

Analýza zrýchlenia pri anglickom drepe – pilotná štúdia

Euboslav Šiška¹, Daniel Židek¹, Andrej Hubinák¹, Štefan Tkačík¹

¹ Katolícka univerzita v Ružomberku, Pedagogická fakulta

Abstrakt:

Moderné technológie nám umožňujú zaznamenávať a vyhodnocovať priebeh rôznych telesných cvičení. Cieľom práce bolo analyzovať hodnoty zrýchlenia počas anglického drepu, zdefinovať jednotlivé fázy cvičenia, vyjadriť ich intenzitu a stanoviť jednoznačný začiatok a koniec cvičenia. Prostredníctvom videozáznamu bolo posudzovaných 5 anglických drepov vykonaných oddelene na zvukový signál v intervale 7 sekúnd. Hodnoty zrýchlenia boli zaznamenávané mobilnou aplikáciou PHYPHOX, pričom mobilný telefón mal proband umiestnený na ľavom ramene tesne pod deltovým svalom. Údaje z aplikácie boli cez počítač prenášané na plátno umiestnené vedľa cvičiaceho probanda a následne exportované v programe MS Excel. Anglický drep sme rozdelili na tri fázy. Najvyššie hodnoty zrýchlenia $36,25 \text{ ms}^{-2}$ sa dosahujú v prvej fáze avšak z hľadiska intenzity (priemer prislúchajúcich hodnôt) bola najvyššia dosiahnutá v tretej fáze. Celková intenzita anglického drepu sa pohybovala na úrovni $6,84 \pm 1,05 \text{ ms}^{-2}$. Pre filtráciu hodnôt prislúchajúcich ku jednotlivým anglickým drepom sme využili metódu vyhladzovania hodnôt pomocou pohyblivého priemeru a takto sa nám podarilo na 99% potrebné dáta identifikovať. Výsledky výskumu budú využité pri diagnostike silovo-vytrvalostných schopností v burpee pohybovom programe (BMP).

Kľúčové slová: video analýza, zrýchlenie, anglický drep, mobilná aplikácia, intenzita cvičenia

V súčasnom živote technológie výrazne prispievajú k uľahčovaniu každodenného života a zásadne menia spôsob, akým interagujeme so svetom okolo nás. Technologický pokrok má vplyv na rôzne odvetvia, vrátane športovej vedy a ďalších širokých oblastí života. S nárastom popularity technologických inovácií rastie aj dopyt po ich štúdiu, najmä v rámci športového priemyslu (Mali, 2020).

V oblasti športu a športových vied, technológie poskytujú množstvo výhod. Napríklad nositeľné zariadenia monitorujú fyziologické parametre športovcov, čím poskytujú cenné údaje o ich výkone ale aj zdravotnom stave (Kos, 2018). V posledných rokoch bolo na trhu predstavené množstvo cenovo dostupných zariadení zameraných na sledovanie aktivity. Chytré náramky a iné, poskytujú štatistické parametre a zaznamenávajú udalosti konkrétnej fyzickej aktivity, napríklad počet krokov za deň, schopnosť rozpoznať pády a monitorovať kvalitu spánku atď. Na druhej strane sú športové technológie, komplexné a drahé systémy, ktoré súčasne zhromažďujú a spracovávajú veľké množstvo údajov. Napríklad existuje systém

na sledovanie futbalového zápasu v reálnom čase a analýzu tréningu atď. (Grun, 2011). Väčšina moderných technológií a aplikácií v oblasti športu sa nachádza niekde medzi týmito dvoma vyššie uvedenými skupinami.

