

# ŠUOLIO IŠ VIETOS AUKŠČIO VERTINIMO SKIRTINGAIS METODAIS PALYGINIMAS

**Kazimieras Muckus**

*Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva*

**Kazimieras Muckus.** Profesorius habilituotas biomedicinos mokslų daktaras. Lietuvos kūno kultūros akademijos Sporto biomechanikos, informatikos ir inžinerijos katedros vedėjas. Mokslinių tyrimų kryptys — biomechaninių sistemų kūrimas, tyrimas ir tobulinimas; sportininkų ir neigaliųjų fizinių gebėjimų biomechaninis tyrimas.

## SANTRAUKA

Šio tyrimo tikslas — išsiaiškinti, ar šuolio aukštis, apskaičiuotas iš lėkimo trukmės, gali būti vartojamas žmonių šoklumui vertinti. Kėlėme tokius uždavinius: 1) ištirti, kaip siejasi šuolio aukščio įvertis, nustatytas iš žemės reakcijos jėgos ir lėkimo trukmės; 2) nustatyti daromą paklaidą vertinant šuolio aukštį iš lėkimo trukmės. Išanalizavome 116 šuolio dinamogramų. Iš jų 80 atsitiktinai parinktos antro kurso studentų, 36 — jaunimo rinktinės rankininkų. Šuoliai buvo atliekami pritupiant, rankos laikomos ant klubų. Kojos per kelius sulenkiamos 90° kampu. Rankininkai turėjo pašokti kuo aukščiau, tuo tarpu studentams nekėlėme šio reikalavimo, kadangi tyrimo uždavinys buvo ne palyginti atskirų tiriamųjų grupių šoklumo rezultatus, o nustatyti, kaip šuolio dinamogramos vieni dydžiai siejasi su kitais. Šuoliai buvo atliekami ant jėgos plokštės MA-1, kuria registruojame žemės reakcijos jėgos vertikaliąją dedamąją. Vertiname tokius dydžius: lėkimo trukmę; vertikalųjį masės centro (MC) greitį atitrūkimo nuo žemės momentu; MC pakilimą atitrūkimo nuo žemės momentu ( $s_{at}$ ); šuolio aukštį, surandamą dukart integruojant jėgos kreivę ( $h_F$ ); šuolio aukštį, surandamą iš lėkimo trukmės ( $h_{lek}$ ). Tyrimo rezultatai parodė, kad  $h_{lek}$  yra vidutiniškai 14,1 cm mažesnis už  $h_F$ . Ši dydžio  $s_{at}$  vertė artima 13,8 cm. Regresinė analizė parodė, kad abiem būdais rastas šuolio aukštis labai priklauso nuo MC pakilimo atitrūkimo nuo žemės momentu, t. y. aukščiau šokant daugiau pakeliamas ir kulnas. Šuolio aukštis, apskaičiuotas iš lėkimo laiko, labai gerai koreliuoja su aukščiu, nustatytu integruojant jėgos kreivę ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,001$ ). Atlikę liekamųjų paklaidų analizę gavome, kad  $h_F$  95% prognozės intervalas yra  $\pm 0,100$  m. Taigi pasikliaudami 95% galime teigti, kad pagal regresijos lygtį suradus šuolio aukštį  $h_F$ , jis nuo  $h_{lek}$  skirsis  $\pm 10$  cm. Išvada: šuolio aukščio įvertinimas iš lėkimo trukmės yra labai netikslus, ir šis būdas negali būti taikomas vertinant sportininkų šoklumą.

**Raktažodžiai:** vertikalus šuolis, palyginimas, metodai, šuolio aukštis.

## IVADAS

Pastaruoju metu įvairių šakų sportininkų (krepšininkų, rankininkų, tinklininkų, gimnastų ir kt.) fizinių gebėjimų vertinimui dažnai taikomas šuolio aukštyr iš vietos testas (Bosco et al., 1983 b; Muckus ir kt., 2000; Muckus ir Skarbalius, 2000; Linthorne, 2001). Yra daug šio testo variantų: a) šuolis iš stovimos padėties pritupiant, kai rankos ant klubų; b) šuolis iš stovimos padėties pritupiant ir rankų mostu; c) šuolis iš pradinės padėties pritūpus; d) šuolis nuo pakylės; e) kartotiniai šuoliai ant kontaktinės plokštės

„Ergojump“ (Junghans GMBH—Schramberg, FRG) ir kt. Visi šie testai naudojami ir yra naudingi įvertinant tam tikras žmogaus gebas. Kiekvienas iš jų turi atitinkamas taikymo sritis. Pavyzdžiui, kontaktinė plokštė „Ergojump“ skirta apytikriam anaerobiniam darbingumui vertinti per treniruotes (Bosco et al., 1983 a).

