Scientific Journal of Riga Technical University
The Humanities and Social Science. History of Science and Higher Education
2012
Volume 20

Plecu joslas muskuļu adaptācija treniņiem handbolā pusaudžu vecuma spēlētājiem

Inese Pontaga[1], Janis Zidens[2], [1-2]*Latvian Academy of Sports Education*

Kopsavilkums. **Mērķis: noteikt pleca rotatoru muskuļu (RM) maksimālo spēka momentu - τ(max) attiecību handbolistiem un sakarību starp iekšējo RM spēku un bumbas metiena ātrumu.**
Pleca rotācijas kustības tika pētītas ar dinamometru sistēmu izokinētiskās kustībās. Bumbas metiena ātrums tika mērīts ar optisku ierīci. Piedalījās 16 vīriešu dzimuma pusaudži.
Ārējo/ iekšējo RM - τ(max) attiecība pusaudžiem ir mazāka nekā pieaugušajiem. Tāpēc treniņos ir jāiekļauj vingrinājumi ārējo RM spēka attīstīšanai. Noteikta pozitīva korelācija starp iekšējo RM attīstīto - τ(max) un bumbas metiena ātrumu.

Atslēgas vārdi: **plecs, muskuļu līdzsvarotība, dinamometrija, handbols.**

I.IEVADS

Viens no galvenajiem handbola treniņu mērķiem ir palielināt bumbas izmetiena ātrumu. Lai to sasniegtu, ir nepieciešams liels muskuļu spēks un, it īpaši, jauda. To apstiprina fakts, ka roku muskuļu maksimālā attīstītā jauda svaru stieņa spiešanā guļus stāvoklī uz muguras ticami neatšķiras handbolistiem un svarcēlājiem, bet muskuļu spēks svarcēlājiem ir ticami lielāks [1]. Pleca pievilcējmuskuļu maksimālais spēka moments koncentriskās kontrakcijās izokinētiskajā dinamometrijā ļauj paredzēt pieaugušu beisbola spēlētāju metiena ātrumu [2]. Mikesky A.E. u.c. [3]. nevarēja konstatēt ticamas sakarības starp beisbolistu pleca rotatoru muskuļu attīstītajiem maksimālajiem spēka momentiem koncentriskās un ekscentriskās kontrakcijās, kas mērīti ar izokinētisko dinamometru kustības leņķiskajos ātrumos 90º/s, 210º/s un 300º/s, un bumbas metiena ātrumu. Clements A.u.c. [4] salīdzināja iekšējo rotatoru muskuļu izometrisko spēku un bumbas metiena ātrumu pusaudžu vecuma izlases beisbola spēlētājiem ar līdzīga auguma un ķermeņa masas zēnu vienaudžu kontrolgrupu. Viņi konstatēja, ka beisbolisti sasniedz lielu bumbas lidojuma ātrumu bez muskuļu izometriskā spēka izmaiņām, salīdzinot ar netrenētiem pusaudžiem. Clements A.u.c. [5] noteica ticamu sakarību starp pleca iekšējo rotatoru muskuļu maksimālā izometriskā spēka momenta/ ķermeņa masas attiecību un metiena ātrumu, un starp elkoņa atliecējmuskuļu maksimālā spēka momenta/ ķermeņa masas attiecību izokinētiskās koncentriskās kontrakcijās leņķiskajā kustības ātrumā 120º/s un bumbas metiena ātrumu pusaudžiem beisbolistiem. Cohen D.B. un Mont M.A. [6] konstatēja ticamu sakarību starp tenisa bumbiņas lidojuma ātrumu serves laikā virslīgas tenisistiem un dominējošās rokas pleca iekšējo/ ārējo rotatoru muskuļu maksimālo spēka momentu attiecību izokinētiskajā dinamometrijā rotācijas kustības leņķiskajos ātrumos 60º/s un 180º/s koncentriskās un ekscentriskās kontrakcijās.

Plecu joslas muskuļu izokinētiskās dinamometrijas rādītāju ietekme uz bumbas izmetiena ātrumu handbolistiem pusaudžu vecumā nav pētīta.

Regulāras, atkārtotas kustības virs galvas, piemēram, metieni vai īrieni peldēšanā izraisa pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas attīstītā spēka momentu pieaugumu, salīdzinot ar pleca ārējo rotatoru muskuļu grupas spēka momentiem [7, 8]. Ja vienlaicīgi netiek attīstīti arī ārējie pleca rotatori, muskuļu darbība kļūst nelīdzsvarota, un ar lielāku varbūtību var rasties pleca locītavas nestabilitāte un traumas. Nelīdzsvarotība spēka ziņā starp pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu grupām ir viens no galvenajiem pleca locītavas nestabilitātes iemesliem [9, 10, 11, 12].

