų grandžių fosforilinimo laipsnio) (Grange, R. et al., 1991). Tais atvejais, kai raumuo tetaniškai susitraukia, tai nuo pat jo aktyvumo pradžios jis yra potencijuojamas (aktyvuojamas), t.y. padidėja atskiros susitraukimo jėgos dydis bei greitis, kai raumuo yra sujaudinamas vienu elektros impulsu (Grange, R. et al., 1991). Raumenų potenciacija gali būti vertinama, kaip raumens suaktyvėjimo optimizacija, t.y. raumens susitraukimo ir atsipalaidavimo pagerėjimas, kuris gali pasireikšti ne tik dėl tetaninės aktyvacijos, būtent tada, kai pasireiškia posttetaninės potenciacijos fenomenas, bet ir dėl raumeninio audinio temperatūros padidėjimo ar įsidirbimo. Kai raumuo aktyvuojamas nedideliu dažniu elektrostimuliaciniais signalais, tai per 10 – 60 s stebimas laipsniškas jėgos padidėjimas. Šis fenomenas fiziologijoje žinomas kaip "laiptų" fenomenas. Nors šie raumenų autoaktyvacijos (autoreguliacijos) fenomenai jau nustatyti gana seniai, tačiau kol kas dar diskutuojama dėl jų mechanizmų (Binder – MacLeod S.A. et al., 1991; Metzger, J.M. et al., 1989). Vienas iš potenciacijos mechanizmų - tai raumenų miozino filamentų lengvųjų grandžių fosforilinimas, kuris padidina skersinių miozino tiltelių sukibimo su aktinu greitį,

nes "silpna" tiltelių būseną greičiau transformuojama į "stiprią" (Metzger, J.M. et al., 1989). Pastebėta, kad skirtingos raumens susitraukimo ir atsipalaidavimo charakteristikos yra nevienodai jautrios posttetaninei potenciacijai. Kuo mažesnė raumens susitraukimo jėga, tuo jautresnė raumens susitraukimo potenciacija (Metzger, J.M. et al. 1989). Tačiau dėl potenciacijos gali pagerėti raumenų susitraukimo jėgos stiprėjimo maksimalus greitis nepriklausomai nuo raumens susitraukimo jėgos.

Raumenų susitraukimo autoaktyvacijos mechanizmų yra žymiai daugiau, nei lengvųjų miozino grandžių fosforilinimo (Burke, R.E. et al., 1973, Skurvydas, A. ir kt, 1995). Manoma, kad šie mechanizmai gali būti lokalizuoti įvairiose raumeninės skaidulos vietose (Burke, R.E. et al., 1973).

Manoma, kad vieni iš reikšmingiausių raumenų veiklą aktyvuojančių mechanizmų veikimo potencialo sarkolemoje ir T – sistemoje įvardijami autoaktyvacija (Fitts, 1994); kalcio jonų koncentracijos reguliavimas mioplazmoje (kalcio išmetimas iš SR, jo neutralizavimas mioplazmoje bei jo sugrąžinimo (sekvestracijos) į SR mechanizmai) (Haiech et al., 1979); sarkomerų bei miozino tiltelių sukibimo su aktinu biomechanika (Enoka, 1994). Visi šie mechanizmai priklauso nuo bioenergetikos efektyvumo (bioenergetikos efektyvumą suprantame kaip ATF hidrolizės greitį), todėl ir nevienareikšmiškai gali funkcionuoti skirtingose raumens būsenose. Raumuo gali būti aktyvuojamas dėl MV aktyvinimo procesų (MV impulsavimo dažnio, jų rekrutavimo kiekio ir sinchroniškos impulsacijos); aktyvavimo trukmės (kol pasireiškia nuovargis, raumeninė skaidula gali būti labiau aktyvuojama); pertraukų tarp atskirų aktyvavimų trukmės ir dažnio. Be to, raumens autoaktyvacijos mechanizmai gali taip pat priklausyti ir nuo raumenų susitraukimo darbo tipo (dinaminis, izometrinis, koncentrinis ar ekscentrinis), ir raumens ilgio bei pasipriešinimo dydžio.

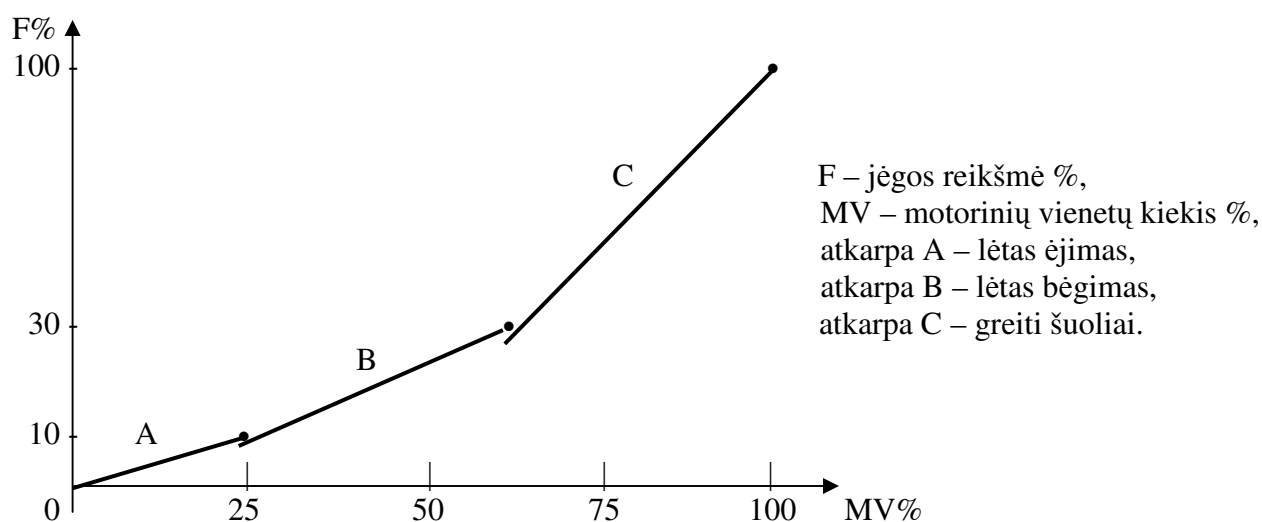
Šia tema gali iškilti kai kurie klausimai, būtent, ar raumuo gali būti skirtingose aktyvuotose būsenose ar tai tik tos pačios kokybės, bet skirtingos kiekybės būsenos? Kokie pagrindiniai tų būsenų klasifikavimo kriterijai? Manoma, kad raumens autoaktyvacijos būseną gali būti skirtinga. Pvz., kai raumens būseną viena, raumuo yra "pasirengęs" (galima sakyti, kad raumuo yra pasirengęs, nors nervų sistema aktyvuoja, parengia raumenį, tačiau pats raumuo pasižymi autoaktyvuojamaisiais mechanizmais) greitai susitraukti. Kai esti kita greitojo atsipalaidavimo būseną - greitai atsipalaiduoti, o dar kita – greitai susitraukti ir greitai atsipalaiduoti. Be to, raumuo gali būti pasirengęs eksponuoti dideles pastangas arba būti aktyvinamas pakankamai ekonomiškai. Įvardytos raumens funkcinės būsenos leidžia daryti prielaidą, kad aktyvinimo metu jų aktyvinimo rodikliai gali kiek skirtis.

Visa tai leidžia daryti prielaidą, kad autoaktyvuojamųjų mechanizmų funkcinė paskirtis – efektyvinti, ekonomizuoti raumenų veiklą ir ją "apsaugoti" ar atitolinti nuo nuovargio pasireiškimo. Galima manyti, kad raumens darbas pirmiausia efektyvinamas, kiek vėliau ekonomizuojamas (t.y. atliekamas tas pats darbas tik sunaudojant mažiau energijos). Manome, kad nebūtinai turi sutapti

efektyvinimo ir ekonomizavimo mechanizmai. Pvz., raumuo ekonomiškiau gali dirbti nors ir kiek sutrikus jo atsipalaidavimo procesams, o efektyviau - kai šie procesai pagerėja.

Raumenų generuojamos jėgos dydis tiesiogiai priklauso nuo aktyvuotų raumeninių skaidulų kiekio. Kada reikalinga nedidelė jėga, stimuliuojama tik keletas raumeninių skaidulų pluoštų (Willmore, Costill, 1994, Platonov, 1997, Jasiūnas, 1985, Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990).

Prisiminkime, jog greitai susitraukiantys MV turi daugiau raumeninių skaidulų nei lėtieji MV. Skeleto raumenų veiklos metu įtraukiamos imtinai LSi arba GS skaidulos, priklausomai nuo darbo pobūdžio, trukmės, intensyvumo (Golnik, Matova, 1984). Kada motoneuronas aktyvuoja raumeninę skaidulą, reakcijos atsiradimui būtina minimalaus dydžio stimuliacija, vadinama slenkstine. Jeigu stimuliacija silpnesnė nei slenkstinė, raumeninė skaidula nesusitraukia. Tačiau, jeigu stimuliacija atitinka slenkstinės stimuliacijos reikšmę arba didesnė, tuomet raumeninė skaidula susitraukia maksimalia jėga (Willmore, Costill, 1994). Raumeninių LSi ir GS tipo skaidulų įtraukimas į darbą priklauso nuo stimuliacijos intensyvumo, elektrinio impulso stiprumo, kuriuos reguliuoja centrinė nervų sistema (CNS). CNS įtraukia į veiklą būtent tas raumenines skaidulas, kurios labiausiai tinkamos reikiamam darbui atlikti (Golnick, Matova, 1984, Sale, 1988). Nuo darbo intensyvumo trukmės priklauso ir įtrauktų į veiklą MV kiekis (Platonov, 1997, Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990).

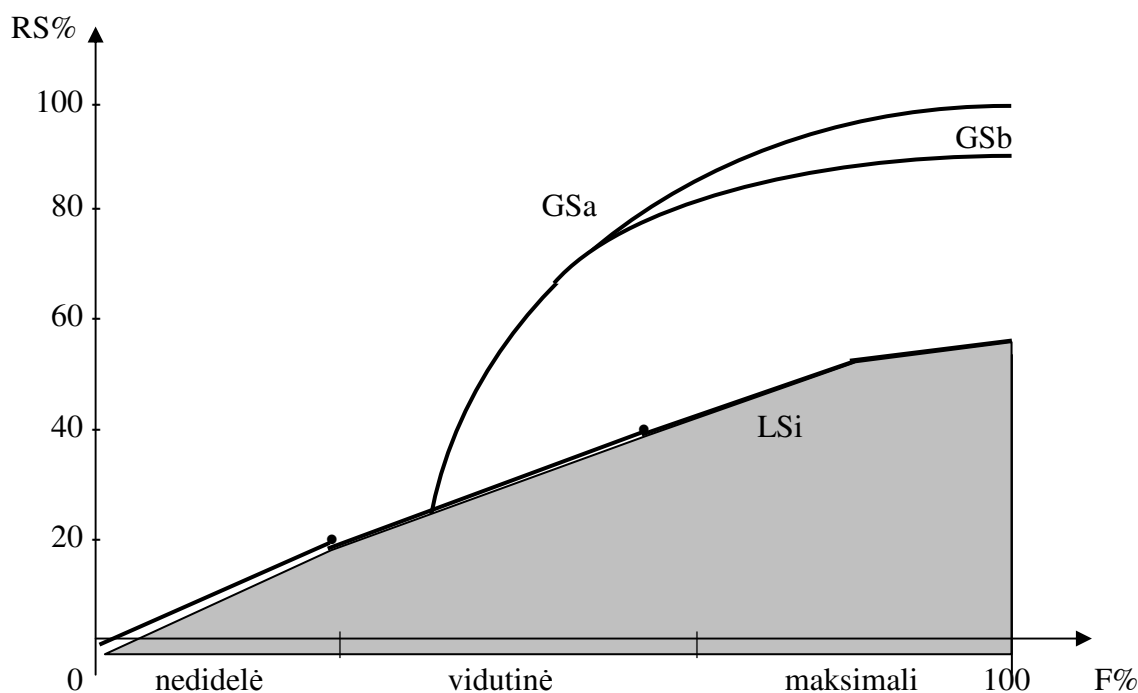


3 pav. Motorinių vienetų mobilizavimas intensyvėjančio darbo metu pagal Skurvydą, A., Mamkų, G., Ratkevičių, A. (1990).

Reikėtų paminėti, kad, netgi esant didžiausioms valios pastangoms, CNS neįtraukia į veiklą visų (100%) raumeninių skaidulų (RS). Nepriklausomai nuo mūsų noro išvystyti kuo didesnę jėgą, aktyvuojama tik dalis RS. Tokiu būdu organizmas apsigina nuo galimų traumų. Jeigu vienu metu

susitrauktų visos esamos RS, tai jų generuota jėga suplėšytų raumenį arba jo sausgysles (Willmore, Costill, 1994, Jasiūnas, 1985).

Žinoma, kad maksimaliai ištempiant netreniruotam žmogaus raumeniui, aktyvuojama apie 25-30% viso raumens motorinių vienetų, tuo tarpu gerai treniruoto – 80-90% (Skernevičius, 1997, Jasiūnas, 1985, Karoblis, 1999, Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990, Rešotnikov, 1971). Raumenų susitraukimui didelę reikšmę turi MV funkcijos koordinacija (Skernevičius, 1997, Skurvydas, 1989, Jasiūnas, 1985). Lėtą raumens susitraukimą pradeda mažesni motoriniai vienetai, o vėliau į darbą įtraukiami didesni. Atliekant greitą susitraukimą maksimaliomis pastangomis, visi MV turi ištempti beveik vienu metu (Chruščiov, 1970). Mažo pasipriešinimo fizinę veiklą atlieka smulkūs MV, sudaryti iš LSi tipo skaidulų. Didėjant pasipriešinimui, į veiklą įtraukiami vis didesni MV, sudaryti iš GSa ir GSb tipo raumeninių skaidulų. Į ilgą fizinę veiklą MV įtraukiami pakaitomis, - vieniems pavargus, pradeda dirbti kiti (Skernevičius, 1997).



4 pav. GS ir LSi tipo raumeninių skaidulų įtraukimo į darbą struktūra pagal Willmore, Costill (1994)
 RS – įtraukiamos raumeninės skaidulos %,
 F – raumenų jėga %.

1. 5. 3. Raumenų reaktyvumas.