Šuolio aukštį galima nustatyti keliais būdais: a) registruojant žemės reakcijos jėgos kreivę (dinamogramą) šuolio metu; b) filmuojant sportininką, atliekantį šuolį; c) naudojant specialų įrenginį

šolio aukščiui matuoti; d) iš lėkimo laiko ir kt. Naudojant kontaktinę plokštę, šolio aukštis apskaičiuojamas iš lėkimo laiko.

Pastaruoju metu pasirodo mokslinių straipsnių, kuriuose šoklumas (šolio aukštyn iš vietos rezultatas) vertinamas netinkamai, šolio aukštį apskaičiuojant iš lėkimo trukmės (Mujika et al., 2000; Mickevičienė ir kt., 2005; Rudas, Skurvydas, 2005) ar net iš šolio aukščio vertinama dinaminė jėga (Kraemer, Newton, 1994), kuri nėra susijusi su šolio aukščiu.

Nors yra nemažai darbų, vertinančių šolio aukščio matavimą skirtingais metodais (Hatze, 1998; Adamec et al., 1998; Aragon, 2000), tačiau išsamesnė analizė, kodėl skiriasi įvairiais metodais nustatytos šolio aukščio vertės, neatlikta.

Šio **tyrimo tikslas** — išsiaiškinti, ar šolio aukštis, apskaičiuotas iš lėkimo trukmės, gali būti naudojamas žmonių šoklumui vertinti. Savo tyrimu kėlėme tokius **uždavinius**:

1. Ištirti, kaip siejasi šolio aukščio įvertis, nustatytas iš žemės reakcijos jėgos vertikalios dedamosios ir lėkimo trukmės.
2. Nustatyti daromą paklaidą, vertinant šolio aukštį iš lėkimo trukmės.

## METODIKA

Šuoliai buvo atliekami ant jėgos plokštės MA-1, kuria registruojame žemės reakcijos jėgos vertikalios dedamąją. Pastaroji paverčiama į elektrinį signalą — įtampą, tiesiai proporcingą atramos reakcijos jėgos dydžiui. Šis signalas keitikliu *analogas / kodas* (CYDAS-1402, Cyber Research, JAV) įvedamas į kompiuterio atmintį. Signalui analizuoti naudojome anksčiau aprašytą programinę įrangą (Muckus ir Kriščiukaitis, 1998; Muckus ir kt., 2000). Analogiški jėgos kreivės analizės metodai naudojami atliekant šuolius ant KISTLER plokštės (BioWare Performance Software Version 3.0 Type 2812A2-3. Operating Instruction. Kistler Instrumente AG Winterthur.)

Išanalizavome 116 šolio dinamogramų. Iš jų 80 atsitiktinai parinktos antro kurso studentų, 36 — jaunimo rinktinės rankininkų. Šuoliai buvo atliekami pritūpus laikant rankas ant klubų, kojos per kelius sulenkiamos 90° kampu. Rankininkai turėjo pašokti kuo aukščiau, tuo tarpu studentams nekėlėme šio reikalavimo, kadangi tyrimo uždavinys buvo ne palyginti atskirų tiriamųjų grupių šoklumo rezultatus, o nustatyti, kaip vieni šolio dinamogramos dydžiai siejasi su kitais.

Tiriamųjų ūgio aritmetinis vidurkis — 181,3 ± 9,87 cm, svorio — 71,7 ± 10,8 kg.

Iš registruojamos šolio į aukštį atramos reakcijos jėgos kreivės (dinamogramos) apskaičiuojami šolio kinematiniai ir dinaminiai dydžiai.