Savukārt, pleca locītavas nestabilitāte bieži ir cēlonis sāpēm un locītavas funkciju traucējumiem [10]. Tā kā plecs ir sfēriska daudzasu locītava, kurā ir iespējamas kustības vairākās plaknēs, tad ticama, objektīva un savstarpēji salīdzināma plecu joslas muskuļu grupu spēka novērtēšana ir sarežģīta. Piemēram, izmantojot šim nolūkam dinamometrijas metodi, ir jāņem vērā izmeklējamās personas ķermeņa poza, gravitācijas spēka darbība, jo tie ietekmē mērījumu rezultātus [13]. Pleca ārējie rotatoru muskuļi attīsta spēka momentus, kuru vērtība ir 60 – 80 % no iekšējo rotatoru muskuļu spēka momentiem dominējošās rokas plecā. Nedominējošās rokas plecā šīs vērtības ir nedaudz zemākas [12, 13]. Plecu joslas muskuļu attīstīto spēka momentu attiecību nosaka sporta veids. Piemēram, sportistiem, kas trenējas ūdenspolo [8] un beisbolā [2], tenisa spēlētājiem [7] šīs attiecības vērtība ir zemāka nekā netrenētiem cilvēkiem, bet handbolistiem jauniešu un pieaugušo vecumā tā ir tuva 80 % [14].

Plecu joslas muskuļu līdzsvarotība izokinētiskajā dinamometrijā handbolistiem pusaudžu vecumā praktiski nav pētīta.

Mūsu darba mērķis bija novērtēt pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo spēku momentu attiecības normā pusaudžiem, kas trenējas handbolā, kā arī noteikt sakarību starp muskuļu izokinētiskās dinamometrijas rādītājiem un bumbas metiena ātrumu.

II. METODIKA

Pleca locītavas muskuļi iekšējās un ārējās rotācijas kustībās tika pārbaudīti, izmantojot dinamometru sistēmu "REV – 9000" (Technogym, Itālija). Pētījumā piedalījās 16 zēni, kas 6 - 7 gadus trenējas handbolā. Viņu vidējais vecums bija 14 ± 1 gadi, augums 176 ± 7 cm un ķermeņa masa 63 ± 10 kg. Visas pleca locītavas bija nesāpīgas kustību laikā un bez nestabilitātes pazīmēm. Neviena no tām nebija traumēta.

Veicot pleca iekšējās un ārējās rotācijas kustības, mērījumu laikā sportisti atradās sēdus stāvoklī. Elkoņa locītava bija saliekta 90º leņķī un fiksēta speciālā ierīcē, lai tajā novērstu

kustības. Dinamometra sviras garums tika pielāgots sportista apakšdelma garumam, piestiprinot rokturi vajadzīgajā augstumā. Apakšdelma kauls pret ķermeni bija abdukcijas stāvoklī taisnā leņķī (90º). Iekšējās un ārējās rotācijas kustības tika veiktas lāpstiņas plaknē, jo, pēc citu autoru datiem [13], noteikts, ka pleca ārējo rotatoru spēks ir ticami lielāks, ja kustības notiek lāpstiņas plaknē, nevis frontālā plaknē. Tāpēc pārbaudes vēlams veikt, kustībām notiekot lāpstiņas plaknē.

Kustību amplitūda bija no 20º pleca ārējā rotācijā līdz 100º iekšējā rotācijā (sk. 1.attēlu).

Lai novērstu kustības citās locītavās, krūšukurvis un iegurnis tika nostiprināti ar stabilizējošām siksnām. Sportista pēdas tika novietotas uz atbalsta. Pleca iekšējās un ārējās rotācijas kustības tika pārbaudītas lēnā (60º/s) un vidēji ātrā rotācijas kustības leņķiskajā ātrumā (90º/s) izokinētiskā darba režīmā, jo lielu kustības ātrumu (240º/s) 7 pusaudžu plecu joslas muskuļi nespēja sasniegt, bet pārējie pusaudži noturēja ļoti īslaicīgi sviras lielās masas dēļ.

Mērījumos tika koriģēta gravitācijas spēka ietekme. Pirms pārbaudes tika veiktas pasīvās iekšējās – ārējās rotācijas kustības pleca locītavā ar ātrumu 120º/s 90 sekundes ilgi. Lai pierastu pie īpatnējiem muskuļu darba apstākļiem izokinētiskajā režīmā, pirms mērījumiem katrs pusaudzis veica vairākas nemaksimāla spēka kustības.

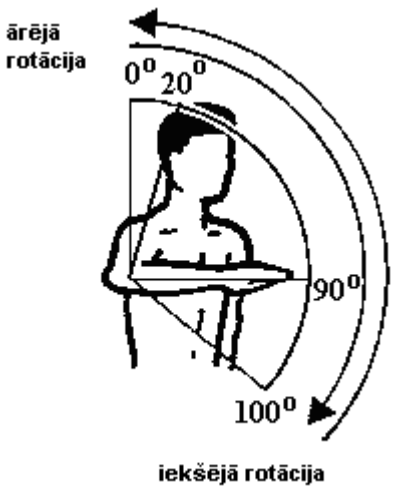
Testa laikā aktīvās iekšējās – ārējās rotācijas kustības tika atkārtotas 5 reizes. Aprēķinos tika ņemts vērā dominējošās rokas muskuļu attīstītais maksimālais spēka moments labākajā atkārtojumā. Muskuļu grupu maksimālo spēka momentu attiecību rādītāji tika salīdzināti dominējošā un nedominējošā rokā.