Po raumens ištempimo padidėja atliekamo darbo galingumas. Tempimo reflekso dydis priklauso nuo raumeninių verpsčių ištempimo greičio, pagreičio jėgos, tempimo refleksas pasireiškia tuo labiau, kuo didesniu greičiu ištempiamos raumeninės skaidulos. Sugebėjimas panaudoti tempimo refleksą ir raumenų elastingumą ištempiant raumenines skaidulas priklauso nuo temperatūros. Pvz.,

padidinus raumenų temperatūrą 10°C, jų susitraukimo galingumas padidėja apie 4 kartus. Tempimo reflekso panaudojimo galimybės priklauso ir nuo raumeninių skaidulų ištempimo ilgio, elastinės energijos panaudojimo.

Kuo greičiau pereinama nuo raumens ištempimo prie jo susitraukimo, tuo efektyviau panaudojama sukaupta elastinė ir mioelektrinė energija.

Raumenų reaktyvumas: skiriasi nuo sprogstamosios jėgos. Kuo greičiau pereinama nuo ekscentrinių prie koncentrinų susitraukimų, tuo didesnis raumenų reaktyvumas. Čia svarbiausia atsispyrimo greitis. Vertikalaus šuolio, atsispiriant abiem kojom iš vietos, aukštis priklauso nuo vertikalaus atsispyrimo greičio. Raumenų elastingumas ir sugebėjimas panaudoti mioelektrinę energiją ištempiant raumenines skaidulas labai padidina raumenų susitraukimo jėgą.

Atliekant šuolius iš žemo pritūpimo (koja sulinkus iki 90° kampo per kelio sąnarį), atsispyrimo laikas pailgėja daugiau negu sumažėja vidutinė atsispyrimo jėga. Dėl to tokio šuolio aukštis dažnai būna didesnis, negu šuolio atliekamo iš mažo pritūpimo kampo (135°) manoma, kad žemų pritūpimų metu labiau panaudojama lėto tipo raumeninių skaidulų sukaupta elastinė ir mioelektrinė energija, o trumpų ir staigių pritūpimų metu – greitų raumeninių skaidulų ir motorinių vienetų energija.

Greito tipo raumeninės skaidulos atlieka didžiausią darbą tada, kai reikalingas didelis raumens susitraukimo greitis. Atliekant dideliu greičiu šoklumo pratimus arba pratimus, reikalaujančius greito raumens ištempimo ir susitraukimo, lėtos raumeninės skaidulos gali net trukdyti greitom raumeninėms skaidulom realizuoti savo galimybes. Greito tipo raumeninių skaidulų staigus ištempimas gali turėti efektą raumens susitraukimo galingumui.

Pasirodo, kad naudojant raumenų elastinę ir mioelektrinę energiją, labiau padidėja šuolio atsispyrimo galingumas negu jėgos impulsas. Didžiausias raumenų reaktyvumas pastebimas atliekant šuolį į aukštį iš vietos nuo paaukštinimo ir amortizuoiant iki 135° kampo per kelius. Pats mažiausias raumenų reaktyvumas pastebimas atliekant šuolius su įvairiais pasunkinimais, pritūpiant iki 90° per kelius. Reaktyvesnės yra greito tipo raumeninės skaidulos dėl didelio raumenų susitraukimo ir ištempimo greičio, tačiau geriau panaudojamos lėto tipo raumeninių skaidulų elastinės savybės. Kuo daugiau skeleto raumenyse vyrauja greito tipo raumeninės skaidulos, tuo didesnis šuolio aukštis, atsispyrimo jėga ir vidutinis galingumas vienam kūno kilogramui. Šuolio sėkmė priklauso ir nuo elastinės ir mioelektrinės energijos panaudojimo. Sugebėjimas panaudoti šią energiją atliekant šuolį į aukštį iš vietos pritūpiant iki 135° kampo per kelius gerai koreliuoja su greito tipo raumeninių skaidulų procentiniu kiekiu. Tarp sugebėjimo panaudoti raumenų elastinę ir mioelektrinę energiją pritūpiant iki 90° kampo per kelius ir greito tipo raumeninių skaidulų procentinio kiekio yra neigiamas koreliacinis ryšys (Skurvydas et al., 1995).

1. 6. Sensorinių ir sensomotorinės sistemų struktūra ir funkcijos

Žmogaus organizmą nuolat veikia išorės ir vidaus sąlygų pokyčiai, t. y. dirgikliai. Įvairūs dirgikliai verčia organizmą prisitaikyti prie nuolat kintančios aplinkos. Visi elgsenos faktai reikalauja nuolatinės tų dirgiklių analizės ir vertinimo. Sensorinė sistema yra sudėtinga, daugiapakopė, perduodanti informaciją iš receptorių į žievę, o žievė reguliuoja žemiau esančius centrus ir efektorius.

Sensorinę sistemą sudaro trys pagrindinės dalys:

1. periferinė dalis – receptoriai, kurie priima tam tikrus signalus. Receptoriai yra įvairios struktūros dirgikliui jautrios nervinės galūnės odoje, raumenyse, sausgyslėse, kraujagyslėse, vidaus organuose ir pan.
2. laidinė dalis, kurią sudaro įcentriniai nervai ir požieviniai nerviniai centrai ir smegenų laidai. Laidais impulsai sklinda į požievinius centrus ir smegenų pusrutulių žievę.
3. žievinė dalis, esanti atitinkamoje smegenų pusrutulių žievės dalyje, kuriai adresuota informacija.

Nervinis impulsas žievėje įvertinamas, analizuojamas ir taip susidaro pojūtis. Žievėje vyksta ir sintezės vyksmai. Nervinį kelią, kuris jungia receptorių su galvos smegenų žievės ląstelėmis, sudaro keturi neuronai: pirmasis neuronas yra už CNS ribų – nugariniuose mazguose arba juntamuosiuose galvinių nervų mazguose. Antrasis neuronas yra nugaros, pailgosiose arba vidurinėse smegenyse. Trečiasis neuronas – tarpinių smegenų gumburo branduoliuose. Ketvirtasis neuronas – didžiųjų pusrutulių žievės projekcinėse zonose.

Be pirminės informacijos rinkimo apie išorines sąlygas ir vidinę organizmo būklę, svarbu ir sensorinių sistemų funkcija, įvertinanti refleksinės veiklos rezultatus, t. y. grįžtamųjų ryšių realizavimas.

Įvairioms atsakomosioms organizmo reakcijoms (pirmiausia judamosioms) tikslinti ir tobulinti CNS turi gauti informaciją apie raumens susitraukimo jėgą, trukmę, greitį, kūno judesių tempimo kitimus, užsibrėžto tikslo pasiekimo lygį ir pan. Be šios informacijos neįmanoma sudaryti ir tobulinti sportinių judėjimo įgūdžių, mokyti atliekamų pratimų technikos.

Sensomotorinės sistemos paskirtis – judamojo aparato būklės, judėjimo ir kūno padėties analizė.

Periferinė sensomotorinės sistemos dalis – tai proprioreceptoriai. Proprioreceptoriams priklauso raumeninės verpstės, sausgysliniai organai (Goldžio organai) ir sąnarių receptoriai (sąnariinių kapsulių ir raiščių receptoriai). Iš jų impulsai per juntamuosius nervus plinta į nugaros, pailgasias ir vidurines smegenis. Toliau impulsai perduodami į tarpinių smegenų gumburo branduolius. Iš gumburo informacija patenka į didžiųjų pusrutulių žievės užpakalinį centrą ir

iš dalies į priekinio centrinio vingio neuronus. Dalis laidų iš proprioceptorių smegenų pasiekia smegenėles.

Anot Vitkienės (2003), žievėje funkcionuoja pirminiai, antriniai, tretiniai sensoriniai laukai. Pirminiai žievės laukai siejami su jutimo ir judėjimo organais periferijoje. Antriniai yra išsidėstę greta pirminių laukų. Pirminių laukų ląstelės atlieka į žievę atėjusios informacijos analizę, o antrinių laukų ląstelės priima šios analizės duomenis ir pertvarko į sudėtingesnes formas. Antriniuose laukuose suvokiami garso, šviesos ir kiti signalai.

Tretiniai žievės laukai užima beveik pusę žievės teritorijos ir turi įvairiapusius ryšius su kitais žievės skyriais ir smegenų kamieno tinkliniu dariniu. Tretiniai laukai yra smilkininėje, momeninėje ir kaktinėje skiltyse. Čia vyksta aukščiausi analizės ir sintezės vyksmai.

Vyraujanti vaidmenį reguliuojant valingus judesius atlieka didžiųjų pusrutulių žievė, ypač jos aukščiausi skyriai – sensorinių sistemų persidengimo zonos, arba tretiniai laukai. Didžiųjų pusrutulių žievėje vyksta judesių tikslo ir uždavinių parengimas, atitinkamai sudaromos ir konkrečios judesių programos, reikalingos tikslui įgyvendinti (Vitkienė, 2003).

Manoma, kad formuojant bet kokią refleksinį aktą būtinai dalyvauja sensomotorinės sistemos centrinė grandis. Morfologiniai ir klinikiniai tyrimai patvirtina, kad motorinę žievę funkcinio atžvilgiu reikia laikyti savotiška sensomotorinės integracijos zona.

Pasak Vitkienės (2003) sensomotorinė sistema pasižymi ilgu formavimosi periodu ir funkcijos sudėtingumu. Ji pirmoji pradeda funkcionuoti ir paskutinė baigia savo vystymąsi. Sensomotorinės sistemos periferinis skyrius – proprioceptorių raumenyse ir sausgyslėse – pradeda formotis nuo 3,4–4 mėnesių embrioninio gyvenimo. Nepaisant susiformavimo iki gimimo momento, proprioceptoriai darosi vis sudėtingesni ir pasiekia galutinę brandą tik 7–14 metais. Tuo pačiu metu, kai formuojasi proprioceptoriai, prasideda sensomotorinės sistemos laidinės dalies – periferinių nervų, nugarinių mazgų, nugaros smegenų ir smegenų kamieno laidų – mielinizacija.

1. 7. Judėjimo įgūdžių susidarymo sąlygos

Sportiniai įgūdžiai pagal savo fiziologinę prigimtį yra iš esmės įgyti, o ne įgimti. Svarbiausia sąlyga įgytiems refleksams sustiprinti yra indiferentinio (neesminio) dirgiklio sustiprinimas nesąlyginiu arba anksčiau gerai įtvirtintu sąlyginiu dirgikliu.

Sudarant judamąjį įgūdį, pastiprinimas vyksta ne nesąlyginiu, o sudėtingu sąlyginiu dirgikliu, kurio veikimas jau anksčiau įtvirtintas individualaus gyvenimo metu ir įgijo didelę reikšmę. Toks dirgiklis (pastiprinimas) gali būti žodžiai „teisingai“, „gerai“, geras varžybų rezultatas, pasitenkinimo jausmas ir pan.

Esminė sąlyginio reflekso susidarymo sąlyga yra pakankamas fizinis bei fiziologinis sąlyginio ir nesąlyginio dirgiklio stiprumas. Dėl didelės antrosios signalinės sistemos socialinės reikšmės žmogus gali užslopinti pirmosios signalinės sistemos dirgiklių pasireiškimus.

Pakankamas dirgiklio stiprumas taip pat yra esminė sąlyginio reflekso susidarymo sąlyga. Ypač svarbi naujo sąlyginio reflekso susidarymo sąlyga yra pakankamas smegenų žievės ląstelių jaudrumas. Geriausiai didžiųjų pusrutulių žievės jaudrumui sudaryti didelį vaidmenį turi pramankšta.

Anot I. N. Vitkienės (2003), naujo sąlyginio reflekso susidarymui būtina, kad didžiųjų pusrutulių žievė nebūtų užimta kita veikla, tai yra, kad kokie nors kiti pašaliniai dirgikliai nesukeltų nereikalingų smegenų žievės vyksmų, galinčių sužadinti kitas reakcijas.

1. 8. Centriniai nerviniai ir periferiniai judesių realizavimo fiziologiniai mechanizmai.

Šių dienų sporto fiziologijos bei sporto teorijos vadovėliuose aiškinama, kad raumenų išvystoma jėga priklauso nuo centrinių nervinių ir periferinių mechanizmų (faktorių). Deja, gilinantis į judesių realizavimo specifiką ne taip paprasta nubrėžti tarp tų mechanizmų tikslią ribą. Yra žinoma, kad rezultatyviai atliekant judesį į vientisą mechanizmą (funkcinę sistemą) įtraukiamas ne kuris nors vienas organizmo elementas, bet daugelis tų, kurie gali funkcionuoti tam tikrais specifiniais mechanizmais. Jeigu kuris nors iš tų mechanizmų sušlubuoja, ardoma viso judesio realizavimo specifika.

Realizuoti judesius leidžia galvos ir stuburo smegenys (centrinė dalis) ir raumenys, kaulai, sausgyslės bei įvairūs judėjimo analizatoriaus receptoriai (periferinė dalis). Tarp šių struktūrų yra labai glaudus funkcinis ryšys. Raumenų susitraukimo jėgą reguliuoja trys lygiai: 1) raumeninis, 2) refleksinis, 3) centrinis.

Centrinių nervinių raumenų susitraukimo realizavimo mechanizmai (faktoriai) yra šie:

- *MV impulsacija.* Didėjant MV impulsacijos dažniui iki tam tikro dydžio, didėja ir jo susitraukimo jėga. Kai MV impulsuoja tokiu dažnumu, kad nuo vieno impulso pabaigos iki kito pradžios spėja atsipalaiduoti RS, tada raumuo dirba vienkartinio susitraukimo būdu. Didinant elektros impulso srautą iš galvos smegenų į motoneuronus, pasiekiamas toks impulsacijos dažnumas, kad RS nebespėja iki galo atsipalaiduoti. Tas pats motoneuronas niekada neimpulsuoja pastoviu dažnumu. Pastebėta, (Пепсон ir kt., 1971, Tokizane, 1964) kad greitųjų MV impulsacija yra ne tokia reguliari kaip lėtųjų. Nereguliari greitųjų MV impulsacija sąlygoja ekonomišką ir efektyvesnę jėgos generavimą. Yra žinoma, kad greitųjų MV aktyvumo (impulsacijos dažnumo) valdymas daugiau priklauso nuo galvos smegenų,

o lėtųjų MV – nuo stuburo smegenų. MV impulsacijos dažnumo korekcija stuburo smegenyse yra labilesnė negu galvos smegenyse. Tačiau greitųjų MV impulsacijos korekcija, esant nedideliems dažnumams, vyksta ir stuburo smegenyse.