Jėgos plokštę slegianti jėga  $F$  proporcinga kūno judėjimo pagreičiui  $a$ :  $F = m(a + g)$ , čia  $g$  — laisvojo kritimo pagreitis. Turėdami jėgos kreivę, galime surasti kūno masės centro (MC) vertikalųjį greitį ir poslinkį šolio metu. Integruodami jėgos kreivę, randame atramos reakcijos jėgos impulsą  $S(t)$ :

$$S(t) = \int_0^t [F(t) - G] dt, \quad (1)$$

čia  $F(t)$  — atramos reakcijos jėga,  $G$  — kūno sunkis. Jėgos impulsą  $S(t)$  dalydami iš masės  $m$  randame greitį  $v(t)$ :

$$v(t) = \frac{S(t)}{m}, \quad (2)$$

Integruodami greičio grafiką, gauname MC vertikalųjį poslinkį  $s(t)$  šolio metu:

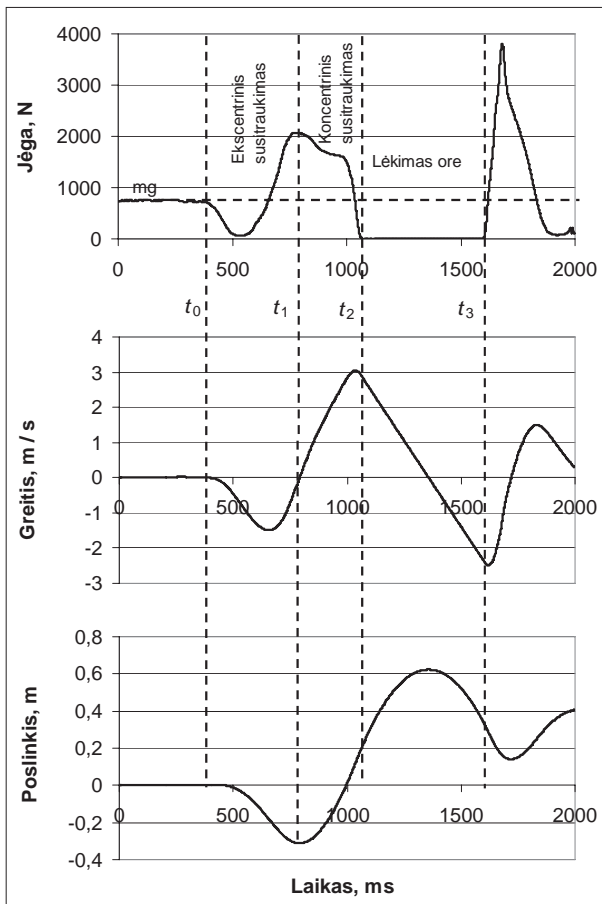
$$s(t) = \int_0^t v(t) dt, \quad (3)$$

1 paveiksle parodyta atramos reakcijos jėgos, kūno MC greičio ir poslinkio grafikai tiriamajam A. B. atliekant šuolį aukštyn iš vietos.

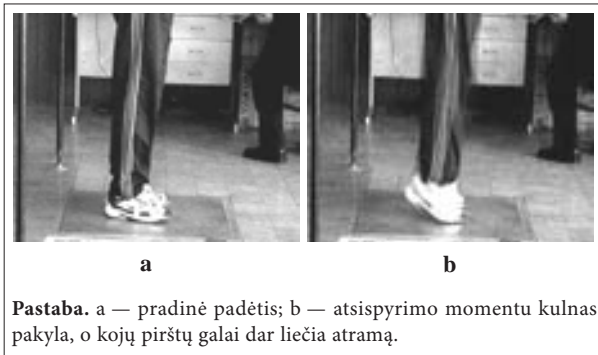
Iš šolio aukštyn jėgos, greičio ir poslinkio dydžių galima rasti kitus dydžius, apibūdinančius šolio atlikimą. Mes vertinome tokius dydžius:

- $t_{lek}$  — lėkimo trukmė;
- $v_{at}$  — vertikalųjį MC greitį atitrūkimo nuo žemės momentu;
- $s_{at}$  — MC pakilimą atitrūkimo nuo žemės momentu;
- $h_F$  — šolio aukštį, surandamą dukart integruojant jėgos kreivę;
- $h_{lek}$  — šolio aukštį, surandamą iš lėkimo trukmės;
- $m$  — kūno masė.