Citā mērījumu sērijā katram handbolistam tika noteikts bumbas lidojuma ātrums balsta metienā ar dominējošo roku, izmantojot optisko mēraparatūru "Superschus" (firma EDV – Beratung Arbeiter, Vācija). Bumbas lidojuma ātrums tika izmērīts 2,5 m attālumā no metiena starta līnijas. Metienus katrs handbolists atkārtoja 6 reizes, un aprēķinos tika ņemts vērā labākā atkārtojuma bumbas lidojuma ātrums.

Tika noteikta sakarība starp dominējošās rokas pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas attīstīto maksimālo spēka momentu, kas izmērīts izokinētiskajā dinamometrijā, un handbola bumas maksimālo lidojuma ātrumu balsta metienā. Datu apstrādei tika veikta korelācijas un lineārās regresijas analīze, izmantojot "Excel" programmu standartpaketi.

III. Rezultāti

Vidējā pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu grupu maksimālo spēka momentu attiecība pusaudžiem dominējošā rokā ir 70 ± 9 (%), bet nedominējošā rokā šī attiecība ir 72 ± 16 (%). Atšķirība starp abu plecu muskuļu rādītājiem nav statistiski ticama (p>0,05). Katra jaunā handbolista individuālā muskuļu grupu maksimālo spēka momentu attiecība dominējošā un nedominējošā rokā ir redzama 2.attēlā.



1.att. Pleca ārējo un iekšējo rotatormuskuļu pārbaude izokinētiskajā ierīcē: kustību amplitūda pleca locītavā.

Vidējais pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas attīstītais maksimālais spēka moments pusaudžiem dominējošā rokā ir 39 ± 12 (Nm) lēnās rotācijas kustībās (60º/s) un vidēji ātrās kustībās (90º/s). Pleca ārējo rotatoru muskuļu grupas maksimālā spēka momenta vērtība dominējošā rokā ir 25 ± 7 (Nm), lēnās rotācijas kustībās (60º/s) un 28 ± 9 (Nm), vidēji ātrās kustībās (90º/s). Maksimālā spēka momenta vidējās vērtības saglabāšanos tajā pašā līmenī vai nelielu pieaugumu vidēji ātrās kustībās, salīdzinot ar lēnām rotācijas kustībām, var izskaidrot ar pusaudžu vecumam raksturīgo samērā vājo plecu joslas muskuļu spēju attīstīt lielu spēku lēnās kustībās, pārvarot pretestību sviras lielās masas dēļ.

Vidējais bumbas lidojuma ātrums balsta metienā (pēc labākajiem atkārtojumiem katram handbolistam) ir 75,64 ± 4,93 km/h.

Novērtējām sakarību starp pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas attīstīto maksimālo spēka momentu lēnās rotācijas kustībās (60º/s) un handbola bumbas balsta metiena ātrumu. Pusaudžiem–handbolistiem to raksturo lineārs regresijas vienādojums (1), 3.att.:

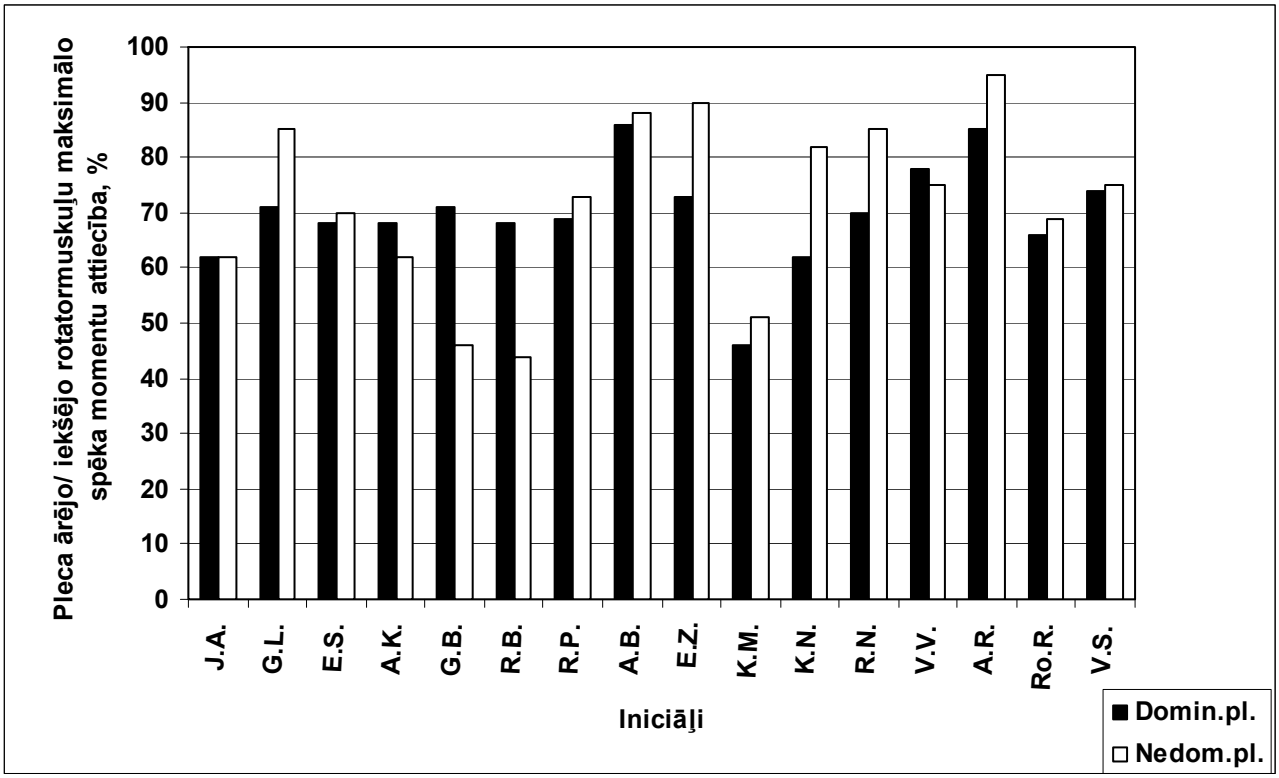
$$v = 60,81 + 0,37 \cdot \tau(max),\ km/h; \quad (1)$$