Norvegų mokslininkai Henning & Lomo (1987) išaiškino, kad greitųjų ir lėtųjų MV impulsacijos dažnumas yra labai panašus į tokį, kurio metu gana greitai pradeda didėti susitraukimo jėga, be to, greitųjų impulsacijos trukmė yra kur kas trumpesnė negu lėtųjų. Kadangi greitieji MV nesugeba vienu metu impulsuoti kaip lėtieji ir jų impulsacijos dažnumas yra automatiškai daug didesnis, tai autorių duomenimis, greitųjų MV susitraukimo jėgos generavimo mechanizmas remiasi daugiausia ne impulsacijos dažnumu, bet impulsacijos kiekiu. Vadinasi, MV susitraukimo jėgos realizavimas jų impulsacijos dėka priklauso ne tik nuo impulsacijos dažnumo – poterno, bet ir nuo impulsų skaičiaus.

- *Motorinių vienetų mobilizacija (rekrutavimas).* Kuo daugiau mobilizuojama MV, tuo didesnę jėgą išvysto raumuo, arba kuo didesnę jėgą nori išvystyti sportininkas tuo daugiau jis privalo mobilizuoti MV. Nuosekliai didinant raumenų susitraukimo jėgą, kiekvienas vėliau mobilizuotas MV pasižymi didesne susitraukimo jėga, greičiu, bet mažesniu atsparumu nuovargiui. Mobilizuojamų MV jėga yra proporcinga jėgai, kuria ji mobilizuojama. Šis dėsnis galioja tik tada, kada jėga yra tolygiai didinama. Taigi nuoseklus MV mobilizavimas ne tik reguliuoja raumenų susitraukimo jėgą, bet ir didina jų darbo efektyvumą.
- *MV sinchronizacija* suprantama kaip didelio kiekio MV mobilizavimas tuo pačiu momentu. Kuo stipriau ir greičiau raumuo susitraukia, tuo daugiau mobilizuojama MV ir tuo didesniu dažnumu jie impulsuoja, didindami sinchronizaciją. MV sinchronizacija garantuoja didelę raumenų susitraukimo staigiąją jėgą – jėgos gradientą.
- *Vidinė raumens koordinacija.* Mobilizuojamų MV kiekis ir jų impulsacijos dažnumas priklauso ne tik nuo elektrinio impulso iš galvos smegenų į motoneuronus kiekio ir intensyvumo, bet ir nuo daugelio slopinančių ir aktyvuojančių aferentinių nervinių impulsų.
- *Tarpraumeninė koordinacija pasireiškia tarp raumenų sinergistų ir tarp antagonistų.* Gera tarpraumeninė koordinacija didina ne tik judesių efektyvumą, bet ir ekonomiškumą. Tarpraumeninė koordinacija priklauso nuo CNS gebėjimo paskirstyti skirtingų raumenų grupių aktyvumą ir nuo pačių raumenų vienas kito slopinimo ar žadinimo.

- *Ryšys tarp judesių realizavimo centrinių nervinių ir periferinių mechanizmų.* Centrinė nervinė aktyvacija dar negarantuoja didelio raumens susitraukimo greičio ar jėgos, jei nepasiruošę periferiniai mechanizmai. CNS, siųsdama į periferiją elektrinius impulsus, turi atsižvelgti į jos poreikius. Centriniai nerviniai ir periferiniai judesių generavimo mechanizmai turi derintis vieni prie kitų. CNS itin greitai reaguoja į periferijos pajėgumą ir visados siunčia tokį nervinio impulso pluoštą, kuris kaip reikiant „apkrauna“ periferiją. Periferija, sustiprėjus nerviniam impulsui, padidina savo funkcinį pajėgumą, tada CNS iš karto sustiprina nervinę aktyvaciją periferijoje. Raumenų išvystoma jėga priklauso nuo centrinių nervinių ir periferinių mechanizmų sąveikos. Kuo didesnė nervinė aktyvacija, tuo stipriau susitraukia RS.

1. 9. Nugaros smegenų judamieji refleksai.

Nugaros smegenų paprastesniems judėjimo refleksams priklauso:

1. tempimo refleksai (miotopiniai);
2. lenkiamieji refleksai, dirginant odos receptorius;
3. atsispyrimo refleksai (suartėjimo su atrama refleksai).

Nugaros smegenys taip pat aprūpina antagonistinių – raumenų centrų tarpusavio veiklą (receptrokinę inervaciją), o prie lokomocijų – sudėtingesnius refleksus – kryžminius tiesiamuosius ir žingsniavimo.

Nugaros smegenys yra žemiausias ir seniausias CNS skyrius. Nugaros smegenų įeinančių ir išeinančių skaidulų funkcijų paskirstymas yra pavaldus tam tikram įstatymui: visos juntamosios (aferentinės) skaidulos įeina į nugaros smegenis per užpakalinius ragus, o judamosios ir vegetacinės (eferentinės) išeina per priekinius ragus. Užpakaliniuose raguose skaidulų daug daugiau, negu priekiniuose (jų santykis pas žmogų apytikriai 5/1) tai yra prie patenkančios didelės įvairios informacijos organizmas ne visą ją išpildo. Užpakaliniiais ragais į nugaros smegenis patenka impulsai iš skeleto raumenų, sausgyslių, odos, kraujagyslių, vidaus organų receptorių. Priekiniai ragai turi skaidulas, einančias į skeletinius raumenis ir į vegetacinius ganglijus.

1. 9. 1. Antagonistinių raumenų centrų reciprokinė tarpusavio veikla.

Sulenkimo judesiui sąnaryje būtinas ne tik lenkiamųjų raumenų susitraukimas, bet ir tuo pačiu metu tiesiamųjų raumenų atsipalaidavimas. Jaudinant tiesėjų centrus, priešingai slopinami lenkiamieji. Tokie koordinaciniai tarpusavio santykiai tarp nugaros smegenų motorinių centrų buvo

pavadinti reciprokinė antagonistinių raumenų inervacija. Reciprokiniai santykiai tarp antagonistinių raumenų centrų nėra pastovūs ir vieninteliai. Būtinų situacijų metu (pvz. tikslų judesių metu, fiksuojant sąnarius) jie pasikeičia vienalaikiu jų sujaudinimu. Tai pasireiškia organizmo koordinacijos didesniu lankstumu ir tikslingumu.

Lenkiamieji refleksai.

Nugaros smegenų sudėtingesni refleksai, kurie įjungia įvairius jų segmentus ir grupę suderintai veikiančių raumenų yra lenkiamieji refleksai. Dirginant odos receptorių iššaukiamas greitas ir stiprus lenkiamųjų raumenų susitraukimas, kuris atitraukia galūnę nuo dirgiklio. Šis lenkiamasis ir odos refleksas yra apsauginis. Jo reflekso lankas yra polisinaptinis, į kurį be aferentinio ir eferentinio neurono įeina ir vienas arba keletas tarpinių neuronų.

Tiesiamieji refleksai.

Nugaros smegenų tiesiamiesiems refleksams priklauso skirtingos funkcinės reikšmės refleksai, tame tarpe atsispyrimo refleksas.

Atsispyrimo refleksas (tiesiamasis smūgis), arba spaudimo refleksas į atramą, aprašytas Šeringtono, atsiranda dirginant pėdos odą spaudimu. Tuo tarpu skirtingai nuo lenkiamojo reflekso, nes galūnė ne atitraukiama nuo dirgiklio, o suartinama su dirgikliu. Tai biologinis tikslingas aktas, aprūpinantis kontaktą su atrama stovint ir atsispyrimą nuo jos, judant. Šis refleksas yra sudėtingų lokomocijų: ėjimo, bėgimo, šuolių ir kt. nugaros smegenų tiesiamasis refleksas - persikryžiuojantis tiesiamasis refleksas. Jo pagalba judamuose aktuose jungiama ne tik dirginama galūnė, bet ir kita simetrinė. Šio reflekso lanko dalyvauja įterptiniai neuronai, vienos kojos lenkimas iššaukia kitos persikryžiuojantį tiesiamąjį refleksą, kuriai perduodamas visas kūno svoris stovint, einant ir panašiai.

1. 9. 2. Nugaros smegenų tonusinė veikla.

Nugaros smegenų tonusinė veikla, yra pastoviai kontroliuojama aukščiau esančių motorinių centrų. Skirtingi galvos smegenų skyriai, siųsdami impulsus įterptiniams neuronams ir nugaros smegenų neuronams, gali reguliuoti skeletinių raumenų tonusą, tuo pačiu keisdami organizmo pozines ir judamąsias reakcijas. Nespecifinė sistema bendrai pakeičia atskirų raumenų tonusą: raumenų tonusą sustiprina vidurinės smegenys, o slopina – pailgųjų smegenų slopinantis skyrius. Specifinė sistema veikia išrinktinai į atskiras raumenų grupes. Tonusinė įtampa turi refleksinę prigimtį. Tonuso atsiradimui skeletiniuose raumenyse pakanka nugaros smegenų veiklos, kurios į pastovų raumenų įsitempimą kaip atsaką siunčia jiems per alfa – motoneuronus nenutrūkstamus impulsus, palaikančius raumeninį tonusą.

Atskirų raumenų teisingas tonuso paskirstymas, kuris yra tam tikros pozos pagrindas aprūpinamas smegenėlių, požievinų branduolių (dryžuoto kūno ir blyškaus branduolio) ir didžiųjų pusrutulių žievės veikla. Smegenėlės neturi tiesioginio ryšio su nugaros smegenimis, bet per vidurinių smegenų raudonuosius branduolius padidina lenkiamųjų raumenų tonusą, o per pailgųjų smegenų vestibulinius branduolius sustiprina tiesiamųjų raumenų tonusą. Blyškusis branduolys slopina raumenų tonusą, o pakenkimų metu tonusas sustiprėja. Dryžuotas kūnas reguliuoja blyškaus branduolio veiklą. Didžiųjų pusrutulių žievė atlieka raumenų tonuso aktyvumo aukščiausią kontrolę. Jai dalyvaujant atrenkama duotojo momento tikslingesnė kūno poza. Betarpišką ryšį tonuso reguliacijoje turi "lėtieji" žievės piramidiniai neuronai – taip vadinami padėties neuronai (Коц, 1982).

1. 10. Šoklumo fiziologiniai pagrindai

Be izometrinio (raumuo išvysto tam tikrą jėgą, kai RS nekeičia ilgio), koncentrinio (raumuo išvysto jėgą susitraukdamas) ir ekscentrinio (raumuo išvysto jėgą išsitempdamas) raumenų darbo režimų sporto praktikoje pasitaiko ir mišrių; pvz.: izometrinis - koncentrinis, izometrinis – ekscentrinis, ekscentrinis – izometrinis – koncentrinis. Pastarasis ypač paplitęs. Tai įvairūs bėgimo, šuoliavimo ir kt. pratimai.

Ekscentrinio darbo metu ištempiamos raumeninės verpstės. Savo aferentiniais nerviniais laidais, jos padidina motoneuronų aktyvumą (tempimo refleksą). Išaiškinta, kad ekscentrinio darbo metu išvystoma pati didžiausia raumenų jėga ir sunaudojama mažiau energijos negu dirbant izometrinio arba koncentrinio režimu. Susitraukiant ištemptam raumeniui gerokai padidėja atliekamo darbo galingumas. Tai ypač akivaizdu šuolių pratimų metu.

Sugebėjimas panaudoti raumenų tempimo refleksą labai priklauso nuo centrinių – nervinių veiksmų. Taigi, norint efektyviai panaudoti raumens reaktyvias savybes, iš CNS į motoneuronų pluoštą turi būti siunčiama atitinkama komanda. Tempimo reflekso dydis priklauso nuo raumeninių verpsčių ištempimo greičio, pagreičio ir jėgos. Vienos raumeninės verpstės ir jų komponentai labiau reaguoja į ištempimo greitį bei pagreitį, o kitos – į jėgą arba ištempimo ilgį. Galima manyti, kad atliekant tam tikrus šuolių pratimus, kurių metu RS ištempiamos dideliu pagreičiu, daugiau bus aktyvuojamos ir tam tikros raumeninės verpstės. Ir tada šoklumas labiausiai pagerės kaip tik tokiomis sąlygomis.

Susitraukiant raumeniui po ištempimo, darbo galingumas padidėja ir dėl raumenų elastinių komponentų poveikio. Raumens elastingumas priklauso nuo nuosekliųjų ir lygiagrečiųjų elastinių

komponentų. Lygiagretusis elastinis raumens komponentas savo ruožtu priklauso nuo RS sarkomerų, fascijų ir kitų jungiamųjų audinių mechaninių savybių, o nuoseklusis – daugiausia nuo sausgyslių, aktino – miozino tiltelių tamprumo. Raumenų elastingumui nemažą įtaką turi aktino – miozino tiltelių sukibimo bei atsipalaidavimo greitis (greitųjų RS jis gerokai didesnis). Tempiant RS įsitempia aktino – miozino tilteliai, pagerėja kontaktas tarp jų. Taip susikaupia elastinė energija. Dėl labai ilgo ar labai stipraus skaidulų ištempimo atsipalaiduoja aktino – miozino tilteliai ir sukaupta elastinė energija gali pavirsti šilumine, kartu gali sumažėti darbo galingumas. Kuo greičiau šuolių metu raumuo susitraukia po ištempimo, tuo efektyviau panaudojama sukaupta elastinė energija bei tempimo refleksas (Skurvydas, Staniulis, Vilčinskas, 1990).

Sportininkams dažnai būtina atlikti maksimalaus galingumo bei maksimalaus aukščio šuolius per kuo trumpesnę laiko tarpą. Pirmasis raumenų reaktyvumą pripažino J. Verchošanskis (1977). Autoriaus supratimu reaktyvinės raumenų savybės skiriasi nuo tradicinės greitosios jėgos. Raumenų reaktyvumas suprantamas kaip jų gebėjimas kiek galima greičiau pereiti nuo vieno režimo į kitą max galingumo darbo metu (Gailiūnienė, Kontvainis, 1994).