Pritūpti pradedama tada, kai jėgos kreivė atsielkia žemyn nuo svorio linijos laiko momentu  $t_0$  (1 pav.), o baigiama laiko momentu  $t_1$ , kai greitis iš neigiamo pereina į teigiamą. Pritūpiant tiesiamieji kojų raumenys susitraukia ekscentriškai, kūno masės centras leidžiasi žemyn, dėl to greitis yra neigiamas.



1 pav. Atramos reakcijos vertikalios dedamosios  $F$ , MC vertikalios greičio  $v$  ir poslinkio  $s$  kitimas atliekant šuolį aukštyn iš vietos pritūpus



2 pav. Kojų padėtis šokant aukštyn iš vietos

Atsispiriant greitis yra teigiamas ir pasiekia maksimalią reikšmę. Atsispirti pradeda laiko momentu  $t_1$  greičiui pereinant iš neigiamo į teigiamą, o baigiama atitrūkimo nuo atramos momentu  $t_2$ . Atsispiriant raumenys susitraukia koncentriškai.

Lėkimas ( $t_{lek}$ ) tęsiasi tol, kol žmogaus kūnas pakilęs virš atramos. Pasibaigus lėkimui, prasideda pritūpimas, kurio metu registruojamas smūgis į atramą. Ši kreivės dalis paprastai neanalizuojama.

Iš MC greičio grafiko surandamas greitis atitrūkimo nuo plokštės momentu ( $v_{at}$ ). Pastarasis yra vienas iš svarbiausių kinematinų dydžių. Nuo jo priklauso MC pakilimas šuolio metu. Atitrūkus nuo atramos, galioja kūnų laisvojo kritimo dėsniai, ir MC greitis gali būti apskaičiuojamas pagal formulę:  $v = v_{at} - gt$ .

Iš MC poslinkio grafiko surandamas MC pakilimas atitrūkimo nuo plokštės metu ( $s_{at}$ ) ir šuolio aukštis ( $h_F$ ). Atsispyrimo momentu kulnas yra pakilęs, o pėdos priekis dar liečia atramą (2 pav.), todėl atitrūkimo nuo atramos momentu registruojamas MC pakilimas, apytikriai lygus kulno pakilimui nuo atramos. Dažnai šuolio aukštis apskaičiuojamas iš lėkimo trukmės  $t_{lek}$  ir kūnų laisvojo kritimo pagreičio:

$$h = \frac{g_{lek}^2}{8}, \quad (4)$$

Pagal šią formulę apskaičiuotas šuolio aukštis visada bus mažesnis už tikrąjį, kadangi neįskaitomas pradinis MC pakilimas atitrūkimo nuo plokštės momentu.

Tyrimo duomenų statistiniam apdorojimui buvo taikomas *Microsoft EXCEL Data Analysis* programų paketas.

## REZULTATAI

Visų tiriamųjų ir atskirai rankininkų šuolio aukštyn iš vietos matuotų dydžių vertės pateiktos lentelėje.

Šuolio aukštį vertinome dviem būdais: a) du kart integrudami jėgos kreivę; b) apskaičiuodami iš lėkimo fazės trukmės. Pirmu atveju nustatyta šuolio aukščio vidutinė vertė buvo  $36,9 \pm 16,2$  cm, antruoju —  $22,8 \pm 9,4$  cm (lent.). Taigi šuolio aukštis apskaičiuotas skirtingais metodais skiriasi vidutiniškai 14,1 cm. Ši dydžio vertė artima MC pakilimui atitrūkimo nuo žemės momentu  $s_{at}$  — 13,8 cm. Galima būtų daryti išvadą, kad norint surasti tikrąją šuolio aukščio vertę prie apskaičiuotos iš lėkimo fazės trukmės  $h_{lek}$  reikia pridėti 14 cm, t. y. turėtų galioti lygybė:

$$h_F = h_{lek} + 0,14, \quad (5)$$

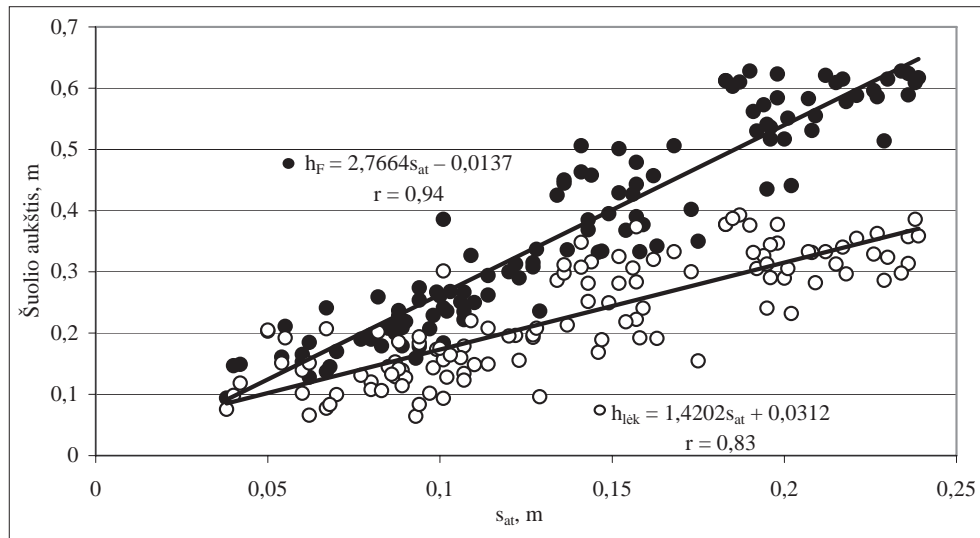
Visgi ši lygybė gali būti tiksli tik tuomet, kai  $s_{at}$  nepriklauso nuo  $h_F$  ir  $h_{lek}$ .

Norėdami nustatyti ryšį tarp šių dydžių, atlikome regresinę analizę. 3 paveiksle parodyta koreliacinė priklausomybė tarp dviem būdais surasto

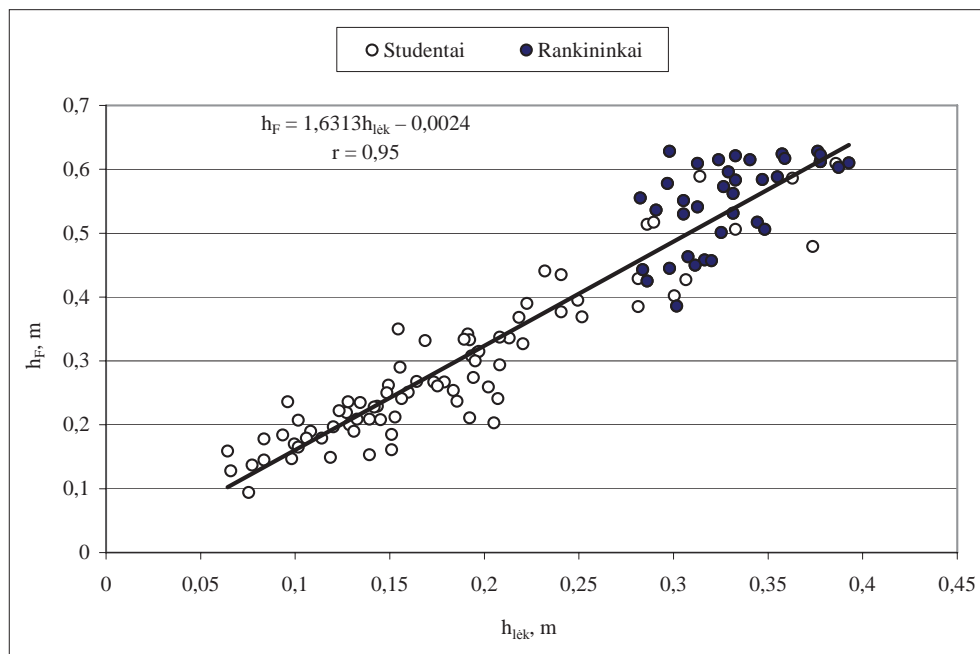
Dydis	Visi tiriamieji			Rankininkai		
	$\bar{x}$	$s$	$R$	$\bar{x}$	$s$	$R$
$t_{lek}$ , ms	421	93	229—566	518	24	480—566
$v_{at}$ , m / s	2,06	0,52	1,05—2,93	2,66	0,16	2,37—2,93
$s_{at}$ , m	0,138	0,055	0,038—0,239	0,188	0,034	0,101—0,239
$h_F$ , m	0,369	0,162	0,094—0,628	0,551	0,069	0,386—0,628
$h_{lek}$ , m	0,228	0,094	0,064—0,393	0,330	0,031	0,282—0,393
$m$ , kg	71,7	10,8	51,0—94,9	77,1	7,2	66,48—91,9