kur v – handbola bumbas lidojuma ātrums (km/h); τ(max) – pleca iekšējo rotatoru muskuļu maksimālais spēka moments (Nm); korelācijas koeficients r = 0,83; regresijas vienādojuma standartkļūda Sxy = 2,93 (km/h); ticamības pakāpe p = 0,0002.

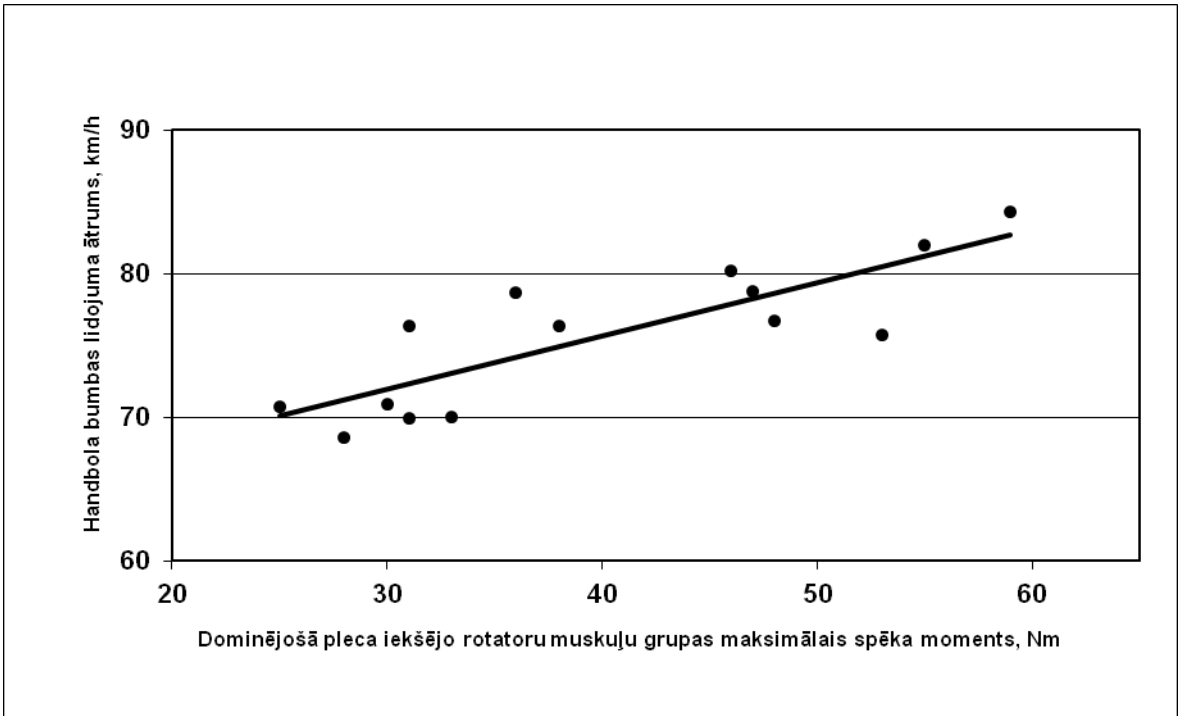
Vidēji ātrās rotācijas kustībās (90º/s) šī sakarība arī ir lineāra, un to apraksta regresijas vienādojums (2), 4.att.:

$$v = 62,04 + 0,35 \cdot \tau\ (max),\ km/h; \quad (2)$$

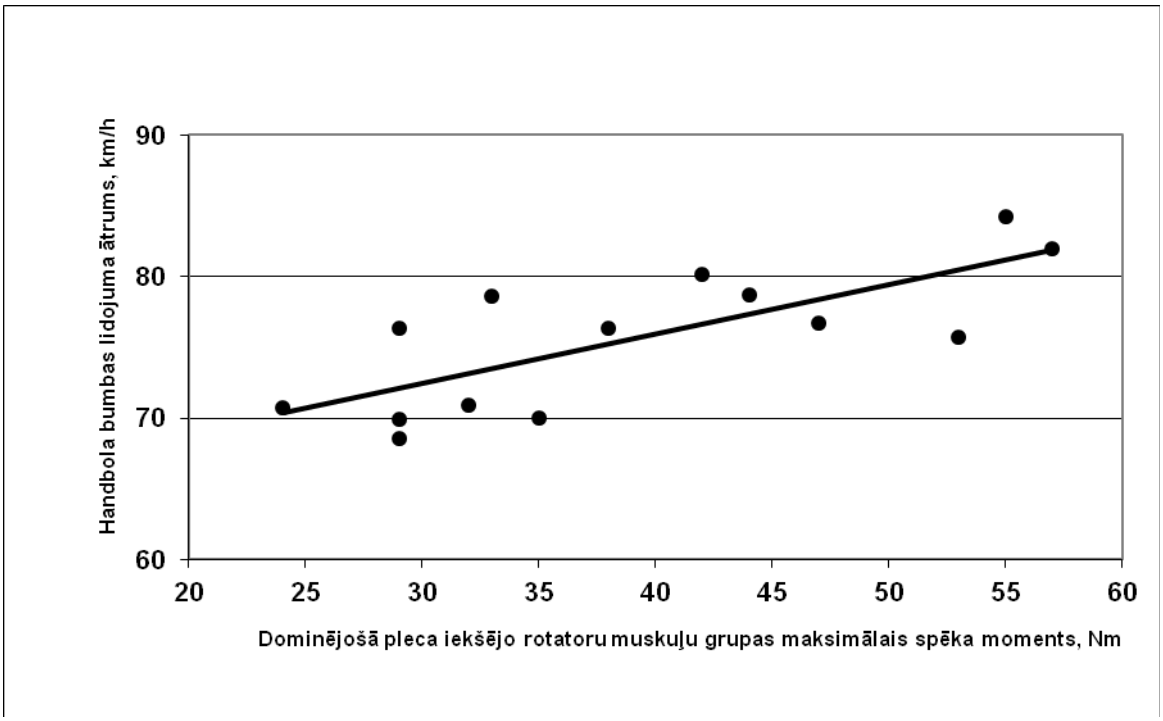
kur r = 0,76; Sxy = 3,50 (km/h); p = 0,002.



2.att. Pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo spēka momentu attiecības dominējošā un nedominējošā rokā vidēji ātrās kustībās (kustību leņķiskais ātrums 90º/s) pusaudžu vecuma handbolistiem.



3.att. Sakarība starp pusaudžu vecuma handbolistu pleca iekšējo rotatoru muskuļu attīstītajiem maksimālajiem spēka momentiem koncentriskās kontrakcijās lēnās rotācijas kustībās ar ātrumu 60º/s un bumbas lidojuma ātrumu balsta metienā.



4.att. Sakarība starp pusaudžu vecuma handbolistu pleca iekšējo rotatoru muskuļu attīstītajiem maksimālajiem spēka momentiem koncentriskās kontrakcijās vidēji ātrās rotācijas kustībās ar ātrumu 90º/s un bumbas lidojuma ātrumu balsta metienā.

IV.DISKUSIJA

2.att redzams, ka 13 pusaudžiem abu plecu ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo spēka momentu attiecība ir 60 % un augstāka (62 – 90 %), kas pēc citu autoru datiem [12] atbilst normai. Diviem sportistiem šī attiecība ir normā tikai dominējošās rokas muskuļiem, bet nedominējošajā rokā tā ir zem normālās vērtības (44 un 46 % pusaudžiem G.B., R.R). Tikai vienam cilvēkam (vārtsargam K.M.) muskuļu spēku momentu attiecības ir par zemu abu plecu rotatoru muskuļiem.

Sporta veidi ar regulārām, atkārtotām kustībām virs galvas, piemēram, metieni vai peldēšana izraisa pleca iekšējo rotatoru muskuļu attīstītā spēka momenta pieaugumu, kura vērtība kļūst augsta, salīdzinot ar pleca ārējo rotatoru muskuļu spēka momentiem [7, 8]. Ja paralēli netiek attīstīti arī ārējie pleca rotatori, muskuļu darbība kļūst nelīdzsvarota un ar lielāku varbūtību var rasties pleca locītavas nestabilitāte un traumas. Tāpēc ir svarīgi jau pusaudžu vecumā novērtēt plecu joslas muskuļu spēku samēru, lai savlaicīgi attīstītu relatīvi vājāko muskuļu grupu. Šim mērķim visdrošākais ir izokinētiskais darba režīms, jo tas dod iespēju izvēlēties pārbaudāmajam ērtu rotācijas kustības leņķisko ātrumu, lai netraumētu locītavas somiņu un saites (pārāk lēnās kustībās) un lai pusaudzis spētu sasniegt noteikto izokinētisko kustības ātrumu (neizvēlēties pārāk ātras rotācijas kustības). Aparatūras pretestība ir tieši proporcionāla pacienta attīstītajam muskuļu spēkam, pie tam svira nerada atsitiena spēku ekstremitātei, kas novērš potenciāli bīstamās ekscentriskās kontrakcijas [9].