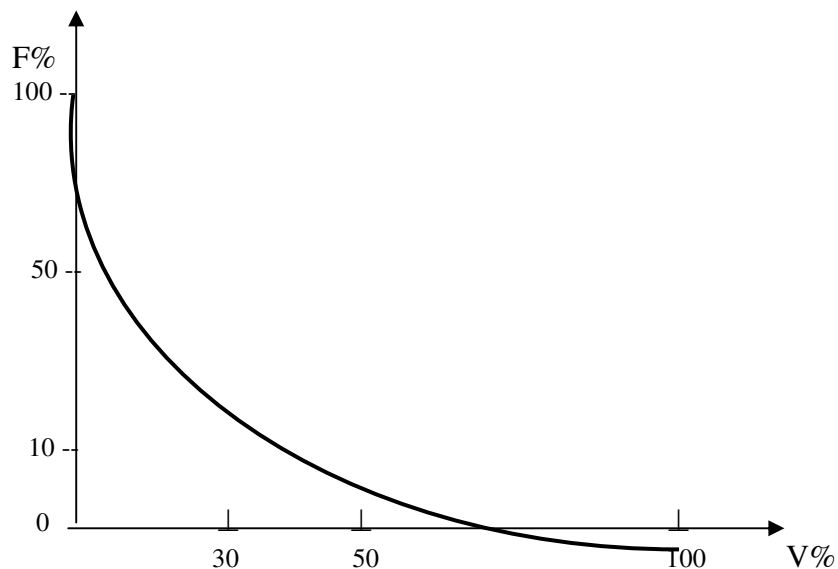
Kuo daugiau greitųjų RS yra skeleto raumenyse, tuo didesnis šuolių aukštis, atsispyrimo jėga, jos gradientas ir t.t. Atliekant šuolius iš padėties pusiau pritūpus, greitųjų RS procentinis kiekis koreliuoja su vidutine atsispyrimo jėga bei galingumu vienaip, o su šuolio aukščiu – kitaip. Dėl raumens elastinių komponentų bei tempimo refleksų poveikio šuolių metu tarp greitųjų RS procentinio kiekio bei vidutinės atsispyrimo jėgos ir galingumo pastebima nedidelė koreliacija. Taigi, vienodos šuolių atlikimo sąlygos rodo nevienodą koreliacinį ryšį tarp šoklumo parametrų ir skeleto raumenų kompozicijos (Skurvydas, Stasiulis, Vilčinskas, 1990).

Atliekant šuolius į gylį (žemyn) yra labiau lavinamos raumenų elastinės ir reflektinės savybės. Šoklumas priklauso ne tik nuo raumens susitraukimo galingumo, bet ir nuo raumens ir sausgyslės elastingumo. Kuo elastingesnis raumuo ir sausgyslė, tuo geresnis šoklumas, atliekant šuolius amortizuojamai tūptelint. Tačiau raumenų ir sausgyslių elastingumas turi mažą įtaką šoklumui, atliekant šuolius iš fiksuotos padėties.

Bet kokiam judesiui atlikti būtinos tam tikros raumenų susitraukimo pastangos. Vieno judesio metu raumuo privalo nugalėti labai didelį išorinį pasipriešinimą (pvz., didelio svorio štangos kėlimas), kito – vidutinį (pvz., šuolis į aukštį, į tolį), o dar kito – mažą (pvz., bėgimas maksimaliu greičiu, stalo tenisininko smūgiai). Raumuo maksimaliomis valios pastangomis, įveikdamas didelį išorinį pasipriešinimą, išvysto didesnę jėgą, bet mažesnę greitį negu įveikdamas mažą išorinį pasipriešinimą (Skurvydas, 1989). Raumuo susitraukia didžiausiu galingumu kai išorinis pasipriešinimas sudaro apie 30% maksimalaus galimo (Skurvydas, Mamkus, Ratkevičius, 1990). Iš

klasikinės fizikos žinoma, kad, kuo didesnė jėga yra išvystoma, tuo didesniu greičiu juda tam tikras kūnas $F = m \cdot v / t$, v – greitis, t – laikas, m – kūno masė, F – jėga (Karazija, 1996).

Taigi, kuo didesnis yra raumenų susitraukimo greitis, tuo didesnė turėtų būti maksimali jėga. Tačiau sporto praktikoje yra kitaip. Padidinus raumenų susitraukimo maksimalią jėgą, maksimalus susitraukimo greitis, esant mažiems išoriniams apkrovimams, nepadidėja, o dažnai net sumažėja (Skurvydas, 1989). Tačiau V. Kuznecovo (1988) atlikto tyrimo duomenys parodė, kad, didinant iki tam tikro dydžio bėgimo greitį (mažinant išorinį pasipriešinimą), maksimali jėga taip pat gali padidėti.



5 pav. Skurvydas, A., Mamkus, G., Ratkevičius, A. (1990) grafiškai parodo judesio greičio V ir jėgos F priklausomybę.

Iš grafiko matome, kad, didėjant judesio greičiui V , mažėja jėgos F reikšmė ir atvirkščiai, didėjant jėgai F , mažėja greitis V . Šiuo atveju išeitų, kad maksimali jėga F didžiausia esant nuliniai V greičio reikšmei (t.y., kai raumuo dirba izometrinio režimu), o maksimali greičio V reikšmė būtų esant nuliniai F jėgos reikšmei. Tačiau iš tikrųjų taip nėra, kadangi maksimaliam greičiui palaikyti reikalinga jėga F .

Grupė eksperimentinių darbų liūdija, kad raumenų susitraukimo jėgos realizavimas mažais, vidutiniais ir dideliais greičiais (visais atvejais valingomis maksimaliomis pastangomis, bet kintant pasipriešinimo dydžiams) skiriasi fiziologiniais mechanizmais (Grufinkel, Levik, 1985).

Prieš tai pateiktas grafikas apibūdina išorinio pasipriešinimo jėgos F dydžio įtaką atliekamo judesio greičiui, bet tiksliai negali parodyti raumenų įsitempimo jėgos F priklausomybės nuo judesio greičio V .

Įdomūs Kanados mokslininkų tyrimų rezultatai. Jie nustatė, kad netreniruotiems suaugusiems vyrams atliekant vertikalų šuolį iš vietos abiem kojomis be rankų mosto, šlaunį, blauzdą ir pėdą tiesiantys raumenys duoda atitinkamai 28 %, 49 % ir 23% visos darbo energijos. Pasitaikė tiriamųjų, kurie šuolį atliko panaudodami blauzdą tiesiančius raumenis 69%, šlaunį tiesiančius raumenis – 18,7 %, pėdą tiesiančius raumenis – 12,3 %. Taigi šoklumui turi įtakos ne viena raumenų grupė, o kelių raumenų grupių tarpusavio sąveika. Priklausomai nuo šuolio atlikimo sąlygų kinta skirtingų raumenų grupių veikla. Sukaupia energija vienoje raumenų grupėje gali būti perduodama kitai raumenų grupei. Idealus šuolis būtų tada, jei energija pirmiausiai būtų sukaupiama lėtesnėse ir stipresnėse raumenų grupėse ir paskui iš dalies perduodama greitesniems raumenims. Dažnai pasitaiko, kad sportininko šoklumas atsispiriant abiem kojom į aukštį yra geras, o įsibėgėjus atsispiriant viena koja – palyginti blogas, ir atvirkščiai. Tai pirmiausia paaiškinama skirtinga šuolio atlikimo biodinamine struktūra.

1. 10. 1. Šoklumą lemiantys fiziologiniai ir biomechaniniai veiksniai

Žmogus geba atlikti labai daug įvairių judesių, kurie pasižymi tam tikrais fiziologiniais ir biomechaniniais ypatumais. Regis, paprastas, nereikalaujantis ypatingų koordinacinių gebėjimų šuolis į aukštį iš vietos priklauso ne tik nuo sportininko raumenų (periferinių veiksmų), bet ir nuo centrinės nervų sistemos (CNS) valdymo mechanizmų dirginimo (Verchošanskij, 1977, Bosco et al., 1983a, 1983b, 1984, 1986, Schmidtleicher et al., 1987, Skurvydas ir kt., 1988, Komi, 1992, Hakkinen, 1994), nors manoma, kad net ir skirtingais būdais atliekamų šuolių motorinė programa (valdoma galvos smegenų motorinių darinių) yra, jei ne tokia pat, tai labai panaši (Gurfinkel & Levik, 1985; Schmidt, 1988). Šoklumas – tai daugialypė fizinė ypatybė apibūdinama daugelio veiksmų, kuriuos būtų galima įvardyti kaip periferinius raumenų veiksmus:

- 1) raumenų kompozicija: kuo daugiau raumenyse yra greitai susitraukiančių (greitųjų) raumeninių skaidulų (RS), tuo geresnis tiriamųjų šoklumas (Bosco et al., 1983a, 1983b, Jaščaninas, 1983, Saplinskas, 1985, Hakkinen, 1994).
- 2) Greitųjų RS hipertrofija: kuo daugiau greitosiose RS yra miofibrilių, tuo didesnę galingumą įgyja raumuo (Jakovlev, 1974, Gurfinkel & Levik, 1985, Astrand & Rodahl, 1986, Fitts et al., 1991, Goldspink, 1992, Enoka, 1994).

- 3) Raumenų ir sausgyslių elastingumas (Bosco et al., 1983a, 1983b, 1984): jis priklauso nuo miozino tiltelių ir aktino, karkasinių raumeninės ląstelės baltymo, bei RS membranos elastingumo. Pvz, kuo elastingesnis raumuo, tuo daugiau elastingos energijos sukaupiama amortizuojamai pritūpiant, o tai lemia atliekamo šuolio dydį. Manoma, kad dėl raumenų ir sausgyslių elastingumo, šoklumo savybės gali pagerėti apie 15-40 % (Bosco et al., 1983c).
- 4) RS prisitvirtinimo prie sausgyslės kampas (Enoka, 1994).
- 5) Raumens susitraukimo (sutrumpėjimo) ar ištempimo ilgis arba pritūpimo dydis (gylis).

Refleksiniai veiksniai:

- 1) raumeninių verpsčių ištempimo ilgis bei greitis: jas ištempiant, per Ia aferentus yra žadinami motoneuronai, kurie didesniu dažniu aktyvuoja RS. Be to, ištempiant raumenines verpstes, rekrutuojama daugiau motorinių vienetų.
- 2) Sausgyslių ištempimas: sausgyslėse glūdi Goldžio receptoriai, kuriuos sužadinus prislopinamas motoneuronų aktyvumas (Gurfinkel & Levik, 1985, Schmidtbleicher et al., 1987, Skurvydas ir kt., 1990, Komi, 1992, Hakkinen, 1994). Taigi, kai sausgyslėse sužadinama daugiau Goldžio receptorių, tada gali silpnėti šoklumo savybės.

Nerviniai veiksniai:

- 1) motorinės programos sudarymo tikslumas: nuo jos priklauso agonistų, sinergistų, antagonistų, rankų ir kojų raumenų koordinacija, kuri padeda geriau atlikti šuolį (Sale, 1988, Schmidt, 1988, Skurvydas ir kt., 1988, 1990).
- 2) Motorinės programos įgyvendinimo efektyvumas: jei sportininkas yra reikiamai susikaupęs ir turi motyvaciją, tai iš motorinių centrų gali būti intensyviau siunčiami nerviniai impulsai į alfa motoneuronus (Schmidt, 1988). Dėl šios priežasties didėja motoneuronų impulsavimo dažnis, vyksta jų mobilizaciją skatinantys procesai, taip pat didėja motoneuronų aktyvumo sinchronizacija.

2. TYRIMO METODAI IR ORGANIZAVIMAS

Tyrimai buvo atlikti 2004 metų lapkričio – gruodžio ir 2006 metų kovo mėnesiais LKKA „Žmogaus motorikos“ laboratorijoje, naudojant daugiakomponentinę jėgos platformą KISTLER. Tiriamieji buvo sveiki sportuojantys krepšinį (amžius 22-26 metų; n=20) ir „trikovės“ sporto šaką kultyvuojuojantys vyrai (amžius 19-20 metų; n=10).

Registruota:

6 lentelė. Tiriamųjų skaičius, amžius, ūgis ir kūno masė (vidurkis $\pm$ standartinis nuokrypis).

Tyrimas	Tiriamųjų sk.	Amžius (metai)	Ūgis (cm)	Kūno masė (kg)
CMJ	10	20,4 $\pm$ 2,50	186,5 $\pm$ 7,58	77,6 $\pm$ 10,06
DJ	10	24,0 $\pm$ 1,41	188,7 $\pm$ 7,67	81,6 $\pm$ 8,40
SJ	10	22,9 $\pm$ 1,29	189,2 $\pm$ 8,08	82,3 $\pm$ 8,98

Trumpinimai. **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu);

DJ – vertikalus šuolis nuo pakilos (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo ; **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius).

Šuolio su amortizuojamuoju pritūpimu (CMJ) atlikimo metodika. Tiriamieji atlieka vertikalus šuolį amortizuojamai pritūpdami per kelių sąnarius iki 90° kampo (visada rankos ant klubų), liemuo – vertikaloje padėtyje. Nusileidžiant po lėkimo fazės kelio sąnarys turi būti maždaug 180° kampu.

Šuolio nuo pakilos (DJ) atlikimo metodika. Sportininkai atlieka vertikalus šuolį nuo pakilos, kurios aukštis 40 cm., nuo jos lengvai nušokus pritūpiama iki 90° kampo per kelių sąnarius, liemuo vertikaloje padėtyje, visoje eigoje rankos ant klubų.

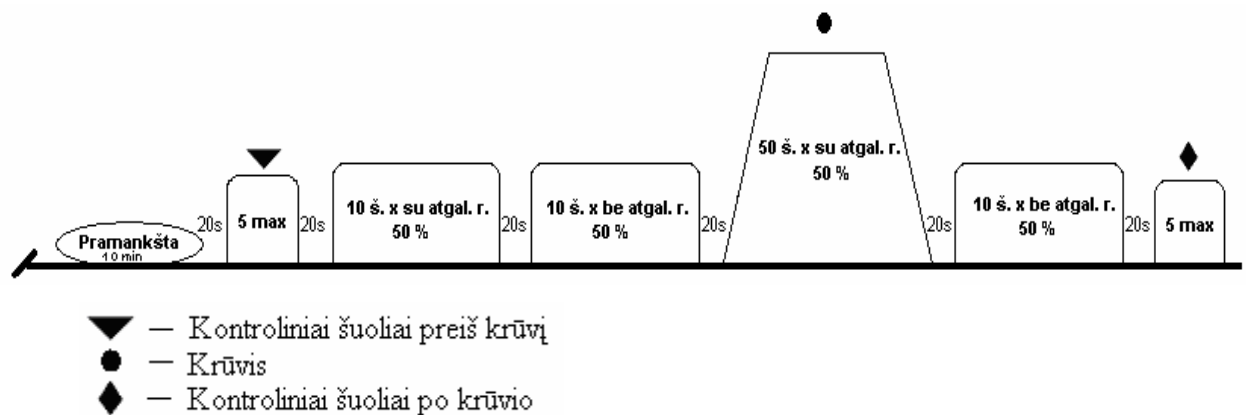
Šuolio be amortizuojančio pritūpimo (SJ) atlikimo metodika. Tiriamasis atlieka vertikalus šuolį iš padėties (statinės) pusiau pritūpus (kelio sąnarys - 90° kampu), liemuo – vertikaloje padėtyje, rankos ant klubų. Tiriamasis privalo atlikti šuolį be tūptelėjimo. Šuolio metu rankos ant klubų. Nusileidžiant po lėkimo fazės kelio sąnarys turi būti maždaug 180° kampu (Bosco, 1999).