Lentelė. Šuolio aukštyn iš vietos matuotų dydžių vertės

Pastaba.  $\bar{x}$  — aritmetinis vidurkis,  $s$  — standartinis nuokrypis,  $R$  — imties plotis.



3 pav. Dviem būdais surasto šuolio aukščio ir  $s_{at}$  koreliacinė priklausomybė



4 pav. Šuolio aukščio, surasto integruojant jėgos kreivę,  $h_F$ , ir aukščio, apskaičiuoto iš lėkimo fazės trukmės,  $h_{lek}$ , koreliacinė priklausomybė bei regresijos tiesė

šuolio aukščio ir  $s_{at}$ . Pateiktame grafike aiškiai matyti, kad abiem būdais rastas šuolio aukštis labai priklauso nuo MC pakilimo atitrūkimo nuo žemės momentu, t. y. aukščiau šokant daugiau pakeliamas ir kulnas. Taigi, remiantis išnagrinėta priklausomybe, (5) formulė yra netinkama.

4 paveiksle parodyta koreliacinė priklausomybė tarp dviem būdais surasto šuolio aukščio.

Matome, kad šuolio aukštis, apskaičiuotas iš lėkimo laiko, labai gerai koreliuoja su aukščiu, nustatytu integruojant jėgos kreivę ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,001$ ). Jei besiremtume tik vidutiniais statistiniais dydžiais, regresijos tiesės lygtis turėtų atitikti (5) formulę. Kadangi šuolio aukštis stipriai priklauso nuo kulno pakėlimo atsispjimo momentu, todėl tiesinės regresijos lygtis, aprašanti

$h_F$  priklausomybę nuo  $h_{lek}$ , gaunama tokia:

$$h_F = 1,6313h_{lek} - 0,0024 \quad (6)$$

Jei darysime prielaidą, kad šuolio aukštis, nustatytas integruojant jėgos kreivę, yra tikslesnis, tai remiantis (6) lygtimi galima tiksliau surasti tikrąjį šuolio aukštį iš šuolio aukščio, apskaičiuoto iš lėkimo laiko.

Kyla klausimas, kokia daroma paklaida vertinant šuolio aukštį iš lėkimo trukmės? Atlikę liekamųjų paklaidų analizę (Čekanavičius, Murauskas, 2002) gavome, kad  $h_F$  95% prognozės intervalas yra  $\pm 0,100$  m. Taigi pasikliaudami 95% galime teigti, kad pagal (6) regresijos lygtį suradus šuolio aukštį  $h_F$ , jis nuo  $h_{lek}$  skirsis  $\pm 10$  cm ir tikroji šuolio aukščio vertė bus:

$$h_F = 1,6313h_{lek} - 0,0024 \pm 0,100 \quad (7)$$

4 paveiksle pažvelgus į rankininkų duomenų koreliacinį lauką matyti, kad jų tarpusavio ryšys yra daug silpnesnis. Koreliacijos koeficientas tarp  $h_F$  ir  $h_{lek}$  lygus tik 0,59. Todėl kai tiriama homogeniška grupė (visų tiriamųjų šuolio aukštis yra panašus, t. y. mažai skiriasi nuo grupės vidurkio), atskirti tiriamuosius grupės viduje pagal apskaičiuotą iš lėkimo trukmės šuolio aukštį yra negalima.