Mūsu izmeklētajā pusaudžu komandā lielākajai daļai sportistu (11 no 16) pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo spēka momentu attiecība ir augstāka nedominējošajā rokā. Tas nozīmē, ka treniņu rezultātā viņiem dominējošajā rokā straujāk attīstās pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas spēks, bet pleca ārējo rotatoru spēka attīstība salīdzinoši atpaliek. Tāpēc šiem handbolistiem ir paaugstināts plecu joslas muskuļu spēku nelīdzsvarotības attīstības risks nākotnē. Lai to novērstu, jau pusaudžu vecumā viņiem treniņā ir papildus jāievieš vingrinājumi plecu ārējo rotatoru muskuļu spēka attīstīšanai. Izokinētiskās dinamometrijas metodi var atkārtoti izmantot, lai novērtētu šo sportistu plecu joslas muskuļu spēku samēru izmaiņas dinamikā. Pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo spēka momentu attiecība pieaugušiem handbolistiem ir tuva 80%. Tas apstiprina, ka abu muskuļu grupu spēks handbola treniņa procesa rezultātā pieaug proporcionāli. Pusaudžiem šī maksimālo spēka momentu vidējā attiecība ir zemāka – ap 70 %. Tas pierāda nepieciešamību papildus attīstīt pleca ārējos rotatoru muskuļus visiem jaunajiem handbolistiem.

Ir noteikta ticama pozitīva korelācija pusaudžu vecuma handbolistiem starp dominējošās rokas pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas maksimālajiem spēka momentiem koncentriskās kontrakcijās lēnās (60º/s) un vidēji ātrās (90º/s) rotācijas kustībās un bumbas lidojuma ātrumu balsta metienā. Korelācijas koeficienti ir 0,83 (p=0,0002) un 0,76 (p=0,002), attiecīgi lēnās un vidēji ātrās kustībās. Mūsu pētījums apstiprina pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas lomu handbola metiena paātrinājuma fāzē pusaudžiem. Metiena paātrinājuma fāzē ķermenis virzās uz priekšu un ar roku bumbai tiek piešķirts paātrinājums uz priekšu [15]. Plecā tiek veikta iekšējās rotācijas kustība. Kustībā piedalās muskuļi: m.subscapularis, m.pectoralis major, m.latissimus dorsi un m.teres major, kuri kontrahējas koncentriski (veic rokas iekšējo rotāciju pleca locītavā), bet m.supraspinatus, m.infraspinatus un teres minor – ekscentriski, lai kontrolētu augšdelma horizontālās abdukcijas kustību. Pēc citu autoru

datiem [2], ir atrasta pozitīva korelācija starp rokas aduktoru muskuļu grupas maksimālajiem spēka momentiem koncentriskās kontrakcijās vidēji ātrās rotācijas kustībās (90º/s) pieaugušiem beisbolistiem un beisbola bumbas lidojuma ātrumu. Jāņem vērā, ka daudzi muskuļi, kas veic rokas iekšējo rotāciju pleca locītavā, izpilda arī rokas adukcijas kustību (m.pectoralis major, m.latissimus dorsi un m.teres major), turklāt, izmeklēto beisbolistu skaits – 11- ir mazs. Tāpēc jādomā, ka aduktoru nozīme metiena kustībā ir pārvērtēta. Citā pētījumā [4, 5] ir konstatēta pozitīva sakarība starp pleca iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo izometrisko spēku un beisbola bumbas lidojuma ātrumu pusaudžiem.

Var secināt, ka handbola treniņu procesā ir jāietver vingrinājumi pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas spēka attīstīšanai. Ja paralēli netiek attīstīti arī ārējie pleca rotatori, muskuļu darbība kļūst nelīdzsvarota un ar lielāku varbūtību var rasties pleca locītavas nestabilitāte un traumas [9]. Tāpēc ir svarīgi jau pusaudžu vecumā savlaicīgi attīstīt relatīvi vājāko ārējo pleca rotatoru muskuļu grupu [16], it īpaši ekscentriskās kontrakcijās, kas stabilizē pleca locītavu metiena paātrinājuma fāzē.

Bumbas metiena ātrumu nosaka ne tikai ekstremitātes muskuļu spēks. Nav atrasta ticama atšķirība starp plecu iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo izometrisko spēku pusaudžiem, kas trenējas beisbolā, un netrenētiem viņu vienaudžiem [4]. Tomēr beisbola bumbas lidojuma ātrums trenētiem beisbolistiem par 50 % pārsniedz šo ātrumu netrenētiem pusaudžiem.

Metiena efektivitāti nosaka kustību koordinācija starp rokas, ķermeņa un kāju muskuļiem. Pēc ārzemju autoru datiem [17], neliela apakšdelma ekstenzijas aizkavēšanās, notiekot rokas iekšējai rotācijai pleca locītavā, būtiski ietekmē paātrinājuma piešķiršanu bumbai metienā. Kad roka ir iztaisnota elkoņa locītavā, ir jāpieliek mazāks spēks rokas iekšējās rotācijas veikšanai. Tāpēc rokas rotācijā attīstītais spēka moments piešķir lielāku paātrinājumu rokai un arī bumbai [17]. Lai palielinātu bumbas metiena ātrumu bez liela iespējamās traumas riska, spēlētājiem ir jāapgūst precīza metiena kustības koordinācija, saskaņojot rokas un ķermeņa muskuļu darbību.