V súvislosti s výskumom vplyvu moderných technológií na oblasť športu a pohybovej aktivity si musíme položiť tri základné otázky. Aký parameter budeme sledovať? V kontexte športu je zrýchlenie kritickým faktorom pre dosiahnutie vynikajúcich výsledkov. Jeho analýza predstavuje zásadný aspekt hodnotenia a zdokonaľovania športových výkonov, pričom schopnosť zmeniť rýchlosť pohybu hrá kľúčovú úlohu v mnohých disciplínach. Analýza zrýchlenia zahŕňa rôzne faktory a techniky, ktoré môžu byť aplikované v rôznych odvetviach športu (Pernek, 2015). Druhá otázka je pri akom cvičení budeme zvolený parameter sledovať. Dnes je jedným z najpopulárnejších fyzických cvičení "Burpee" (anglický drep), jeho autor R.N. Burpee ho vynášiel už v tridsiatych rokoch 20. storočia. Jeho rozšírenie je celosvetové a hry a súťaže spojené s výkonom pri Burpee sa dnes konajú celosvetovo (Pelovoy, 2023). Jedná sa o funkčné cvičenie, ktoré kombinuje drepovanie, planky, kliky z podlahy a výskoky, čo z neho urobilo jedno z najúčinnějších cvičení na spaľovanie tukov. Správna technika zahŕňa aktiváciu všetkých hlavných svalových skupín tela, vrátane hrudníka, chrbta, nôh a brucha. Toto cvičenie nevyžaduje špeciálne vybavenie ani ťažké zariadenia, pretože sa vykonáva priamo s vlastnou hmotnosťou (Tai, 2022; Podstawski, 2019). Tretia otázka súvisí s problémom záznamu, analýzy a vyhodnotenia daného cvičenia. Nový prístup v monitorovaní intenzity cvičenia prinášajú mobilné aplikácie, ktoré s integrovanými senzormi dokážu sledovať a vyhodnocovať intenzitu cvičenia na individuálnej úrovni, čím prispievajú k presnejšiemu plánovaniu pohybovej aktivity. V nedávnej dobe sa mobilné telefóny často využívali ako nástroje na zaznamenávanie a nahrávanie meraní vo fyzikálnych experimentoch, univerzitných laboratóriách a školách. Tieto telefóny sú bežne vybavené akcelerometrom, gyroskopom, magnetometrom, tlakovými a mikrofónovými senzormi. Vďaka inovatívnym technikám je možné merať fyzikálne veličiny, ktoré nie sú priamo merateľné špecifickými senzormi. Napríklad boli vyvinuté spôsoby merania polohy objektu a jeho rýchlosti, ako aj jeho mechanickej energie (Sahlan, 2019).

Až donedávna mali aplikácie určené na zaznamenávanie meraní iba schopnosť exportovať nespracované údaje vo forme tabuľky. To viedlo k potrebe spracovávania údajov a vytvárania zrozumiteľných grafov. Riešením tohto problému môže byť aplikácia PHYPHOX, ktorá umožňuje v reálnom čase, a v niektorých nastaveniach aj vopred, okrem zaznamenávania údajov zo senzorov aj spracovanie údajov. Pomocou používateľského rozhrania je možné nastaviť nový experiment s príslušným spracovaním a prezentáciou

meraní. Aplikácia tiež umožňuje zdieľanie obrazovky smartfónu s iným zariadením, ako je stolný počítač (Pierratos, 2020). Pomocou videoanalýzy pri prepojení telefónu s videoprojektorom je možné spárovať údaje zrýchlenia s presnou polohou tela pri cvičení, z čoho vyplýva cieľ nášho výskumu.