Prieš kiekvieną tyrimą sportininkai (x = 10) atliko po 10-15 minučių truncančią neintensyvią pramankštą (lėtas bėgimas, tempimo pratimai). Taipogi, prieš tyrimą kiekvienas tiriamasis atliko po 3 bandomuosius šuolius.

2.1. Tyrimų eiga:

Buvo atliekami 5 maksimalūs kontroliniai šuoliai kas 20s intervalu. Po kiekvieno šuolio tiriamasis atsipalaiduodavo nenulipdamas nuo platformos ir laukdavo sekančio signalo atlikti maksimalų šuolį. Atlikus 5 bandymus buvo nustatomas šuolio aukštis 50% nuo atliktų 5 maksimalių šuolių (pvz. $X = 40 \text{ h} / 2 = 20 \text{ cm}$).

1. Tiriamasis atliko 10 šuolių (50% nuo max) kas 20s intervalu. Po kiekvieno šuolio buvo jam pasakomas atlikto šuolio aukštis.
2. Atliko 10 šuolių (50% nuo max) kas 20s intervalu. Tačiau jam nebuvo suteikiama grįžtamoji informacija apie atlikto šuolio aukštį.
3. Buvo atliekama 50 šuolių (50% nuo max) kas 20s intervalu, su atgaliniu ryšiu.
4. Po krūvio buvo atliekama 10 šuolių (50% nuo max, kas 20s intervalu) be atgalinio ryšio.
5. Testo pabaigoje buvo atlikti 5 maksimalūs kontroliniai šuoliai kas 20s.



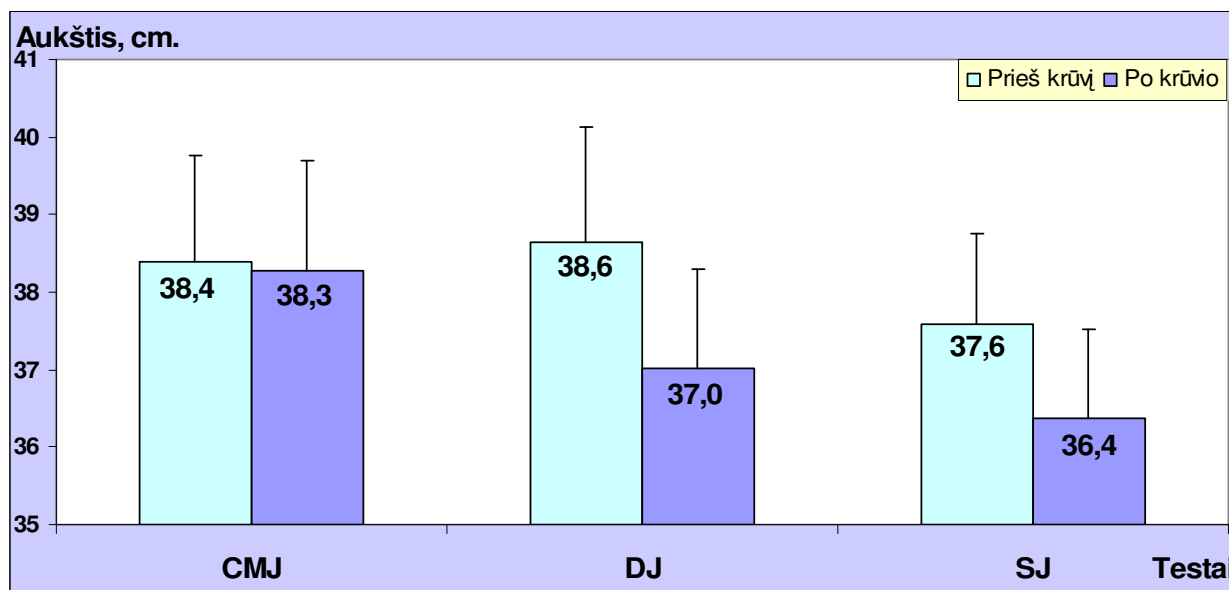
2. 2. Matematinė statistika.

Tyrimo duomenys buvo apskaičiuojami matematinės statistikos metodais, elektronine skaičiuokle "Microsoft ® Excel 2000". Buvo skaičiuojami šie statistiniai parametrai: aritmetinis vidurkis, standartinis kvadratinis nuokrypis, variacijos koeficientas. Rezultatų patikimumas buvo skaičiuojamas pagal Stjudent'o t-kriterijų, kai paklaida neviršydavo 5%, t. y. $p < 0,05$.

3. TYRIMŲ REZULTATAI

3.1. Tyrimų rezultatai atliekant šuolius į aukštį 50 % nuo max.

Kontroliniai šuoliai. Lyginant visų tyrimų penkių maksimalių kontrolinių šuolių į aukštį rezultatų vidurkius prieš krūvį ir po jo, matome, jog šuolio aukštis mažesnis buvo po krūvio, atitinkamai šuolio aukštis nuo pakyls (DJ) prieš krūvį 38.6 ± 1.5 cm., po krūvio – 37.0 ± 1.3 cm. Šių rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$). Kontrolinių šuolių vidurkių sklaidumas tyrimo pradžioje prieš ir gale po krūvio yra mažas, 3.8 %, ir 3.4 %. Taip pat šuolio aukštis vidutiniškai buvo mažesnis po krūvio ir šuoliuose be amortizuojamojo pritūpimo (SJ) tyrime, 36.4 ± 1.1 cm., nei prieš jį 37.6 ± 1.2 cm. ($p > 0.05$), šuolių vidurkių sklaidumas taip pat mažas, 3.1 % ir 3.1 %. Tik šuoliuose su amortizuojamuoju pritūpimu (CMJ) šuolių aukštis vidutiniškai buvo didesnis po krūvio nei prieš, atitinkamai 38.3 ± 1.4 ir 38.0 ± 1.4 cm. ($p > 0.05$), šuolių vidurkių sklaidumas prieš ir po krūvio buvo mažas, atitinkamai 3.6 % ir 3.7 % (6 pav.).

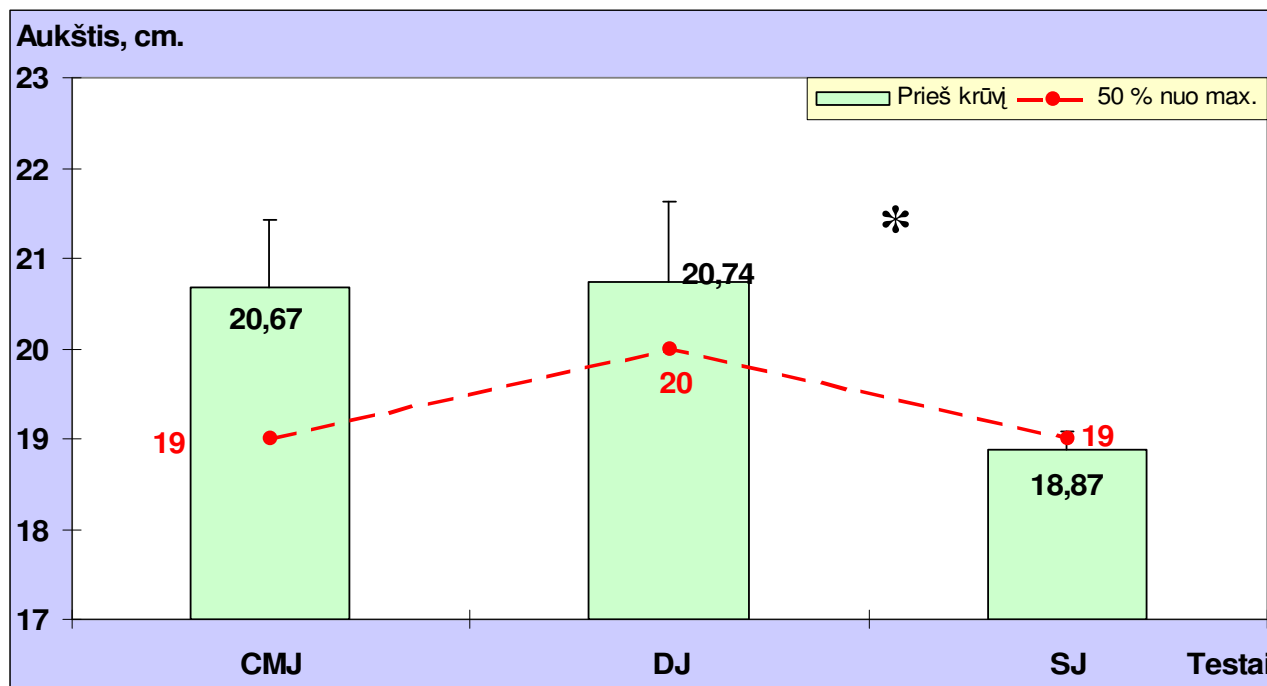


6 pav. Maksimalių kontrolinių šuolių rodikliai prieš krūvį ir po jo.

Trumpinimai. CMJ – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); DJ – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo; SJ – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius).

Šuoliai į aukštį (50 % nuo max) su atgaline informacija. Atlikus 10 šuolių prieš krūvį 50 % nuo max (CMJ riba 19 cm., DJ – 20 cm., SJ – 19 cm.) su atgaline informacija, CMJ tyrime atliktų šuolių vidurkio rodiklis 20.67 ± 2.4 cm. ženkliai skyrėsi nuo užduoties (19 cm.), o SJ tyrime atliktų šuolių vidurkio rodiklis 18.87 ± 0.7 cm. skyrėsi neženkliai. Skirtumas tarp šių tyrimų rodiklių statistiškai patikimas ($p < 0.05$). Rodiklių sklaidumas atliekant šuolius buvo: CMJ tyrime vidutinis – 11.5 %, SJ – mažas 3.6 %.

DJ tyrimo gautas rodiklis 20.74 ± 2.8 cm. skyrėsi nedaug nuo užduoties (20 cm.), rodiklių sklaidumas atliekant šuolius – vidutinis 13 % ir lyginant su tyrimu CMJ vidutinis rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$), o su tyrimu SJ – patikimas ($p < 0.05$) (7 pav.).



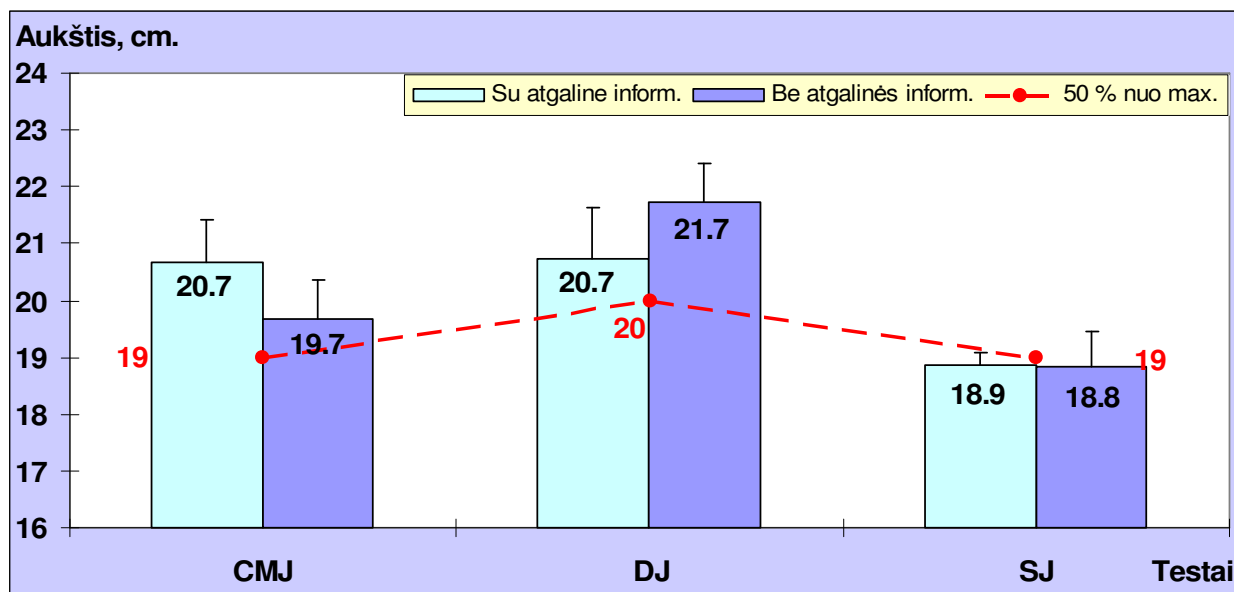
7 pav. 10 šuolių su atgaline informacija.

Trumpinimai. CMJ – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); DJ – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelius sąnarius iki 90° kampo; SJ – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelius sąnarius). * - statistiškai patikimas skirtumas ($p < 0.05$).

Šuoliai į aukštį (50 % nuo max) su atgaline informacija ir be jos. Atlikus 10 šuolių prieš krūvį su atgaline informacija ir be jos, pastebime, jog tiksliausiai šuoliai atlikti SJ tyrime, atitinkamai 18.9 ± 0.7 ir 18.8 ± 2.0 cm., skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$), šuolių vidurkių sklaidumas su atgaliniu ryšiu buvo mažas - 3.6 %, o be atgalinės informacijos – vidutinis 10.4 %.

Tačiau šuoliuose su amortizuojamuoju pritūpimu (CMJ) atgalinė informacija nepadėjo tiksliau atlikti užduoties (19 cm.), 20.7 ± 2.4 cm. su atgaliniu ryšiu ir 19.7 ± 2.1 cm. be atgalinio, šių rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$), rodiklių sklaidumas atliekant šuolius buvo vidutinis, atitinkamai – 11.5 ir 10.7 %.

Tyrime DJ šuolių vidurkių rodikliai buvo tokie – su atgaline informacija 20.7 ± 2.8 ir be atgalinės – 21.7 ± 2.2 cm., skirtumas tarp šių grupių statistiškai yra nepatikimas ($p > 0.05$), rodiklių sklaidumas siekė vidutinį (8 pav.).



