

# Kvalita aktívnej hmoty a segmentálna distribúcia tekutín v tele ako predpoklad výkonu u elitných basketbalistiek

## Active mass quality and segmental distribution of body fluids as a precondition for performance in top-performance female basketball players

Lucia Malá, Tomáš Malý, František Zahálka, Jaroslav Teplan, Aleš Kaplan,

Fakulta tělesné výchovy a sportu Karlovy univerzity Praha

### Abstrakt

Príspevok prezentuje kvalitu aktívnej hmoty (netuková hmota, svalová hmota) a segmentálnu distribúciu tekutín v tele ako predpoklad výkonu u vrcholových basketbalistiek, strieborných medailistiek Majstrovstiev sveta 2010. Získané dáta preukázali úroveň netukovej hmoty ( $60,96 \pm 5,35$  kg) a svalovej hmoty ( $57,07 \pm 5,0$  kg) na úrovni elitných športovcov. Tuková hmota preukázala nižšie percentuálne zastúpenie ako je dostupnou literatúrou prezentované ( $14,34 \pm 2,37$  %). Na základe získaných dát nie je možné jednoznačne vyjadriť trend pri zastúpení u jednotlivých hráčskych postov. Segmentálne rozloženie tekutín preukázalo asymetriu v prospech dominantnej končatiny pri horných končatinách ( $p < 0,01$ ), čo indikuje nevyhnutnosť realizácie cvičení pre kompenzáciu zisteného bilaterálneho deficitu. V závere autori diskutujú o potrebe kontinuálneho sledovania zmien kvality telesného zloženia v zmysle pozorovania jednotlivých zložiek vody resp. priamo a nepriamo merateľných parametrov pri bioimpedančnom meraní.

### Abstract

The article presents active mass quality (fat free mass, muscle mass) and segmental distribution of body fluids as a prerequisite of performance in elite female basketball players, silvermedallists at 2010 World Championship. The collected data indicated the level of fat free mass ( $60.96 \pm 5.35$  kg) and muscle mass ( $57.07 \pm 5.0$  kg) at the level of elite athletes. Fat mass showed lower percentage proportion than it is presented by available literature ( $14.34 \pm 2.37$  %). Based on the gained data, it is not possible to definitely express a trend in proportion for individual playing positions. Segmental distribution of body fluids revealed a symmetry in favour of a dominant upper limb ( $p < 0.01$ ), which indicates the need to perform exercises in order to compensate the detected bilateral deficit. In conclusion, the authors discuss the necessity of continual monitoring changes in body composition quality in terms of monitoring individual components of water or directly and indirectly measurable parameters in bioimpedance measurement, respectively.

**KLúčové slová:** telesné zloženie, netuková hmota, svalová hmota, tuková hmota, intracelulárna tekutina

**Key words:** body composition, fat free mass, muscle mass, fat mass, intracellular water

Tento príspevok bol podporený GAČR P407/11/P784, MSM 0021620864, PRVOUK P38a SVV 2013-267603.

### ÚVOD

Výkon v basketbale je súhrnou viacerých komponentov. Z motorického pohľadu vzaté si dynamický priebeh hry a rýchla zmena herných situácií vyžadujú vysokú úroveň rýchlostných, silových schopností a špecifickej vytrvalosti, a teda výborné telesné predispozície k týmto pohybovým schopnostiam. Vysoká úroveň fyzickej zdatnosti je prezentovaná ako jeden zo základných faktorov vedúcich k úspešnosti družstva (Sporiš, Vuleta, Vuleta & Milanović, 2010). Jedným z dôležitých indikátorov zdatnosti športovca (Warner, Fornetti, Jallo, & Pivarnik, 2004) a predispozícií pre optimálny výkon je sledovanie telesného zloženia, v zmysle zaznamenania

nadmerného množstva adipózneho tkaniva ako nevyužívanej hmoty (Reilly, 1996) a aktívnej hmoty prispievajúcej k zvýšeniu predpokladov produkcie explozívnej sily dôležitej pre vysoko intenzívnu pohybovú činnosť športovca (cyklickú, i acyklickú resp. statickú a dynamickú svalovú kontrakciu).