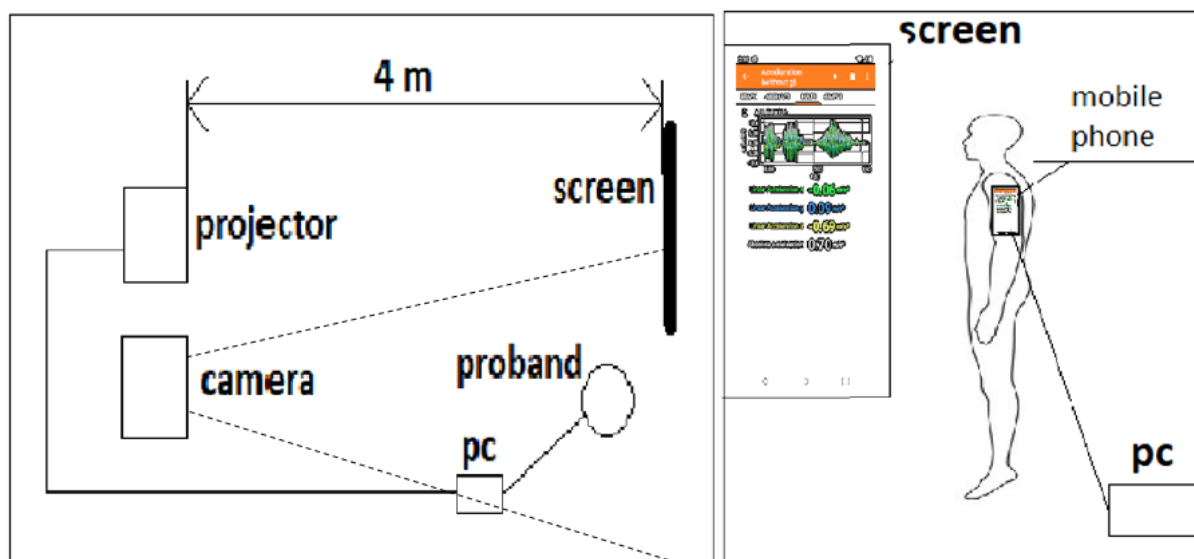
Cieľ

Cieľom výskumu bolo analyzovať priebeh hodnôt zrýchlenia počas vykonania anglického drepu a charakterizovať ich využitie pre oblasť športu a pohybovej aktivity.

Metodika

V našom výskume bola použitá kinematická video analýza doplnená o sledovanie dát z akcelerometra. Prípadová štúdia zahŕňala analýzu 5 anglických drepov od jedného probanda vek – 20 rokov, telesná výška – 158 cm a telesná hmotnosť – 52 kg. Anglické drepy boli vykonávané samostatne na zvukový signál v intervale 7 sekúnd a proband bol inštruovaný, aby medzi jednotlivými opakovaniami zachovával polohu bez výraznejšej pohybovej aktivity. Priebeh jednej sekvencie (anglického drepu) pozostával zo základného postoja (stoj vzpriamený), z ktorého sa po zaznení zvukového signálu proband dostane čo v najkratšom možnom čase do polohy vzporu ležmo na vystreté alebo mierne pokrčené ruky, po ktorom nasleduje druhá fáza, zo vzporu ležmo do výskoku a následne opäť do základného postoja (stoja vzpriameného). Hodnoty zrýchlenia boli získavané pomocou mobilnej aplikácie PHYPHOX, pričom mobilný telefón mal proband pomocou púzdra pripevnený na ľavej ruke tesne pod deltovým svalom (obr.). Aplikácia PHYPHOX zaznamenávala zrýchlenia v osiach x, y, z a celkovú magnitúdu zrýchlenia $m = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ v jednotkách ms^{-2} s priradeným časovým údajom kedy boli hodnoty zaznamenané. Snímanie hodnôt bolo realizované bez tiažovej zložky g a keď bolo mobilné zariadenie bez pohybu, hodnoty zrýchlenia mali nulovú hodnotu v ktorejkoľvek polohe. V našom výskume bolo použité zariadenie Sony Xperia XZ2 s frekvenciou záznamu hodnôt 206.7 Hz. Údaje z merania sa exportovali vo formáte csv do programu MS Excel, kde v prvom stĺpci boli časové hodnoty a následne zrýchlenia v osiach x, y, z a celkové m (phyphox.org). Hodnoty zobrazované na mobilnom telefóne boli prenášané na plochu pc pomocou software SCRPHY (alebo Screen Copy), čo je bezplatná aplikácia s otvoreným zdrojovým kódom, ktorá umožňuje zobrazovať a ovládať zariadenie Android z počítača. Používa ADB pripojenie cez USB a nevyžaduje rotované zariadenia. SCRPHY má veľmi nízku latenciu, čo znamená, že medzi zariadením a počítačom je malé alebo žiadne oneskorenie (scrpy.org). Obrazovka pc bola pomocou projektora premietaná na plátno

umiestnené vo vzdialenosti 4 metre. Celý proces bol zaznamenávaný pomocou kamery mobilného telefónu Iphone 12 mini s frekvenciou záznamu 120 fps (frameov za sekundu). Kamera bola umiestnená vo výške 80 cm od podlahy vo vzdialenosti 3.5 metra od cvičiaceho probanda a snímala naraz vykonanie cvičenia ako aj pravú časť plátna, kde sa zobrazovali prislúchajúce hodnoty zrýchlenia (obr. 1).