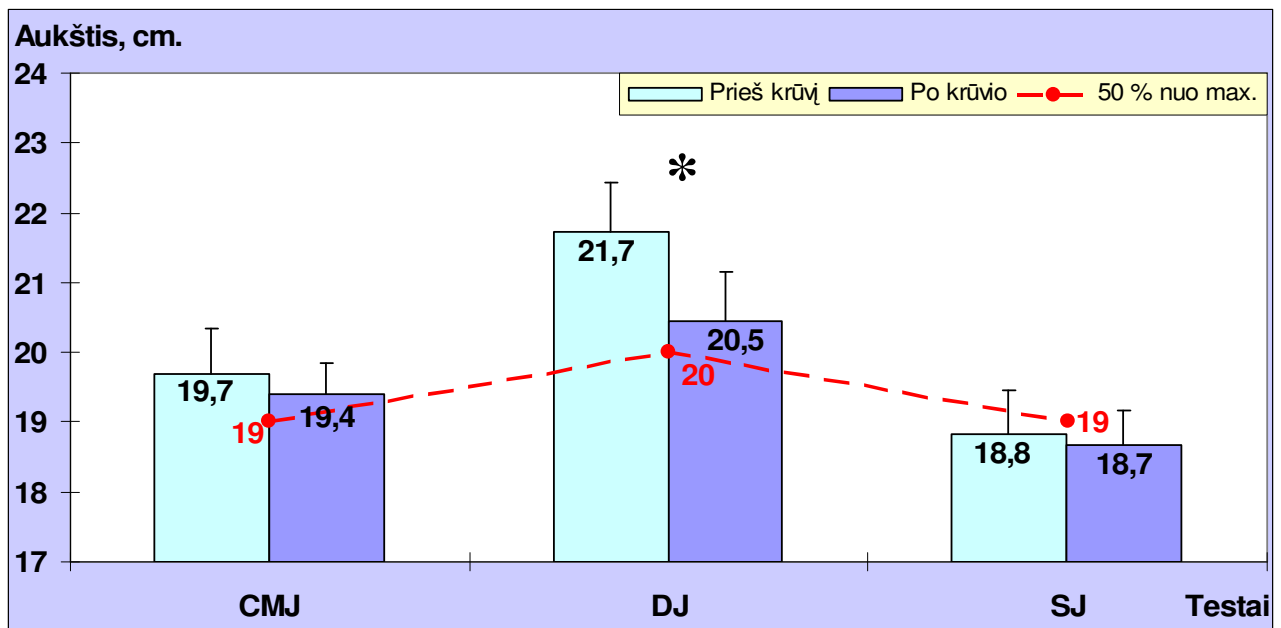
8 pav. 10 šuolių su atgaline ir be atgalinės informacijos.

Trumpinimai. **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); **DJ** – vertikalus šuolis nuo pakylės (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo; **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius).

Šuoliai į aukštį (50 % nuo max) be atgalinės informacijos. Tiek prieš krūvį tiek ir po sportininkai tiksliausiai atliko šuolius tyrime SJ, atitinkamai 18.8 ± 2.0 ir 18.7 ± 1.6 cm. Šių rodiklių skirtumas statistškai nepatikimas ($p > 0.05$). Rodiklių sklaidumas atliekant šuolius buvo: prieš krūvį vidutinis – 10.4 %, po – mažas 8.5 %.

Blogiausiai tiriamieji atliko nustatytą užduotį DJ tyrime, prieš krūvį vidutinis šuolių aukštis 21.7 ± 2.2 cm. ir po krūvio 20.5 ± 2.1 cm., rodiklių skirtumas statistškai patikimas ($p < 0.05$). Atliekant šuolius rodiklių sklaidumas prieš ir po krūvio vidutinis 10.2 ir 10.5 %.

Tyrime atliekant šuolius su amortizuojamuoju pritūpimu (CMJ) sportininkai užduotį atliko truputį geriau po krūvio nei prieš jį, atitinkamai 19.4 ± 1.5 ir 19.7 ± 2.1 cm., rodiklių skirtumas statistškai nepatikimas ($p > 0.05$), o šuolių rodiklių sklaidumas prieš krūvį buvo vidutinis 10.7 %, po krūvio mažas – 7.6 %. (9 pav.).

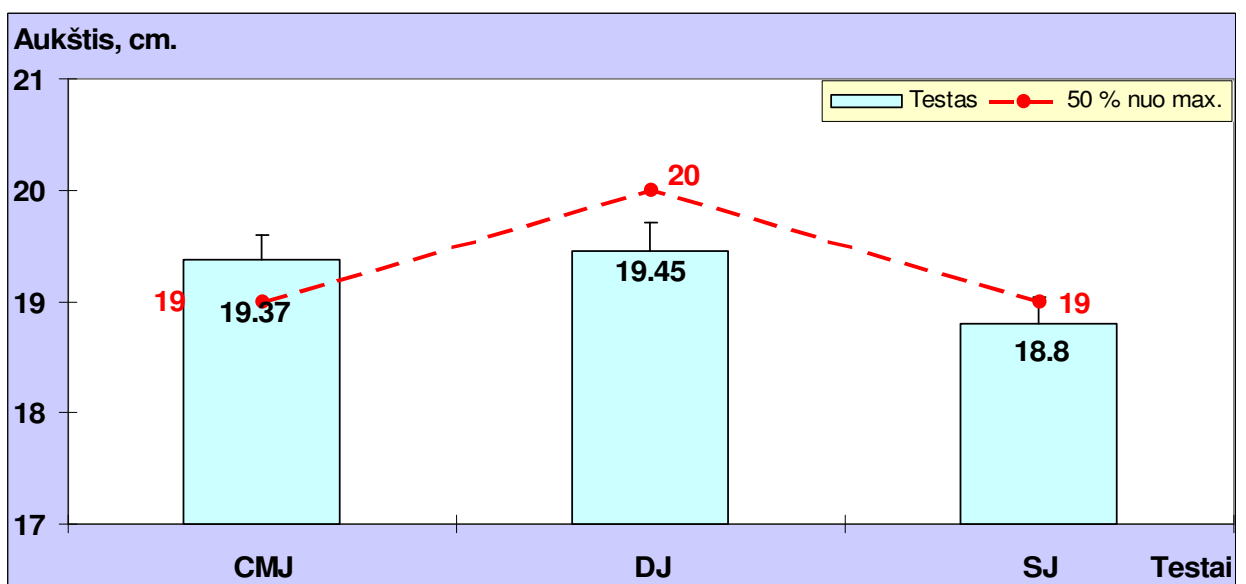


9 pav. Šuoliai į aukštį (50 % nuo max) be atgalinio ryšio.

Trumpinimai. CMJ – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); DJ – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo; SJ – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius). * - statistiškai patikimas skirtumas ($p < 0.05$).

50 šuolių su atgaline informacija (50 % nuo max). Atlikus 50 šuolių į aukštį su atgaline informacija nustatėme jog gan vienodai netiksliai atlikti šuoliai tiek CMJ tiek ir DJ tyrimuose, atitinkamai 19.37 ± 1.6 cm., (užduotis 19 cm.) ir 19.45 ± 1.9 cm. (užduotis 20 cm.). Skirtumas tarp šių tyrimų rodiklių statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$), o rodiklių sklaidumas atliekant šuolius buvo: CMJ tyrime mažas – 6.3 %, DJ – vidutinis 9.3 %.

Palyginus tiksliausiai atlikti šuoliai buvo tyrime iš statinės padėties (SJ) 18.8 ± 1.7 cm., (užduotis 19 cm.), rodiklių sklaidumas – mažas 9.3 % ir lyginant su tyrimu CMJ vidutinis rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$) taip kaip ir su tyrimu DJ ($p < 0.05$) (10 pav.).



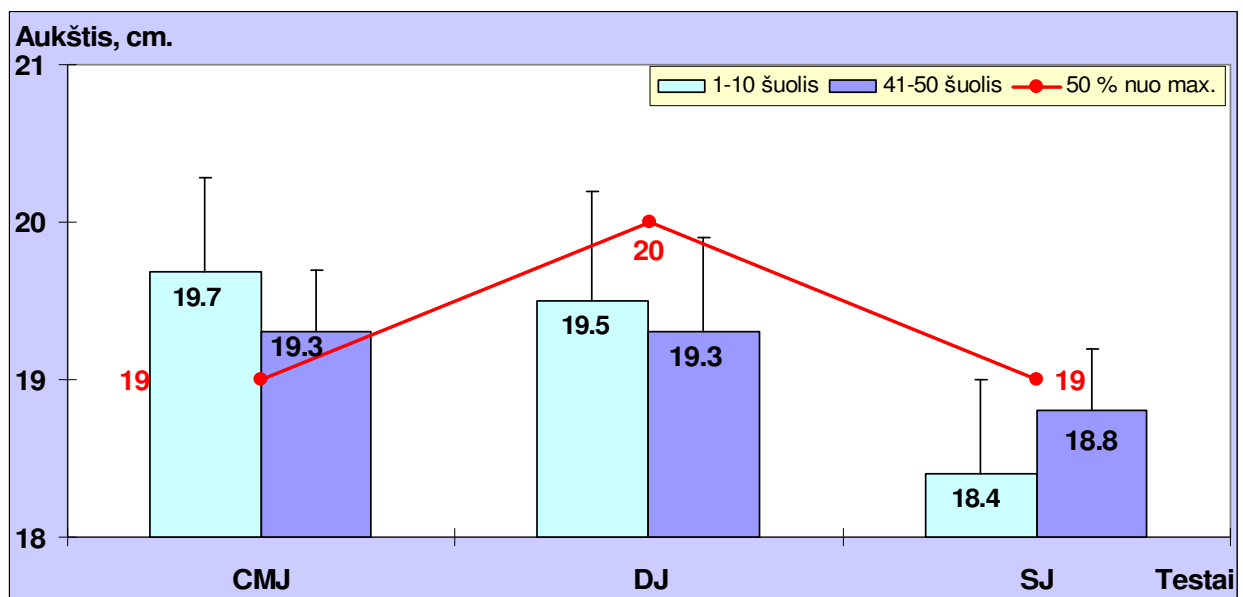
10 pav. Šuoliai į aukštį (50 % nuo max) su atgaliniu ryšiu.

Trumpinimai. **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); **DJ** – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo ; **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius).

Norėdami išsamiau išsiaiškinti krūvio įtaką judesių tikslumui ir palyginus 10 šuolių krūvio pradžioje ir 10 šuolių pabaigoje, SJ tyrime šuolių vidurkio rodiklis buvo, atitinkamai 18.4 ± 1.8 ir 18.8 ± 1.4 cm., rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$). Atliekant šuolius rodiklių sklaidumas krūvio pradžioje buvo vidutinis 10 %, o pabaigoje mažas 7.5 % (11, 14 pav.).

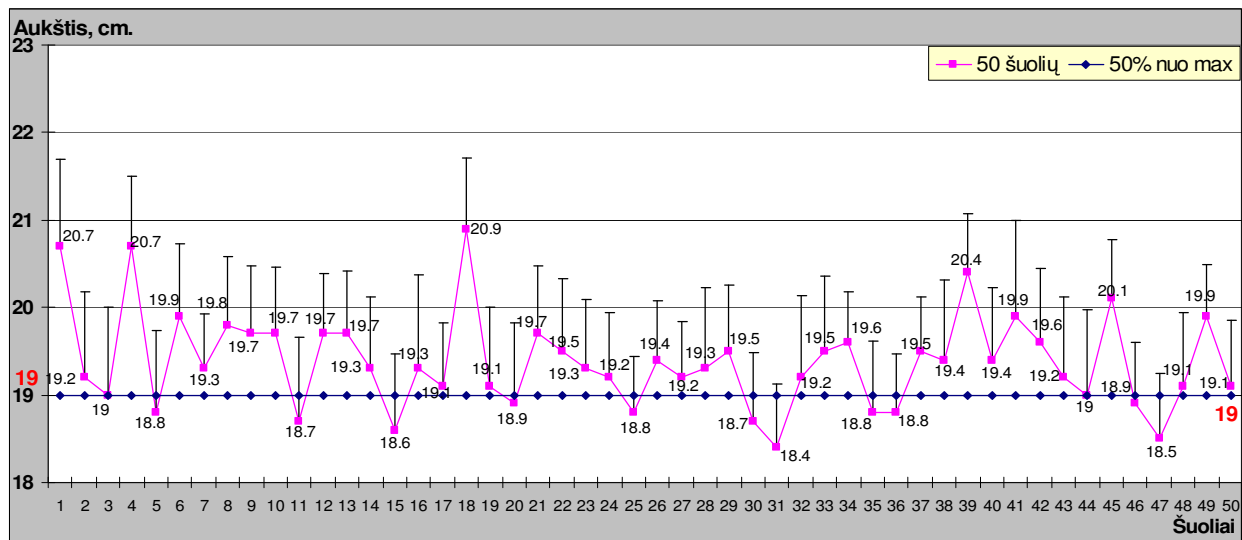
CMJ tyrime 1 - 10 šuolių vidurkis buvo 19.7 ± 1.8 cm., o 41 – 50 atitinkamai - 19.3 ± 1.4 cm. jau arčiau tikslo (19 cm.), rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$), o sklaidumas krūvio pradžioje ir pabaigoje buvo mažas 9.1 ir 7.5 % (11, 12 pav.).

DJ tyrime 1 - 10 šuolių vidurkis buvo arčiau tikslo (20 cm.) nei 41 – 50 šuoliuose, atitinkamai 19.5 ± 2.2 ir 19.3 ± 1.8 cm., rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p > 0.05$), sklaidumas krūvio pradžioje buvo vidutinis 11.2 %, o pabaigoje mažas 7.5 % (11, 13 pav.).

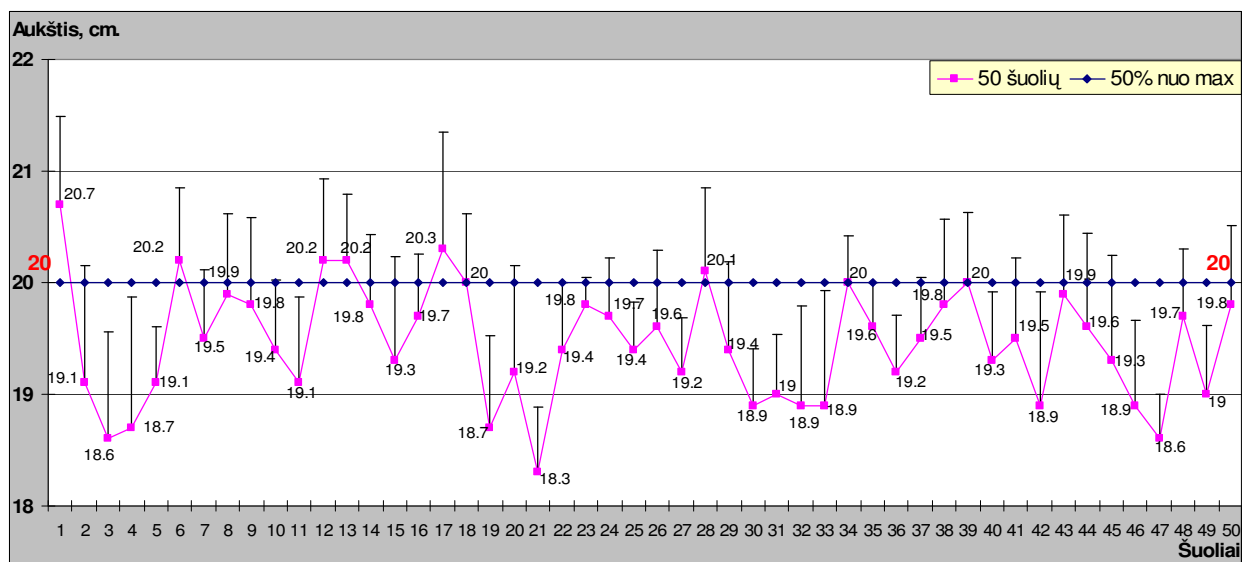


11 pav. Šuoliai į aukštį krūvio metu (50 % nuo max) su atgaliniu ryšiu.