Dostupná literatúra zdôrazňuje rozdielnosť telesného zloženia a celkovej morfológie medzi elitnými športovcami rôznych športových odvetví (Smith&Thomas, 1991; Gualdi-Russo&Zaccagni, 1992; Loko, Aule, Sikkut, Ereline&Viru,2000). Vedecké štúdie predkladajú súvislosť antropometrických parametrov a telesného zloženia s konkrétnou rolou v športovej hre (Ackland, Schreiner&Kerr, 1997; Carter, Ackland, Kerr&Stapff, 2005; Delextrat&Cohen, 2009; Hasan, Rahaman, Cable&Reilly, 2007; Sedano, Vaeyens, Philippaerts, Redondo&Cuadrado, 2009; Gualdi – Russo&Zaccagni, 2001; Malousaris, Bergeles, Barzouka, Bayios, Nassis&Koskolou,2008). Bloomfield, Ackland a Elliott (1994) zdôraznili výhodu telesnej výšky a dĺžky končatín pri vyvinutí dostatočnej svalovej sily s nadväznosťou na výkon v basketbale. Carbuhn, Fernandez, Bragg a Green (2010) poukázali na možnosť sledovania zmien telesného zloženia v priebehu ročného tréningového cyklu. Autori zistili u univerzitných hráčov basketbalu signifikantné zmeny tukovej hmoty, hustoty kostného tkaniva a obsahu kostných minerálov v priebehu periodizácie tréningového cyklu. Ackland et al. (1997) longitudiálne sledovali morfológické zmeny v rámci jednotlivých tímov poľskej národnej reprezentácie.

Monitorovanie zmien v oblasti periodizácie športového tréningu v jednotlivých obdobiach počas sezóny je vnímané ako spätná väzba k riadeniu tréningu (Carbuhnet al., 2010).

Monitorovanie telesného zloženia je odporúčané ako možnosť predchádzať negatívnym dopadom nesprávnej nutričie, stravovacích návykov a doplnkov stravy u športovkyň s prípadnými následkami (Fruth, Morgan, Darby&Tobar, 2008). Marrina Bampouras(1998) uvádzajú vo výskume (n = 371, športovkyň – basketbal, volejbal, softbal, súťaže NCAA v USA), že až 29 % hráčok používa prostriedky k úprave telesnej hmotnosti, pričom nutričia je jedným z dôležitých faktorov ovplyvňujúcich optimálne telesné zloženie ako predispozíciu pre výkon.

Z hľadiska somatotypu a telesného zloženia ako predpokladov pre výkon v basketbale sú vhodní jedinci s vysokou telesnou výškou, s dlhými končatinami, s vysokým zastúpením netukovej hmoty a nízkym zastúpením tukovej hmoty. Dostupné štúdie dokladujú telesné zloženie primerané zástupkyňiam vrcholového športu, tj. vysoké zastúpenie netukovej hmoty so vzťahom k výkonu, ku konkrétnym činnostiam jednotlivcov resp. v komparácii s inými kolektívnymi hrami (Bayios, Bergeles, Apostolidis, Noutsos&Koskolou, 2006; Malá, Malý, Zahálka&Bunc,2010; Fleck, 1983; Gholami&Rad, 2010; Hasan et al., 2007), nízke zastúpenie tukovej hmoty a zmeny týchto zložiek v priebehu periodizácie prípravy (Fruth et al., 2008; Carbuhnet al., 2010; Malá, Malý, Zahálka, Tůma&Bunc,2011). Cieľom nášho príspevku je zamerať sa na úroveň parametrov indikujúcich kvalitu aktívnej hmoty a na distribúciu tekutín v jednotlivých segmentoch s indikáciou asymetrie ako predispozíciu pre výkon u elitného ženského basketbalového tímu, strieborných medailistiek Majstrovstiev sveta 2010.