Obr. 1 Schématické znázornenie výskumnej situácie (pohľad zhora a pohľad z kamery)

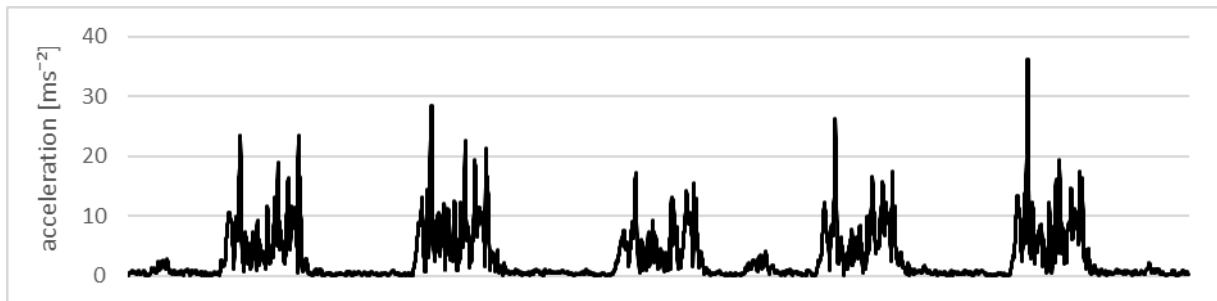
V našom výskume sme pracovali s hodnotami celkovej magnitúdy zrýchlenia m . Spracovanie dát prebiehalo v troch krokoch. V prvom kroku sme na videozázname v konkrétnom čase identifikovali údaje, ktoré sa zobrazovali pod sebou v osiach x, y, z a m . Túto štvoricu čísel sme explicitne priradili ku štvorici čísel z vyexportovaných hodnôt v programe MS Excel. Týmto spôsobom sme spárovali časové údaje z videa a akcelerometra a vytvorili sme pomocnú časovú os udávanú v sekundách, ktorá priradila každú jednu hodnotu z programu MS Excel ku konkrétnemu frameu na videozázname. V praxi to znamenalo preformátovanie časových údajov akcelerometra na časové údaje videozáznamu. V druhom kroku sme podľa časovej osi vyseletovali údaje zodpovedajúce jednotlivým anglickým drepom a v treťom kroku prebiehala samotná štatistická analýza.

Zozbierané dáta boli analyzované pomocou deskriptívnej štatistiky, priemer (M), smerodajná odchýlka (SD), maximum (max) a minimum (min). Významnosť rozdielu medzi dvoma porovnávanými skupinami bola vypočítaná pomocou ANOVA single factor. Na určenie vzťahov medzi premennými bola použitá Pearsonova (r) a ICC korelácia. Hladiny významnosti boli nastavené na $p \leq 0,05$ a $p \leq 0,01$. Extrakcia údajov prislúchajúcich

k jednotlivým opakovaniam anglického drepu bola realizovaná prostredníctvom vyhladzovania hodnôt. Štatistické analýzy boli vykonané v softvéroch MS Excel 2016, IBM SPSS 22 a JASP 0.16.4.0.

Výsledky

Počas testovania bolo mobilnou aplikáciou zaznamenaných 7575 hodnôt zrýchlenia, z čoho na jedno opakovanie anglického drepu pripadalo od 550 do 610 hodnôt. Najvyššiu hodnotu zrýchlenia sme zaznamenali v piatom pokuse $36,25 \text{ ms}^{-2}$, avšak najviac hodnôt nad 20 ms^{-2} bolo v druhom pokuse. V treťom pokuse nebola zaznamenaná ani jedna hodnota presahujúca zrýchlenie 20 ms^{-2} (obr. 2).