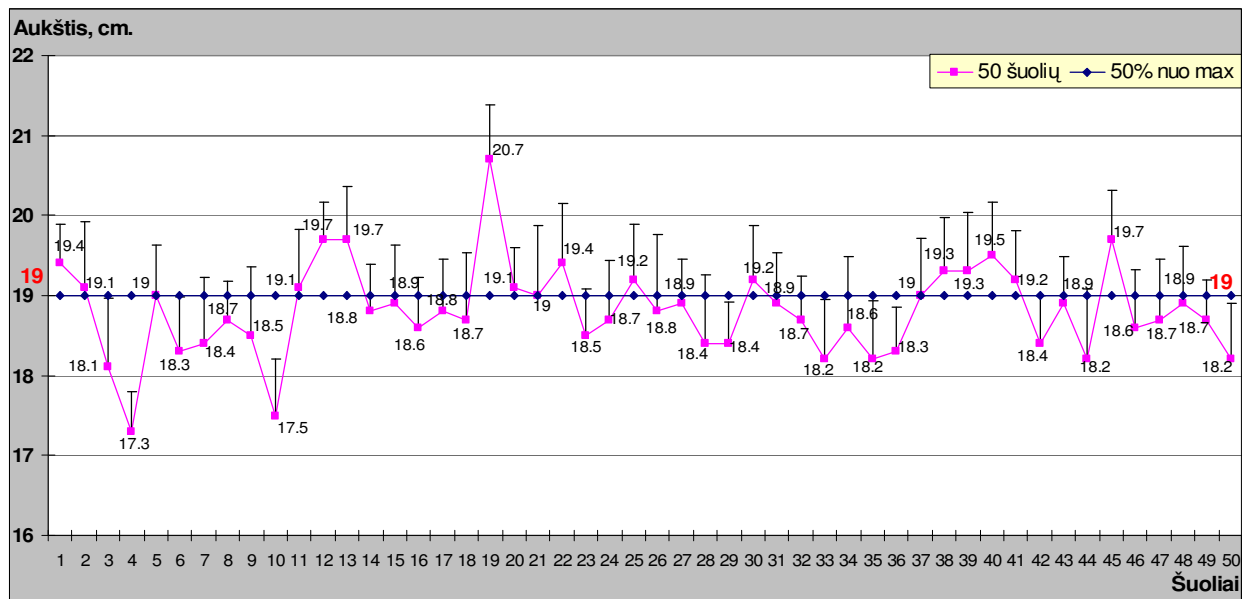
Trumpinimai. **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampu); **DJ** – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo ; **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius).



12 pav. 50 šuolių į aukštį rodikliai su atgaliniu ryšiu (50 % nuo max). **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelis pritūpus 90° kampu);

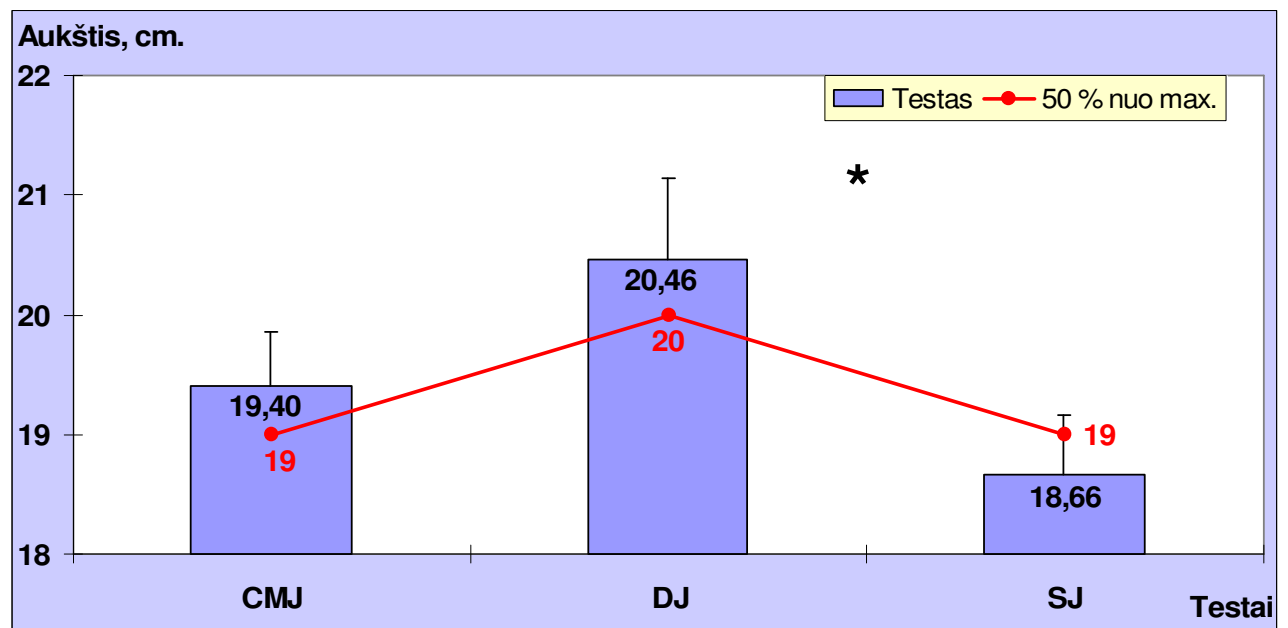


13 pav. 50 šuolių į aukštį rodikliai su atgaliniu ryšiu (50 % nuo max). **DJ** – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo



14 pav. 50 šuolių į aukštį rodikliai su atgaliniu ryšiu (50 % nuo max). **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius).

Šuoliai į aukštį po krūvio (50 % nuo max) be atgalinės informacijos. Tiriamieji po krūvio atliko 10 šuolių be atgalinės informacijos, tiksliausi šuoliai buvo DJ ir SJ tyrimuose, atitinkamai 20.46 ± 2.14 ir 18.66 ± 1.58 cm., šuolių rodiklių sklaidumas: vidutinis 10,7 % ir mažas 8.5 %, rodiklių skirtumas tarp DJ ir SJ tyrimų statistiškai patikimas ($p < 0.05$). CMJ tyrime 19.40 ± 1.46 cm., šuolių rodiklių sklaidumas mažas – 7.6 % (15 pav.).



15 pav. Šuoliai į aukštį po krūvio (50 % nuo max) be atgalinio ryšio.

Trumpinimai. **CMJ** – vertikalus šuolis su amortizuojamuoju pritūpimu (per kelius pritūpus 90° kampų); **DJ** – vertikalus šuolis nuo pakyls (40 cm.) pritūpiant per kelių sąnarius iki 90° kampo; **SJ** – vertikalus šuolis iš statinės padėties (90° kampas per kelių sąnarius). * - statistiškai patikimas skirtumas ($p < 0.05$).

APTARIMAS

Greta jau ištirtų problemų yra dar nemažai tyrinėtinų klausimų. Keletas iš jų būtų - žmogaus psichomotorikos dėsningumai, CNS atskirų skyrių reikšmė judesių reguliacijoje, bei programavimo, grįžtamųjų ryšių ir sensorinės koreliacijos procesai. Trūksta originalių tyrimų, padedančių suvokti žmogaus galvos smegenų veiklos principus atliekant judesius (Skurvydas, 1999).

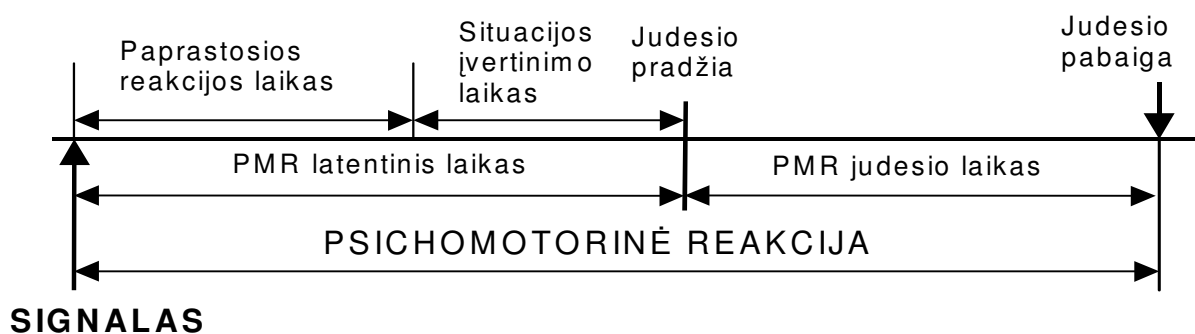
Yra skiriamos: paprastoji ir psichomotorinė reakcijos. Paprastoji reakcija — tai atsakas į žinomą iš anksto signalą, iš anksto žinomu judesiu. Paprastoji reakcija dažniausiai nustatoma miorefleksometru, kai iš anksto nustatytoje vietoje paduodamas šviesos ar garso signalas, o tiriamasis kuo greičiau po signalo turi paspausti mygtuką.

Kai iš anksto nežinoma, kur ir kada pasirodys signalas ir taip pat iš anksto nežinoma, koks turės būti atliekamas judesys — tokia reakcija vadinama psichomotorine. Šiuo atveju žmogus turi įvertinti situaciją, parinkti judesį ir jį atlikti.

Psichomotorinės reakcijos laikas susideda iš kelių komponentų:

- Sensorinio arba paprastosios reakcijos laiko,
- Situacijos suvokimo laiko,
- Judesio atlikimo laiko.

Laiko ašyje psichomotorinės reakcijos komponentus (fazes) galima pavaizduoti taip (Muckus, 2001):



Atlikto tyrimo (Muckus, 2001) rezultatai parodė, kad situacijos įvertinimo laikas yra didesnis tada, kai motorinė užduotis yra sunkesnė, t. y. kai sportininkas turi pašokti aukščiau. Nevisiškai tikslinga būtų palyginti šį tyrimą su mūsų atliktu tyrimu, tačiau mes norime atkreipti dėmesį į tai, jog kuo sudėtingesnis, mūsų atveju, šuolio atlikimo būdas, tuo labiau yra apsunkinama žmogaus psichomotorika. Taip pat didelę reikšmę turi motyvacija, bei grįžtamosios informacijos (kaip sąlyginio dirgiklio) stiprumas.

Maždaug trečiaisiais vaiko gyvenimo metais susiformuoja pagrindiniai šuolių atlikimo motorinės programos bruožai, o tolesniais individo vystymosi tarpsniais ji tik tobulėja. Tačiau motorinė programa, kaip ir kiti refleksiniai bei raumeniniai mechanizmai, gali būti modifikuojama priklausomai nuo šuolio būdo, mokėjimo jį atlikti bei susikaupimo laipsnio (Schmidt, 1988, Komi, 1992). Šuolio amortizuojamai pritūpiant aukštį lemia gebėjimas panaudoti raumens tamprumo energiją ir tempimo refleksą. Toks gebėjimas priklauso nuo raumenų kompozicijos – greiti sportininkai geriau panaudoja raumens tamprumo energiją greitai ir lengvai amortizuojamai pritūpdami, o lėti pritūpia lėtai ir sunkiai (Komi, 1992). Taigi aiškinantis šoklumo nevienodumą, būtina atsižvelgti į registruojamo šoklumo rodiklio specifiką, nes vienų šoklumas labiau priklauso nuo genetinių veiksnių, o kitų – nuo ugdymo pobūdžio (Rudas, E., Skurvydas, A., Plytnikas, G. 2005). Nors mes netyrėme raumenų kompozicijos, tačiau manome, jog šoklesni yra tie, kurių raumenyse vyrauja greitosios raumeninės skaidulos, ir tie kurie iš prigimties yra stipresni. Tai patvirtina ir kiti autoriai (Jaščaninas ir kt., 1989, Hakkinen, 1994).

Yra duomenų, kad vertikalios šuolio aukštis glaudžiai koreliuoja su motorinių vienetų impulsacijos dažniu, potencialų trukme, polifazinių potencialų skaičiumi esant nuovargiui, bioenergetinio aktyvumo dydžiu bei raumenų mikrocirkuliacijos intensyvumu (Jaščaninas, 1983). Vis dėl to dar ne visai aišku ar taip yra daugiau dėl prigimties (genetinių reiškinių), ar dėl treniruočių krūvių specifikos.

Nervinė programa gali ne tik reguliuoti raumenų susitraukimo galingumą, bet ir optimizuoti kūno pozą (statinę padėtį) prieš šuolį ir jį atliekant. Nustatyta, kad dėl nervinės motorinės programos gali būti skatinami įvairūs reflektoriniai mechanizmai, kurie taip pat gali optimizuoti raumenų susitraukimo galingumą (Dybre – Poulsen et al., 1991, Gotlieb et al., 1981). Pavyzdžiui, nustatyta, kad lavinant šoklumą gali pagerėti tempimo reflekso jautrumas, o dėl jo ir šuolio aukštis (Komi, 1992, Kyrolainen et al., 1995, Schmidbleicher et al., 1988). Be to, iki atliekant šuolį gali būti padidinamas raumenų tonusas, nuo kurio taip pat priklauso šoklumo efektyvumas (Kyrolainen et al., 1995).

Manoma, kad galingumą lavinantys treniruočių krūviai (pratimai) gali pagerinti ne tik raumenų ir sausgyslių elastinių struktūrų kiekį (masę), bet ir jų aktyvumo efektyvumą. Nustatyta, kad greitojo tipo RS yra daugiau elastinių komponentų nei lėtojo tipo RS (Eisenberg, 1983, Kyrolainen et al., 1995, Wang et al., 1979). Pavyzdžiui, nustatyta, kad su amortizuojamu tūptelėjimu atliekamo šuolio aukštis priklauso nuo sugebėjimo panaudoti raumeninio audinio elastinę energiją bei tempimo refleksą (Bosco et al., 1982, Bosco et al., 1983). Tai priklauso nuo raumenų kompozicijos ypatumų. Be to, manoma, kad atliekant šuolius į gylį (nuo paaukštinimo) greitu amortizuojamu pritūpimu, labiau panaudojama elastinė raumenų sukaupta energija, nei tempimo refleksas (Bosco et al., 1983). Be to, šuolio į aukštį rezultatai priklauso nuo individualių

gebėjimų raiškos tempų, taip pat nuo visų šuolių į aukštį dalių individualių judesių ir veiksmų integralaus sinchroniškumo svarbiausiuose judesių fazėse (Стрижак, 1992).