## METODIKA

Charakteristika výskumného súboru

Výskumný súbor tvorila ženská reprezentácia basketbalistiek (n = 14), strieborných medailistiek Majstrovstiev sveta 2010. Tréningová prax bola minimálne 10 rokov, jednalo sa teda o špecifickú skupinu s vysokým podielom riadenej pohybovej aktivity. Základné somatometrické charakteristiky výskumného súboru prezentuje tab. 1.

**Tab. 1:** somatometrické charakteristiky výskumného súboru

	Minimum	Maximum	Priemer	Smerodajná odchýlka	Stredná chyba priemeru
Vek (roky)	19,00	32,00	25,86	4,20	1,12
Telesná výška (cm)	169,00	198,00	185,79	8,99	2,40
Telesná hmotnosť (kg)	64,00	90,00	76,64	7,82	2,09
BMI (kg.cm <sup>-2</sup> )	20,30	25,70	22,19	1,55	0,42

Legenda:

BMI – Body Mass Index (index rizika ohrozenia zdravia podľa Svetovej zdravotníckej organizácie)

*Spôsob získavania výskumných dát*

Dáta identifikujúce telesné zloženie vrcholových basketbalistiek sme zaznamenali za rovnakých podmienok, v ranných hodinách, hráčky neužíli žiadne lieky. Z hľadiska periodizácie ročného tréningového plánu sme sa nachádzali na začiatku súťažného obdobia. Pred samotným meraním sme zistili aktuálnu telesnú výšku hráčok v stoji s presnosťou na 1 mm pomocou digitálneho staciometra (SECA 242, Hamburg, Germany). Pre stanovenie celotelovej bioimpedancie sme použili multifrekvenčný bioimpedančný analyzátor In Body 3.0 (Biospace), ktorý pracuje na štyroch frekvenciách (1, 5, 50 a 100 kHz) a funguje na princípe osembodových tetrapolárnych dotykových bodov. Vlastné meranie trvalo približne 120 s, aktuálnu telesnú hmotnosť zaznamenal samotný analyzátor s presnosťou na 1 g. Boli zachované štandardizované podmienky bioimpedančného merania (Kyle, Bosaeus, DeLorenzo, Deurenberg, Elia, Manuel Gomez, Heitmann, Kent - Smith, Melchior, Pirlich, Scharfetter, Schols&Pichard, 2004). Na základe získaných hodnôt sme zistili aktuálne zloženie tela zástupkyň tímu. Sledovali sme absolútne a relatívne množstvo netukovej hmoty, absolútne a relatívne množstvo svalovej hmoty, percentuálne zastúpenie tukovej hmoty u hráčok, celkovú telesnú vodu s rozlíšením extracelulárnej a intracelulárnej tekutiny a segmentálnu distribúciu tekutín v tele hráčok.

*Spôsob spracovania dát*

Pri prepočte nepriamo odhadnutých parametrov identifikujúcich telesné zloženie sme vychádzali z predikčných rovníc softvéru pre danú vekovú skupinu (Biospace). Pre zistenie významnosti rozdielov medzi párovými končatinami sme použili parametrický t – test pre závislé skupiny. Distribúciu normality dát sme overili Shapiro – Wilkovým testom. Pre zistenie miery asociácie vybraných parametrov sme použili Pearsonovú korelačnú analýzu. Za vecne (prakticky) významný rozdiel medzi porovnávaním objemu tekutín u párových končatín sme považovali 2 % rozdiel.

**VÝSLEDKY**

V sledovanom súbore sme zaznamenali priemernú hodnotu celkovej vody v tele  $44,93 \pm 1,05$  l. Priemerná hodnota intracelulárnej tekutiny z toho bola  $30,51 \pm 0,66$  l (67,9 % z celkovej vody v tele). Priemerná hodnota extracelulárnej tekutiny bola v súlade s odporúčaným nižším zastúpením  $14,43 \pm 0,41$  l (32,1 % z celkovej vody v tele).

Pri sledovanom súbore sme zaznamenali priemernú hodnotu celkovej tukovej hmoty v tele  $13,01 \pm 0,70$  kg, čo ukázalo pri percentuálnom vyjadrení priemerne pre sledovaný súbor  $17,47 \pm 0,61$  %.