## REZULTATŲ APTARIMAS

Šuolio aukštis yra svarbiausias dydis vertinant sportininkų šoklumą. Tiksliausiai šuolio aukštis nustatomas iš filmuotos medžiagos arba naudojant specialius įtaisus šuolio aukščiui matuoti (Abalakovo metodas). Visgi dažniausiai šuoliai atliekami ant jėgos arba kontaktinės plokštės. Šiuo atveju šuolio aukštis nustatomas registruojant žemės reakcijos jėgos vertikaliąją dedamąją šuolio metu arba iš lėkimo trukmės.

Yra nemaža darbų, kuriuose lyginamas šuolio aukščio vertinimas skirtingais metodais (Hatze, 1998; Aragon, 2000; Adamec et al., 1998). Dauguma autorių nurodo, kad mažiausiai tikslus metodas yra šuolio aukščio apskaičiavimas iš lėkimo

trukmės. J. Adamec (1998) rado, kad iš lėkimo trukmės surastas šuolio aukštis yra apie 0,13 m mažesnis, negu nustatytas atliekant judesio kinematinę analizę. Autorius šį skirtumą aiškina kulkšnies pakėlimu baigiamojoje atsispyrimo fazėje. Mes šuolio aukštį vertinome dviem būdais: a) dukart integruodami jėgos kreivę; b) apskaičiuodami iš lėkimo trukmės. Pirmu būdu nustatyta šuolio aukščio vidutinė vertė buvo vidutiniškai 0,14 m didesnė nei antruoju. Ši dydžio vertė artima MC pakilimui atitrūkimo nuo žemės momentu  $s_{at}$  — 13,8 cm. Taigi šuolio aukštis, apskaičiuotas iš lėkimo laiko, dėl kulkšnies pakilimo (2 pav.) yra apie 13—14 cm mažesnis už tikrąjį šuolio aukštį.

Mes, skirtingai nei kiti autoriai, tyrėme, kokia yra koreliacinė priklausomybė tarp skirtingais būdais įvertinto šuolio aukščio ir kulkšnies pakilimo atitrūkimo nuo žemės momentu. Kaip parodė tyrimo rezultatai, šuolio aukštis gerai koreliuoja su kulkšnies pakilimu — kuo aukštesnis šuolis, tuo didesnis kulno pakilimas (3 pav.). Tai reiškia, kad norint surasti tikslesnį šuolio aukštį, nepakanka prie  $h_{lek}$  pridėti 0,14 m.

Norėdami išsamiau ištirti priklausomybę tarp skirtingais būdais įvertinto šuolio aukščio, atlikome regresinę analizę. Suradę tiesinės regresijos lygtį (6), atlikome liekamųjų paklaidų analizę (Čekanavičius, Murauskas, 2002) ir gavome, kad pasikliaudami 95% galime teigti: pagal (6) regresijos lygtį suradus šuolio aukštį  $h_F$ , jis nuo  $h_{lek}$  skirsis  $\pm 10$  cm. Taigi tiriant homogenišką grupę (visų tiriamųjų šuolio aukštis yra panašus, t. y. mažai skiriasi nuo grupės vidurkio) atskirti tiriamuosius grupės viduje pagal apskaičiuotą iš lėkimo trukmės šuolio aukštį yra negalima. Tai akivaizdžiai rodo 4 paveikslas, kuriame matyti, kad tirtų rankininkų  $h_F$  ir  $h_{lek}$  silpnai koreliuoja.

## IŠVADOS

Apibendrinus tyrimo rezultatus, galime padaryti išvadą, kad šuolio aukščio vertinimas iš lėkimo trukmės yra labai netikslus, ir šis būdas negali būti taikomas vertinant sportininkų šoklumą.

## LITERATŪRA

Adamec, J., Novotny, P., Vaverka, F. (1998). A comparison of various methods for the assessment of vertical jump height. *Proceedings of the 16th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports, Konstanz, July 21—25*. Prieiga per internetą: <http://www.isbs.uni-konstanz.de/Abstracts/j.adamec.pdf>

Aragon, L. F. (2000). Evaluation of four vertical jump tests: Methodology, reliability, validity, and accuracy. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 4 (4), 215—228. Prieiga per internetą: doi:10.1207/S15327841MPEE0404\_2