V.SECINĀJUMI

1. Pleca ārējo/ iekšējo rotatoru muskuļu maksimālo spēka momentu attiecība pieaugušiem handbolistiem ir tuvu 80%. Tas apstiprina, ka abu muskuļu grupu spēks handbola treniņa procesa rezultātā pieaug proporcionāli. Pusaudžiem šī maksimālo spēka momentu vidējā attiecība ir zemāka – ap 70 %. Tas pierāda nepieciešamību papildus attīstīt pleca ārējos rotatoru muskuļus visiem jaunajiem handbolistiem.

2. Iegūtie dati apstiprina, ka pastāv statistiski ticama pozitīva korelācija starp dominējošās rokas pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas maksimālo spēka momentu vērtībām lēnās (60º/s) rotācijas kustībās un bumbas lidojuma ātrumu balsta metienā handbolistiem pusaudžu vecumā ($r = 0,83$; $p = 0,0002$), kā arī starp muskuļu grupas maksimālo spēka momentu vērtībām vidēji ātrās (90º/s) rotācijas kustībās un handbola bumbas lidojuma ātrumu ($r = 0,76$; $p = 0,002$).

3. Handbola treniņos ir jāattīsta pleca iekšējo rotatoru muskuļu grupas maksimālais spēks, bet vienlaicīgi jātrenē arī muskuļi – antagonisti, lai panāktu pleca locītavas stabilitāti metiena kustības laikā un novērstu iespējamu tās elementu traumatizāciju.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. **Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J.J., Ibanez, J.,Gorostiaga, E.M.** Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 2002, vol.87, p.264 – 271.
2. **Bartlett, L.R., Storey, M.D., Simons, B.D.** Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 1989, vol.17, p.89– 91.
3. **Mikesky, A.E., Edwards, J.E., Wigglesworth, J.K., Kunkel, S.** Eccentric and concentric strength of the shoulder and arm musculature in collegiate baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 1995, vol.23, p. 638 – 642.
4. **Clements, A.S., Ginn, K.A., Henley, E.** Comparison of upper limb musculoskeletal function and throwing performance in adolescent baseball players and matched controls. *Physical Therapy in Sport*, 2001, vol.2, p.4 - 14.
5. **Clements, A.S., Ginn, K.A., Henley, E.** Correlation between muscle strength and throwing speed in adolescent baseball players. *Physical Therapy in Sport*, 2001, vol.2, p.123 – 131.
6. **Cohen, D.B., Mont, M.A.** Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *American Journal of Sports Medicine*, 1994, vol.22, p. 746 – 751.
7. **Codine, P., Bernard, P.L., Pocholle, M., Benaim, C., Brun, V.** Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1997, vol.29, p.1400 – 1405.
8. **McMaster, W., Long, S.C., Caiozzo, V.** Isokinetic torque imbalances in rotator cuff of elite water polo player. *The American Journal of Sports Medicine*, 1991, vol.19, p.72 – 75.
9. **Jobe, F.W., Tibone, J.E., Perry, J.** An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching: A preliminary report. *The American Journal of Sports Medicine*, 1983, vol.11, p.32 – 35.
10. **Leroux, J.L., Codine, P., Thomas, E.** Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with inpingement syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1994, vol.304, p.108 – 115.
11. **Speer, K.P.** Anatomy and pathomechanics of shoulder instability. *Clinics in Sports Medicine*, 1995, vol.14, p.751 – 760.
12. **Warner, J.J.P., Micheli, L.J., Arslania, L.E.** Patterns of flexibility, laxity and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *The American Journal of Sports Medicine*, 1990, vol.18, p.366 – 375.
13. **Greenfield, B.H., Donatelli, R., Wooden, M.J., Wilkes J.** Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength between the plane of scapula and frontal plane. *The American Journal of Sports Medicine*, 1990, vol.18, p.124– 128.
14. **Pontaga, I., Žīdens, J., Sakss, J.** Handbola treniņu ietekme uz pleca rotatoru muskuļu grupu spēku samēriem. *LSPA zinātniskie raksti*, 2002, 152. – 158. lpp.
15. **Loudon, J., Bell, S., Johnston, J.** *The Clinical Orthopaedic Assesment Guide* - Human Kinetics, printed in U.S., 1998, 140 p.
16. **Pontaga, I., Zidens, J.** Shoulder invertors and evertors torque production of handball players. *Journal of Human Kinetics (Katowice)*, 2004, vol.11, p.75 – 82.
17. **Dillman, C.J., Fleisig, G.S., Andrews, J.R.** Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 1993, vol.18, p.402 – 408.