Netuková hmotnosť činila pre celý súbor priemerne  $60,9 \pm 1,38$  kg, v relatívnom vyjadrení  $0,80 \pm 0,08$ . Svalová hmotnosť mala v sledovanom súbore priemerné zastúpenie  $57,07 \pm 1,29$  kg, v relatívnom vyjadrení  $0,74 \pm 0,07$ . Rozloženie tekutín na jednotlivých segmentoch tela preukázalo vyššie hodnoty pri porovnaní s hodnotami prezentovanými softvérom pre všeobecnú populáciu príslušnej vekovej kategórie (obr. 2). Jednotlivé priemerné i okrajové hodnoty prezentuje tabuľka 2.

**Tab. 2:** Profil telesného zloženia vrcholových basketbalistiek pomocou metódy InBody 3.0

Parameter	Min. hodnota	Max. hodnota	Priemer		Smerodajná odchýlka	Varianscia
			Hodnota	Štandardná chyba		
Intracelulárna tekutina (l)	25,80	33,10	30,51	0,66	2,55	6,53
Extracelulárna tekutina (l)	12,00	16,80	14,43	0,41	1,61	2,58
Tuková hmotnosť (kg)	9,10	19,30	13,01	0,70	2,69	7,26
Celková voda v tele (l)	37,90	49,80	44,93	1,05	4,06	16,47
Svalová hmotnosť (kg)	48,20	63,10	57,07	1,29	5,00	25,02
Svalová hmotnosť - relatívna	0,63	0,82	0,74	0,01	0,07	0,01
Netuková hmotnosť (kg)	51,50	67,20	60,96	1,38	5,35	28,62
Netuková hmotnosť – relatívna	0,67	0,88	0,80	0,01	0,08	0,01
Tuková hmotnosť (%)	13,60	22,70	17,47	0,61	2,37	5,64
PR (l)	2,02	2,88	2,56	0,07	0,27	0,07
LR (l)	2,02	2,85	2,53	0,07	0,27	0,07
T (l)	17,60	22,70	20,67	0,44	1,70	2,88
PN (l)	6,46	9,17	7,74	0,21	0,83	0,69
LN (l)	6,41	9,21	7,75	0,22	0,86	0,75

Legenda:

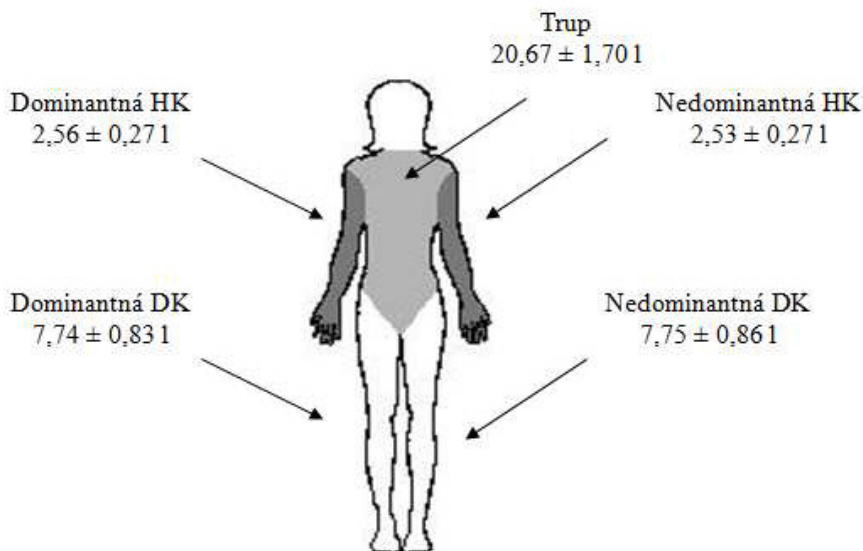
PR – objem tekutín v pravej paži(l)

PN – objem tekutín v pravej dolnej končatine (l)

LR – objem tekutín v ľavej paži(l)

LN – objem tekutín v ľavej dolnej končatine (l)

T – objem tekutín v trupe (l)



**Obr. 1** Segmentálne rozloženie tekutín u vrcholových basketbalistiek

Legenda:

HK – horná končatina

DK – dolná končatina

Významnosť rozdielu pri sledovaní rozloženia tekutín na končatinách bola zaznamenaná len pri horných končatinách ( $t(14) = 2,47$ ;  $p < 0,05$ ). Na dolných končatinách sme zistili rovnomerné zastúpenie objemu tekutín s nevýznamným rozdielom medzi sledovanými segmentami ( $t(14) = -0,862$ ;  $p > 0,05$ ), tab. 3.