BioWare Performance Software Version 3.0 Type



- 2812A2-3. Operating Instruction. Kistler Instrumente AG Winterthur.
- Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, P.V. (1983 a). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50 (2), 273—82.
- Bosco, C., Mognoni, P., Luhtanen, P. (1983 b). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51 (3), 357—64.
- Čekanavičius, V., Murauskas, G. (2002). *Statistika ir jos taikymai*. D. II. Vilnius: TEV.
- Hatze, H. (1998). Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 127—140.
- Kraemer, W. J., Newton, R. U. (1994). Training for improved vertical jump. *Sports Science Exchange*, 7 (6). Prieiga per internetą: <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/26/d000000200000067.cfm?pid=38>
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physiology*, 69 (11), 1198—1204.
- Mickevičienė, D., Mamkus, G., Stanislovaitytė, A., Skurvydas, A. (2005). Šoklumo ištvėrmės treniruočių poveikis nervų ir raumenų sistemų nuovargio ir atsigavimo kaitai. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 1 (55), 26—33.
- Muckus, K., Kriščiukaitis, A. (1998). Dinamografinių parametrų įvertinimo kompiuterinė sistema. *Biomedicininė inžinerija: tarptautinės konferencijos medžiaga* (pp. 146—149). Kaunas: KTU.
- Muckus, K., Kriščiukaitis, A., Zdanavičienė, S. (2000). Evaluation of human psychomotor performance using ground reaction force analysis. *Scientific Proceedings of Riga Technical University: Computer Science. Technologies of Computer Control*. Riga: RTU. P. 12—20.
- Muckus, K., Skarbalius, A. (2000). Rankinukų psichomotorinės reakcijos ypatumai. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 2 (35), 42—47.
- Mujika, I., Padilla, S., Ibanez, J., Izquierdo, M. and Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (2), 518—525.
- Rudas, A., Skurvydas, A. (2005). Jaunesniojo mokyklinio amžiaus mergaičių šoklumo kaita per du mėnesius. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 1 (55), 43—48.

## COMPARISON OF VARIOUS METHODS FOR THE ASSESSMENT OF VERTICAL JUMP HEIGHT

Kazimieras Muckus

*Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania*

### ABSTRACT

The aim of the study — to investigate the relationship between the jump height defined from the ground reaction force-time curve and the flight time, also to establish possible error, when the jump height is determined only from the flight time. The analysis of 116 dynamograms was performed. 80 dynamograms were of the randomly selected second grade students, 36 — of the handball players from the junior team. Countermovement jumps were performed making a knee-bend with arms placed on the hips. The angle of the knee flexion was 90°. The handball players had to jump as high as they could. This kind of the instruction was not given to the students because our aim was to investigate the relation between dynamogram parameters, but not to compare the jump results of the groups. The jumps were performed on the force plate MA-1; the vertical component of the ground reaction force was recorded. The flight time, the vertical velocity of the center of mass (MC) at the instant of the takeoff, the lift of MC at the instant of the takeoff ( $s_{at}$ ), the jump height computed from force-time curve ( $h_F$ ), the jump height determined from the flight time ( $h_{lek}$ ) were analyzed. The results of the study showed that  $h_{lek}$  is on the average 14.1 cm less higher than  $h_F$ . This value is approximate  $s_{at}$  — 13.8 cm. The regression analysis showed that jump height determined by both methods is closely related to the lift of MC at the instant of the takeoff, that is, when jump is higher, the heel is raised more. The jump height, calculated according to the flight time is closely related to the jump height determined by force curve integration ( $r = 0.95$ ;  $p < 0.001$ ). The analysis of the residual errors showed that  $h_F$  95% interval of prediction is  $\pm 0.100$  m. Hence we may predicate in 95% that the jump height  $h_F$  will differ from  $h_{lek} \pm 10$  cm according to regression equation. Conclusion: the determination of the jump height from the flight time is very inaccurate and this method can not be used for sportsmen's spring assessment.

**Keywords:** countermovement jump, comparison, methods, jump height.

Gauta 2005 m. birželio 29 d.  
Received on June, 29, 2005

Priimta 2005 m. lapkričio 16 d.  
Accepted on November 16, 2005

Kazimieras Muckus  
Lietuvos kūno kultūros akademija  
(Lithuanian Academy of Physical Education)  
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas  
Lietuva (Lithuania)  
Tel +370 37 302635  
E-mail muckusk@kalnieciai.lt