Inese Pontaga, Dr.med, PhD thesis defended in 1997 in The Institute of Experimental and Clinical Medicine of the University of Latvia, a professor of Latvian Academy of Sports Education, Head of the Department of Anatomy, Physiology, Biochemistry and Hygiene.
Most important research interests: 1. Noninvasive methods of bones pathology diagnostics, osteoporosis.2. Musculoskeletal system adaptation to sport training. Muscles groups' balance in different joints, soft tissue overuse, prognosis and prevention of sport injuries. 3. Adaptation of cardiovascular system to training in endurance and power sports.
Total amount of scientific publications: 136.
Membership in professional organizations: European Society of Biomechanics, European College of Sport Sciences, Latvian Society of Physicians.
Address: Brivibas street 333, Riga, LV 1006, Latvia.
Phone: +371 67453449.



Janis Zidens, Dr.paed., PhD thesis defended in 1997 in the Latvian Academy of Sports Education,
the rector of Latvian Academy of Sports Education, professor of the Department of Sport Games. Handball coach of the male team of LASE and Latvian National Team. Head of the Department of Sport at Riga Teacher Training and Educational Management Academy.
Most important research interests: 1.Training theory of handball. 2. Terminology in handball. 3. Bilingual education of sport teachers. 4. Interactive methods in sport.
Membership in professional organizations: Latvian Association of Psychologists, Latvian Association of Recreation Education, Latvian Association of Cooperation in High Education Pedagogy, Baltic Association of History of Pedagogy.
Address: Brivibas street 333, Riga, LV 1006, Latvia.
Phone: +371 67543433.
E-mail:Janis.Zidens@lspa.lv

Inese Pontaga, Janis Zidens. Shoulder Muscles Adaptation to Training in the Adolescent Handball Players
The aim of our investigation is to determine the shoulder rotator cuff muscles produced peak torques ratio specific to adolescent handball players, as well as, to determine the relationship between shoulder internal rotator muscles group's strength and throwing speed in adolescent handball players.
The shoulder joint motions in internal-external rotation are investigated using dynamometers system "REV – 9000" (Technogym, Italy). 16 male adolescent handball players with injury - free shoulder joints have participated in the investigation. Their median age was 14 ± 1 years, height 176 ± 7 cm and weight 63 ± 10 kg. The shoulder internal - external rotation isokinetic movements were tested in the plane of scapula at slow (60º/s) and medium (90º/s) angular velocity. The throwing speed was measured by optical equipment "Superschus" (EDV – Beratung Arbeiter, Germany).
The difference between the ratios of peak torque values produced by the dominant and non-dominant arm shoulders external/ internal rotator muscles is insignificant. The shoulder external/ internal rotators maximal torques ratio for adult handball players is close to 80%. This ratio for adolescent athletes is smaller – approximately 70 %. It proves, that additional exercises must be included in the training process to develop the shoulder external rotators muscles.
Our results demonstrate positive correlation between the shoulder internal rotator muscles developed peak torque at slow (60º/s) movements and the throwing speed in adolescent handball players ($r = 0,83$; $p = 0,0002$) and the peak torque of the same muscles at medium (90º/s) angular velocity and the throwing speed ($r = 0,76$; $p = 0,002$) in adolescent handball players. Strengthening of the shoulder internal rotator muscles together with the muscles-antagonists (external rotator muscles) is recommended to be included into the training process of the adolescent handball players.

Инесе Понтага, Янис Жиденс. Адаптация мышц плеча к тренировке в гандболе у игроков подросткового возраста
Целью нашего исследования было определить отношение максимальных моментов сил мышц – ротаторов плеча характерное для гандболистов подросткового возраста, а также определить взаимную связь между силой мышц – внутренних ротаторов плеча и скоротью выброса мяча у игроков – подростков.
Движения внутренней – внешней ротации в плечевом суставе исследовали при помощи системы динамометров "REV – 9000" (Technogym, Италия). 16 гандболистов подросткового возраста мужского пола без травматизации плеча в прошлом участвовали в исследовании. Средний их возраст был 14 ± 1 лет, рост - 176 ± 7 см и вес - 63 ± 10 kg. Изокинетические движения внутренней – внешней ротации в плечевом суставе исследовали в плоскости лопатки при медленной (60º/s) и средней (90º/s) угловой скорости. Скорость выброска мяча измеряли при помощи оптического устройства "Superschus".
Различие между соотношением максимальных моментов сил мышечных групп внешних/ внутренних ротаторов плеча в доминирующей и недоминирующей руке статистически недостоверны. Соотношение максимальных моментов сил мышц - внешних/ внутренних ротаторов плеча у взрослых гандболистов близко к 80%. Это соотношения моментов сил у гандболистов подросткового возраста ниже – примерно 70%. Это подтверждает необходимость включения в тренировочный процесс дополнительных упражнений для развития мышц – внешних ротаторов плеча.
Наши результаты показывают положительную корреляцию между максимальным моментом силы развитым мышцами – внутренними ротаторами плеча при низкой угловой скорости вращения (60º/s) и скоростью выброска мяча у гандболистов подросткового возраста ($r = 0,83$; $p = 0,0002$), а также между максимальным моментом силы той же мышечной группы при средней угловой скорости вращения (90º/s) и скоростью выброска мяча ($r = 0,76$; $p = 0,002$).