**Tab. 3** Významnosť rozdielu segmentálneho rozloženia tekutín u vrcholových basketbalistiek

Parameter	Rozdiel priemerov porovnávaných skupín					$t$ – testovacia štatistika	Stupne voľnosti	Významnosť rozdielu
	Priemer	Smerodajná odchýlka	Stredná chyba priemeru	95% konfidčný interval				
				Dolný	Horný			
PR – LR	0,03	0,04	0,01	0,004	0,051	2,471*	14	,027
PN – LN	-0,02	0,07	0,02	-0,053	0,023	-,862	14	,403

Legenda:

PR – objem tekutín v pravej paži (l)

PN – objem tekutín v pravej dolnej končatine (l)

LR – objem tekutín v ľavej paži (l)

LN – objem tekutín v ľavej dolnej končatine (l)

\* –  $p < 0,05$

## DISKUSIA

Telesné zloženie ako prediktor pohybového výkonu v basketbale je orientované na žiaducu aktívnu zložku a nežiaducu neaktívnu zložku. Podľa DeLorenzo et al. (1997) sú aktívna zložka a jej časti (netuková hmota, vnútrobunecná hmota, svalová hmota) definované ako celková hmota buniek tela. Netuková hmota činila v sledovanom súbore 79,54 % z priemernej telesnej hmotnosti (tab. 2). Zaznamenaná hodnota je vyššia v porovnaní s hodnotami netukovej hmoty uvádzanými Carbhnet et al. (2010), ktorí prezentujú u vrcholových basketbalistiek ( $n=10$ , univerzitné hráčky,  $20 \pm 1,0$  rokov,  $180,1 \pm 8,9$  cm,  $76,9 \pm 9,0$  kg) absolútnu hodnotu netukovej

hmoty  $55,8 \pm 5,8$  kg. Komparácia je však zaťažená porovnaním absolútnych hodnôt (vyššia telesná výška českých hráčok) a rozdielnosťou použitej metodiky. Intraindividuálne porovnanie relatívnych hodnôt preukázalo u nami sledovaných hráčok hodnoty netukovej hmoty na úrovni elitných športovcov (Bayioiset al., 2006; Fleck, 1983; Gholami&Rad, 2010; Hasanet al., 2007; Malá et al., 2010, Malá et al., 2011; Malý Malá, Zahálka, Baláš&Čada, 2011). Pri jednotlivých hráčskych postoch získané dáta nepreukázali jednoznačný trend v zastúpení netukovej hmoty. Najvyššiu hodnotu sme zaznamenali u rozohrávačky a pivotky (0,88). Najnižšiu hodnotu sme zaznamenali u krídla (0,67).

Aktívne sa na pohybe podieľajúca zložka netukovej hmoty je vnímaná ako súčet hmotnosti všetkých buniek, ktoré využívajú kyslík, preto je možné označiť ju ako kvalitatívny parameter pre posúdenie svalovej hmoty. Svalová hmota činila priemerne 74,47 % priemernej telesnej hmotnosti (tab. 2). V zmysle percentuálneho podielu buniek v netukovej hmote ako indikátora individuálneho stavu výživy a trénovanosti môžeme konštatovať hodnoty prislúchajúce vrcholovému športu (Dörhöfer&Pirlich, 2007; Malá et al., 2008). Pri intraindividuálnom hodnotení nie je možné vyjadriť jednoznačne trend zastúpenia u jednotlivých herných postov. Takmer u všetkých reprezentantiek sme zaznamenali hodnoty odhadnutej svalovej hmoty približujúce sa k odporúčanému zastúpeniu s výnimkou jedinej pivotky (0,63). Vyšší rozdiel pripisujeme oneskoreným nástupom pivotky na kontinuálnu prípravu na Majstrovstvá sveta, z dôvodu klubových povinností. Najvyššiu hodnotu svalovej hmoty sme zaznamenali v súlade s najvyššou zaznamenanou relatívnu hodnotou netukovej hmoty u krídla (0,82).