Kiti autoriai (Gavorka, A., Zuoza, A. K., 2004) tyrė motyvacijos ir grįžtamosios informacijos reikšmę tinklininkų šoklumo ugdymui, kur nustatė, jog didžiausias ilgalaikis motyvacijos ir grįžtamosios informacijos poveikis buvo atliekant maksimalius šuolius su amortizuojamuoju pritūpimu be rankų mosto (per kelių sąnarius 90° kampas), nei šuoliuose su rankų mostu ar įsibėgėjus. Taip pat buvo nustatyta jog atliekant maksimalius šuolius ankščiau paminėtais būdais, vienos tirtos grupės, kuriai šuolių metu nebuvo suteikiamas grįžtamasis ryšys ir nebuvo motyvuojamos siekti geriausio rezultato, šuolių į aukštį rodikliai viso tyrimo metu nepatikimai mažėjo.

Kokią įtaką šiame tyrime turėjo atgalinė informacija?

Mūsų tyrime sportininkams nuo 5 max šuolių buvo paskaičiuota 50 % nuo max riba – užduotis, tada jie atliko šuolius kuo tiksliau pašokant iki jam nustatytos ribos – užduoties. Vienu atveju jam buvo pasakomas šuolio aukštis, kitu – nesakomas ir stebima ar šuolių į aukštį rodikliams turi įtakos jam suteikta atgalinė informacija ir kaip tiriamasis orientuojasi į šuolio aukščio nustatytą ribą – užduotį jam nesuteikiant atgalinės informacijos.

Išskyrus patį pirmąjį šuolio į aukštį rodiklį (50 % nuo max su atgaliniu ryšiu), kuris visuose atliktuose testuose buvo žymiai didesnis nei riba – užduotis, toliau visi šuolių rodikliai ženkliai nenutoldavo nuo reikiamos ribos. Be atgalinės informacijos vertikalių šuolių rodikliai nuo šuolių su atgaline informacija skyrėsi neženkliai.

Tada sportininkai turėjo atlikti 50 šuolių krūvį su atgaline informacija, kad įvertintume kaip krūvis įtakos žmogaus psichomotoriką bei šuolių atlikimo tikslumą. Palyginus 1-10 šuolių vidurkių rodiklius su 41-50 šuolių rodikliais, jie parodė, jog rodikliai krūvio gale buvo geresni nei pradžioje.

Po krūvio atlikti 10 šuolių be atgalinio ryšio, kurie buvo truputį tikslesni nei su atgaliniu ryšiu prieš krūvį. Galima teigti, jog sportininkai išmoko judesį (susidarė įgūdis), tą rodo ir organizmo adaptacijos prie fizinių krūvių dėsningumai (Balsom et al., 1992, Glenmark et al., 1992, Kommi, 1992).

IŠVADOS

1. Testų pradžioje 5 max kontrolinių šuolių rodikliai buvo didesni nei pabaigoje, rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p>0.05$).
2. Šuoliuose su atgaline informacija ir be jos blogiausi rezultatai buvo šuoliuose nuo pakilos (DJ), rodiklių skirtumas statistiškai nepatikimas ($p>0.05$), kaip ir šuoliuose su amortizuojamuoju pritūpimu (CMJ). Tiksliausi šuoliai (riba 19 cm.) atlikti iš statinės padėties (SJ), atitinkamai 18.9 ± 0.7 ir 18.8 ± 2.0 cm., ($p>0.05$).
3. Krūvio metu, 50 % nuo max su atgaline informacija, palyginę 1–10 šuolius su 41–50 šuolių vidurkių rezultatais, galime teigti, kad CMJ ir SJ tyrimuose 1–10 šuolių rezultatai buvo blogesni nei 41–50 šuolių. O tyrime DJ anaipol, šuoliai tikslesni buvo krūvio pradžioje nei pabaigoje (atitinkamai 19.5 ± 2.2 ir 19.3 ± 1.8 cm., $p>0.05$).
4. Po 50 šuolių krūvio tiriamieji atliko 10 šuolių be atgalinės informacijos, neženkiai bet tiksliausi šuoliai buvo SJ tyrime.

LITERATŪRA

1. Astrand, P. O. & Rodahl, K. (1986) Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise. McGraw – Hill.
2. Bosco, C., Tihanyi, J., Komi P., Fekete, G. & Apor, P. (1982) Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human muscles. *Acta Physiol Scand*, 116, psl.343-349.
3. Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, P.V. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50 (2), psl. 273—82.
4. Bosco, C., Mogroni, P., Luhtanen, P. (1983) Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51, psl. 357 – 64.
5. Bosco, C., Komi P., Tihanyi, J., Fekete, G. & Apor, P. (1983a) Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol*, 51(1), psl. 129-135.
6. Bosco, C. & Rusko, H. (1983c) The effect of prolonged skeletal muscle stretch – shortening cycle on recoil of elastic energy and on energy expenditure. *Acta Physiol Scand*, 119(3), psl. 219-224.
7. Bosco, C., Zanon, S., Rusko, H., Dal Monte, A., Bellotti, P., Latteri, F., Candeloro, N., Locatelli, E., Azzaro, E., Pozzo, R., et al. (1984) The influence of extra load on the mechanical behavior of skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol*, 5(2), psl. 149-154.
8. Bosco, C., Tihanyi, J., Latteri, F., Fekete, G., Apor, P., Rusko, H. (1986) The effect of fatigue on store and re-use elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*, 128, psl. 109 – 117.
9. Burke, R. E., Levine, D. N., Tsairis, P., Zajac, F. E. (1973) Physiological types and histochemical profiles in motor units of the cat gastrocnemius // *J. Physiology (London)*. 234, psl. 723 – 748.
10. Dyhre – Poulsen, P., Simonsen, E. B. & Voigt, M. (1991) Dynamic control of muscle stiffness and H – reflex modulation during hopping and jumping in men. *Journal of Physiol*, 437, psl. 287-304.
11. Enoka, R. M. (1994) *Neuromechanical basis of kinesiology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
12. Fitts, R. H., McDonald, K. S. & Schluter, J. M. (1991) The determinants of skeletal muscle force and power: their adaptability with changes in activity pattern. *J Biomechanics*, 24 (Suppl. 1), psl. 111 – 122.
13. Fitts, R. H. (1994) Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev*, 74 (J), psl. 49 – 94.
14. Gavorka, A., Zuoza, A. K. (2004) Motyvacijos ir grįžtamosios informacijos reikšmė tinklininkų šoklumo ugdymui varžybų laikotarpiu. *Sporto mokslas*. Nr 1 (35), psl. 69-73.

15. Goldspink, G. (1992) Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. In P. V. Komi (Ed.). The encyclopedia of sports medicine: strength and power in sports. Blackwell: Oxford. psl. 211-230.
16. Gollnick, P. D., Matova, H. (1984) The muscle fiber composition of skeletal muscle as predictor of athletic success // J. Sports med., psl. 212-217.
17. Gurfinkel, V. S., Levik, Ju. S. (1985) Skeletnaja myšca: struktura i funkcija. Maskva: Nauka.
18. Hakkinen, K., Komi, P.V. & Kauhanen, H. (1986) Electromygraphic and force production characteristics of leg extensor muscles of elite weight lifters during isometric, concentric, and various stretch — shortening cycle exercises. Int j Sports Med, 7(3), psl. 144-151.
19. Hakkinen, K. (1994) Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. Critical Review in Physical and Rehabilitation Medicine, 6(3), psl. 161 – 198.
20. Henning, R. & Lomo, T. (1987) Gradation of force out put in normal fast and slow muscles of the rats. Acta Physiol Scand, psl 133-142.
21. Horita, T., Komi, P. V., Nicol, C. & Kyrolainen, H. (1996) Stretch shortening cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex, and muscle mechanical performance in the drop jump. Eur. Journal of Applied Physiol, 393-403.
22. Jakovlev, N. N. (1974) Biochimija sporta. Moskva.
23. Jasiūnas, V. (1985) Jėgos ugdymo metodinės kryptys ir priemonės. – / Jėgos ugdymas. Vilnius. psl. 8.
24. Jasiūnas, V. (1985) Sportininkų jėgos ugdymo metodai. Vilnius. psl. 27.
25. Jasiūnas, V., Ščepanavičiūtė, V. (1988) Įvairių sporto šakų jėgos ugdymo treniruočių metodika. Kaunas. psl. 96.
26. Jaščaninas, J. (1983) Električeskaja aktinost skeletnyh myšč, svoista dvigatelnyh edinic u lic različnogo vozrasta i ich izmenienis pod vlijaniem sportivnoj trenirovki. Avtaref. Dis. ... dokt. biol. nauk. Kiev.
27. Jaščaninas, J. (1989) Skeleto raumenų nuovargis. Vilnius. psl. 6-7, 31.
28. Jorfeldt, T. (1978). Acts Physiol. Scand. Suppe, psl. 338.
29. Kandravičius, E., Skurvydas, A., Lukošius, I. (2003) Temperatūros poveikis šuolio be amortizuojančio pritūpimo kinematiniams rodikliams. Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas. Nr. 4 (49), psl. 13-17.
30. Karazija, R. (1996) Fizika humanitarams. Vilnius. psl. 57.
31. Karoblis, P., Skernevičius, J. (1978) Sportinės treniruotės pagrindai. Vilnius. psl.106.

32. Karoblis, P. (1999) Sporto treniruotės teorija ir didaktika. Vilnius. psl. 342.
33. Komi, P. V. (1992) Strength and power in sport: the encyclopedis of sports medicine. Oxford: IOC Medical Commission, Blackwell Scietific. psl. 404.
34. Kuklys, V., Blauzdys, V. (2000) Kūno kultūros teorijos ir metodikos terminai bei sąvokos. Vilnius. psl. 91.
35. Metzger, J. M., Moss, R. L. (1987) Greater hydrogen ion-induced depression of tension and velocity in skinned single fibers of rat fast than slow muscles // J. Physiol. (London). Vol. psl. 727 – 742.
36. Muckus, K. (2003) Psichomotorinės reakcijos ir jos komponentų priklausomybė nuo judėjimo užduoties sunkumo. Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas. Nr. 4 (49), psl. 35-40.
37. Paškevičienė, D. (1999) Žmogaus raumenų anatomija. Vilnius. psl. 12.
38. Pavilonis, S., Burneckis, E., Gavelis, V. ir kt. (1984) Žmogaus anatomija. Vilnius. psl. 105-108.
39. Rudas, E., Skurvydas, A., Plytnikas, G. (2005) Jaunesniojo mokyklinio amžiaus berniukų akcentuotai ugdymo šoklumo kaita. Sporto mokslas. Nr. 1 (39), psl. 56-61.
40. Sale, D. G. (1988) Neural adaptation to resistance training // Medicine and Science in Sports and Exercise. psl. 135-145.
41. Saplinskas, J. (1985). Fiologičeskaja charakteristika dvigatelnych edinic čeloveka. Avtoref. Dis. ... dokt. biol. nauk. Minsk.
42. Schmidt, R. (1988) Motor Control and Learning (A behavioral emphasis). Human Kinetics.
43. Schmidtbleicher, D., Gollhofer, A. & Frick, U. (1987) Auswirkungen eines Tiefsprungtrainings auf die Leistungsfähigkeit und das Innervationsverhalten der Beinstreckmuskulatur. Deuteche Zeitschrift fur Sportsmedizin, 38(9), psl. 389-394.
44. Skernevičius, J. (1997) Sporto treniruotės fiziologija. Vilnius. psl. 85.
45. Skurvydas, A. (1989) Kai kurie patarimai greičio jėgos ir greitumo ypatybių ugdymo perspektyvumui nustatyti: Metodinės rekomendacijos. Vilnius. psl. 4-22.
46. Skurvydas, A., Ratkevičius, A., Mamkus, G. (1990) Jėgos ir greitumo fiziologiniai pagrindai. Vilnius. psl. 83.
47. Skurvydas, A., Staniulis, A., Vilčinskas, P. (1990) Šoklumo fiziologiniai pagrindai. Vilnius.
48. Skurvydas, A. (1998) Judesių valdymo ir sporto fiziologijos konspektai. Kaunas: LKKA.
49. Skurvydas, A., Gedvilas, V. (2000) Fizinių ypatybių lavinimo teorija ir metodika. Kaunas. psl. 3-7.
50. Stanislovaitis, A. (1998) In fluence of specialized strength, sprint and endurance training loads ao adaptation characteristics of the function of human skeletal muscles. Summary of doctoral dissertation: biomedical sciences, biology (01B). Kaunas.

51. Wilmore, J. H., Costill, D. (1994) L. Physiology of sport and exercise. – Champaign Illinois: Human Kinetics, psl. 25-40.
52. Verchošanski, J. V. (1977) Osnovy po fiziologii funkcionalnych system. Moskva: Medicina.
53. Vestonas, T. (1997) Anatomijos atlasas. Vilnius. psl. 39-40.
54. Vitkienė, I. N. (2003) Aukštosios nervinės veiklos raida ir fiziologiniai mokymo mechanizmai. Kaunas: LKKA.
55. Бернштейн, Н. А. (1986) Очерки по физиологии активности. Москва.
56. Вилмор, Дж. Х., Костилл, Д. Л. (1997) Физиология спорта и двигательной активности. Киев.
57. Верхошанский, Ю. В. (1988) Основы специальной физической подготовки спортсменов. Москва: фис, с. 331.
58. Коц, Я. М. (1975) Физиология нервно-мышечного аппарата // Физиология человека. Москва: фис., 42.
59. Коц, Я. М. (1996) Физиологические основы мышечной силы и скоростно-силовых качеств (мощности) // Спортивная физиология. Под. общ. ред. Я. Н. Коца. Москва. с. 67.
60. Платонов, В. М. (1988) Адаптация в спорте. Киев: Здоровье. с. 215
61. Платонов, В. М. (1997) Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Киев: Олимпийская литература. с. 76-249.
62. Платонов, В. М. (2004) Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Киев: Олимпийская литература.
63. Решётников, Г. С. (1971) Ваши мышцы. // Физкультура и спорт. с. 18.
64. Стрижак, А. П. (1987) Особенности построения ритмо – темповой структуры разбега. Теория и практика физической культуры. 10. с. 37-39.
65. Хрущёв, С. В. (1970) Объём сердца, динамика деятельности и аэробная производительность у спортсменов. Автореф. дисс. Иванов. с. 24.