Zaznamenané priemerné percentuálne zastúpenie neaktívnej hmoty (tab. 2) je porovnateľné s navrhovanými hodnotami tukového tkaniva pre športujúce ženy (Lohman, 1992) v rozmedzí 12 – 16 % v závislosti od športu. Dostupná literatúra uvádza však u basketbalistiek vyššie hodnoty, kde Carbuhan et al. (2010) zistili zastúpenie  $22,7 \pm 5,6$  % (univerzitné hráčky) a Bayioiset al. (2006) zastúpenie  $24,3 \pm 3,6$  % (profesionálne hráčky gréckej I. a II. ligy,  $n = 133$ ,  $23,6 \pm 4,5$  rokov,  $174,7 \pm 7,8$  cm,  $71,5 \pm 10,1$  kg). Dostupná literatúra (Bayioiset al., 2006; Leone, Lariviere&Comtois, 2002) zdôrazňuje variabilitu telesného zloženia medzi jednotlivými tímami športových hier. Bayioiset al. (2006) preukázali u basketbalistiek signifikantne vyššie hodnoty tukovej hmoty ( $p < 0,05$ ) ako skupina volejbalistiek ( $n=163$ , tuková hmota =  $23,4 \pm 2,8$  %) a signifikantne nižšie hodnoty tukovej hmoty ( $p < 0,001$ ) v porovnaní so skupinou hádzanárok ( $n=222$ , tuková hmota =  $25,9 \pm 3,3$  %). Dôvodom rozdielnosti môže byť výber metodiky pre identifikáciu telesného zloženia a predikčnej rovnice pre prepočet tukovej hmoty. Ani neaktívna hmota nepreukázala trend v zastúpení u jednotlivých hráčskych postov. Najvyššie zastúpenie sme zaznamenali u krídla (22,7 %), najnižšiu hodnotu u rozohrávačky (13,6 %).

Pri sledovaní segmentálneho rozloženia objemu tekutín na končatinách a trupe (obr. 1) sme zaznamenali signifikantný rozdiel len na horných končatinách ( $p < 0,01$ ; tab. 3). Asymetria bola zistená v prospech dominantnej hornej končatiny. Vniknutý rozdiel indikuje nevyhnutnosť realizácie cvičení pre kompenzáciu zisteného bilaterálneho deficitu.

Netuková hmota spolu s prezentovanou svalovou hmotou ako parameter s bližším vzťahom k úspešnosti v športe v porovnaní s tukovou hmotou je prezentovaná ako žiaduca pri prerozdelení parametrov určujúcich kvalitu telesného zloženia hráčky. Veľkosť a podiel netukovej hmoty má i pri porovnaní s bežne merateľnými somatometrickými parametrami úzky vzťah ku rôznym funkčným veličinám podieľajúcich sa na výkone v basketbale. Podľa Musaiger, Ragheb&Marzooq, 1994) nízke zastúpenie tukového tkaniva je žiaduce práve kvôli negatívnemu vzťahu výkonu a percentuálneho zastúpenia tukového tkaniva. Prípadné zaznamenané zmeny pomeru zastúpenia aktívnej a neaktívnej zložky, v zmysle zvýšenia netukovej hmoty, svalovej hmoty a zníženia tukovej hmoty, sú vo väčšine prípadov indikátorom zlepšenej úrovne telesného zloženia a zlepšenia svalovej kvality. Zmeny však môžu byť spôsobené aj stratou vody v extracelulárnom priestore ( $14,43 \pm 1,61$  l v sledovanom súbore), pozorovateľnom pri strate tekutín po tréningovom alebo súťažnom procese (následný nepriamy odhad tukovej hmoty bioimpedančnou metódou môže preukázať zníženie). Zmeny netukovej hmoty a jej zložiek sú spôsobené jej 73 % obsahom vody ( $FFM = TBW / 0,73$ ) (Wang, Deurenberg, Wang, Pietrobelli, Baumgartner&Heymsfield, 1999). Pri pozorovaní jednotlivých zložiek vody intracelulárna tekutina predstavovala požadované vyššie zastúpenie (tab. 2). Prípadná strata vody až dehydratácia sa následne prejaví na znížení pozornosti basketbalistiek (Baker, Conroy&Kenney, 2007). Náhrada tekutín je z dôvodu zachovania koncentrácie a pozornosti a optimálneho prevedenia zručností v priebehu súťaže nevyhnutná. Kontinuálnym zaznamenaním distribúcie tekutín v jednotlivých segmentoch tela je možné sledovať priebežné zmeny pri kompenzácii svalových dysbalancií, prípadne pri liečení zranení hráčky. Sledovanie segmentálneho rozloženia tekutín i kvality aktívnej hmoty je potrebné realizovať kontinuálne, počas vybraných období ročného tréningového cyklu a s následnou väzbou na dávkovanie tréningového zaťaženia a času zotavenia (Bresciani, Cuevas, Garatachea, Molinero,

Almar, De Paz, Marquez&Gonzalez - Gallego, 2010).

## ZÁVER

Zaznamenané parametre telesného zloženia preukázali hodnoty zodpovedajúce ženskému elitnému športu. Zistené hodnoty preukázali, že aktívna zložka zaznamenaná bioimpedančnou metódou by mala u elitných hráčov dosahovať zastúpenie 60,96 kg v absolútnej hodnote, v relatívnom vyjadrení  $0,80 \pm 0,08$ . Nami získané dáta preukázali vyššie hodnoty aktívnej zložky a nižšie hodnoty neaktívnej zložky pri porovnaní so štúdiami, v ktorých bolo sledované telesné zloženie pomocou bioimpedančnej analýzy u elitných hráčov. V interindividuálnych porovnaníach nie je možné jednoznačne vyjadriť rozdiely trend pri zastúpení u jednotlivých hráčskych postov. Predkladané dáta môžu slúžiť ako štandard pre komparáciu kvality telesného zloženia u basketbalistiek rôznych hráčskych úrovní. Preukázaná asymetria zastúpenie tekutín na horných končatinách je prejavom maladaptácie na špecifické zaťaženie u hráčov. Tieto rozdiely by mali byť v tréningovej praxi nielen objektivizované, ale najmä vhodným tréningom kompenzované. Unilaterálne silové cvičenia, by tak mali byť vo vyššej miere zastúpené na končatinu u ktorej bol zistený deficit.

## LITERATÚRA

- Ackland, T.R., Schreiner, A.B. & Kerr, D.A. (1997). Absolute size and proporcionality characteristics of World Championship finale basketball players. *Journal of Sports Science*, 15, 485-490.
- Baker, L.B., Conroy, D.E. & Kenney, W.R. (2007). Dehydration Impairs Vigilance-Related Attention in Male Basketball Players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(6), 976-83.
- Bayios, I.A., Bergeles, N.K., Apostolidis, N.G., Noutsos, K.S. & Koskolou, M.D. (2006). Anthropometric body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 46, 271-80.
- Bloomfield, J., Ackland, T.R. & Elliott, B.C. (1994). *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport*. Melbourne: Blackwell Scienti.
- Bresciani, G., Cuevas, M.J., Garatachea, N., Molinero, O., Almar, M., De Paz, J.A, Marquez, S. & Gonzalez-Gallego, J. (2010). Monitoring biological and psychological measures throughout an entire season in male handball players. *European Journal of Sport Science*, 10(6), 377-384.
- Carbuhn, A.F., Fernandez, T.E., Bragg, A.F. & Green, J.S. (2010). Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Association*, 24(7), 1710-1717.
- Carter, J.E.L., Ackland, T.R., Kerr, D.A. & Stapff, A.B. (2005). Somatotype and size of elite female basketball players. *Journal of Sports Sciences*, (23)10, 1057-1063.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Dörhöfer, R.P. & Pirlich, M. (2007). Das BIA – Kompendium, III. Ausgabe. Data Input GmbH, Darmstadt.
- Fleck, S.J. (1983). Body composition of elite American athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 11, 398-403.
- Fruth, J., Morgan, A., Darby, L. & Tobar, D. (2008). Evaluation of three skinfold equations by using the bod pod as the criterion in caucasian female athletes. *Journal of Exercise Physiology*, 11(1), 28-37.
- Gholami, M. & Rad, L, S. (2010). Anthropometric, body composition and somatotype differences of Iranian Elite female basketball and handball players. *British journal of sports medicine*, 44(14), 19-20.
- Gualdi-Russo, E. & Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41, 256-62.
- Hasan, A.A., Rahaman, J.A., Cable, N.T. & Reilly, T. (2007). Anthropometric profile of elite male handball players in Asia. *Biology of Sport*, 24(1), 3-12.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., DeLorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Manuel Gomez, J., Heitmann, B.L., Kent-Smith, L., Melchior, J.C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A.M. & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23(6), 1430-1453.
- Loko, J., Aule, R., Sikkut, T., Ereline, J. & Viru, A. (2000). Motor performance status in 10- to 17-year-old Estonian girls. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 10, 109-113.
- Lohman, T.G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. Human Kinetics, Champaign.

- Leone, M. Lariviere, G. & Comtois, A.S. (2002). Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports. *Journal of Sports Sciences*, 20, 443-449.
- Malá, L., Malý, T., Zahálka, F. (2008), Profil telesného zloženia juniorských reprezentantov v jude. *Česká kinantropologie*, 3, 94-103.
- Malá, L., Malý, T., Zahálka, F. & Bunc, V. (2010). The profile and comparison of Body composition of elite female volleyball players. *Kinesiology*, 42(1), 90-97.
- Malá, L., Malý, T., Zahálka, F., Tůma, M. & Bunc, V. (2011). Body composition of elite female handball players. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*, 47(1), 131-140.
- Malý, T., Malá, L., Zahálka, F., Baláš, J. & Čada, M. (2011). Comparison of body Composition between two elite women's voleyball teams. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*, 41(1), 15-22.
- Malousaris, G.G., Bergeles, N.K., Barzouka, K.G., Bayios, I.A., Nassis, G.P. & Koskolou, M.D. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 337-344.
- Marrin, K. & Bampouras, T.M. (2008). Anthropometric and physiological changes in elite female water polo players during a training year. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 2(3), 75-83.
- Musaiger A.O., Ragheb, M.A., & G. al-Marzooq, G. (1994). Body composition of athletes in Bahrain. *Br J Sp Med*, 28(3), 157-159.
- Piechaczek, H. (1990). Body structure of male and female basketball players. *Biology of Sport*, 7, 273-285.
- Reilly, T. (1996) Fitness assessment. In: *Science and soccer*. Ed: Reilly, T. London: E. & F. Spon. 25-50.
- Sedano, S., Vaeyens, R., Philippaerts, R.M., Redondo, J.C., & Cuadrado, G. (2009). Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *J Sports med phys fitness*, 49, 387-94.
- Smith, H.K. & Thomas, S.G. (1991). Physiological characteristics of elite female basketball players. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 289-295.
- Sporiš, G., Vuleta, D., Vuleta J.D. & Milanović, D. (2010). Fitness Profiling in Handball: Physical and Physiological Characteristics of Elite Players. *Collegium Antropologicum*, 34(3), 1009–1014.
- Wang, Z.M., Deurenberg, P., Wang, W., Pietrobelli, A., Baumgartner, R.N. & Heymsfield, S.B. (1999). Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body – composition constant. *Am J Clin Nutr*, 69, 833 – 841.
- Warner, E., Fornetti, W., Jallo, J. & Pivarnik, J. (2004). A skinfold model to predict fat-free mass in female athletes. *J Athl Train*, 39(3), 259-262.