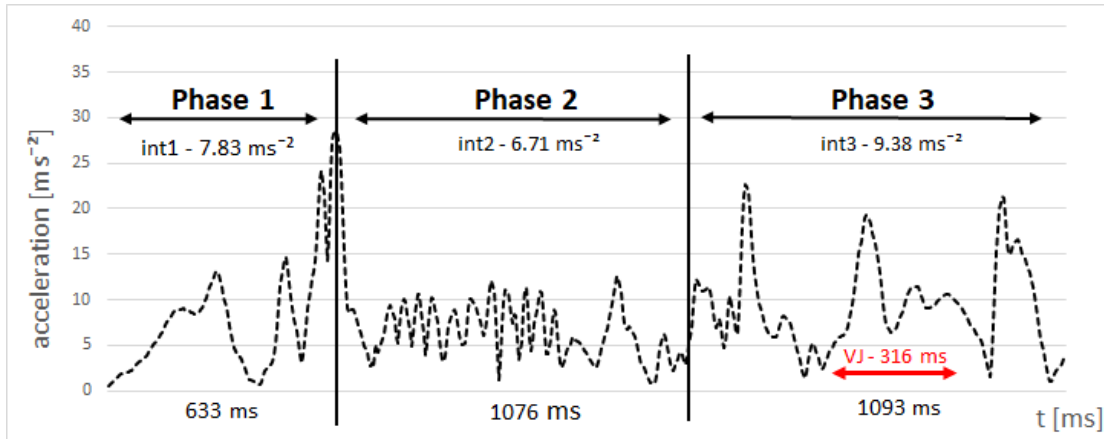


Obr. 2 Záznam celkovej magnitúdy zrýchlenia počas testovania

Priebeh cvičenia anglický drep sme rozdelili na tri fázy. Prvá fáza trvá od začiatku cvičenia cez prechod do drepu, dotyk dlaní s podlahou a končí stratou kontaktu chodidiel s podlahou. Druhá fáza pozostáva z prechodu do vzporu ležmo a končí prechodom do drepu a stratou kontaktu dlaní s podlahou. Tretia fáza pozostáva z prechodu do stoja, následného výskoku a končí dopadom na podlahu a vystretím nôh. Z časového hľadiska je najkratšia prvá fáza a približne rovnaké trvanie má druhá a tretia fáza. Pre vyjadrenie intenzity sme vypočítali priemer z hodnôt zrýchlenia zaznamenaných počas jednotlivých fáz anglických drepu, ako aj celkovú intenzitu. Prvá fáza aj napriek najkratšiemu trvaniu vykazuje vyššiu intenzitu ako druhá fáza a pri náraze dlaní na podlahu boli dosahované najvyššie hodnoty zrýchlenia. Najvyššia intenzita bola dosahovaná v tretej fáze cvičenia. Samostatne bol posudzovaný vertikálny výskok vyjadrený časom v milisekundách (obr. 3).

Pri porovnaní jednotlivých fáz anglického drepu môžeme konštatovať, že čas prvej fázy je významne kratší ako čas druhej $F(1, 9) = 47.56, p = .00$ a tretej fázy $F(1, 9) = 57.93, p = .00$. Druhá a tretia fáza sú z časového hľadiska podobné $F(1, 9) = 2.80, p = .13$. Pri porovnaní intenzity sú výsledky odlišné. Tretia fáza vykazuje významne vyššiu intenzitu ako

prvá $F(1, 9) = 5.28, p = .05$ aj druhá fáza $F(1, 9) = 28.30, p = .00$. Prvá fáza sa vyznačuje vyššou intenzitou ako druhá fáza avšak nie štatisticky významne $F(1, 9) = 4.79, p = .06$ (tab. 1).



Obr. 3 Priebeh zrýchlenia počas anglického drepu

Tab. 1 Popisná štatistika jednotlivých fáz a celkového priebehu anglického drepu

	M	SD	min	max	Anova
$t1$ (ms)	728,40	84,04	633,00	817,00	$t1-t2$ **
$t2$ (ms)	1136,00	102,00	1001,00	1267,00	$t1-t3$ **
$t3$ (ms)	1052,60	44,82	1001,00	1093,00	$t2-t3$ N.S.
t (ms)	2917,00	138,41	2752,00	3085,00	
vv (ms)	243,40	75,51	117,00	316,00	
$int1$ (ms^{-2})	6,98	1,35	5,23	8,56	$int1-int2$ N.S.
$int2$ (ms^{-2})	5,23	1,18	3,96	6,71	$int1-int3$ *
$int3$ (ms^{-2})	8,57	0,76	7,35	9,38	$int2-int3$ **
int (ms^{-2})	6,84	1,05	5,37	8,01	

Legenda: $t1, t2, t3$ – čas trvania jednotlivých fáz, t – celkový čas trvania anglického drepu, vv – čas trvania vertikálneho výskoku, $int1, int2, int3$ – intenzita jednotlivých fáz, int – celková intenzita anglického drepu.

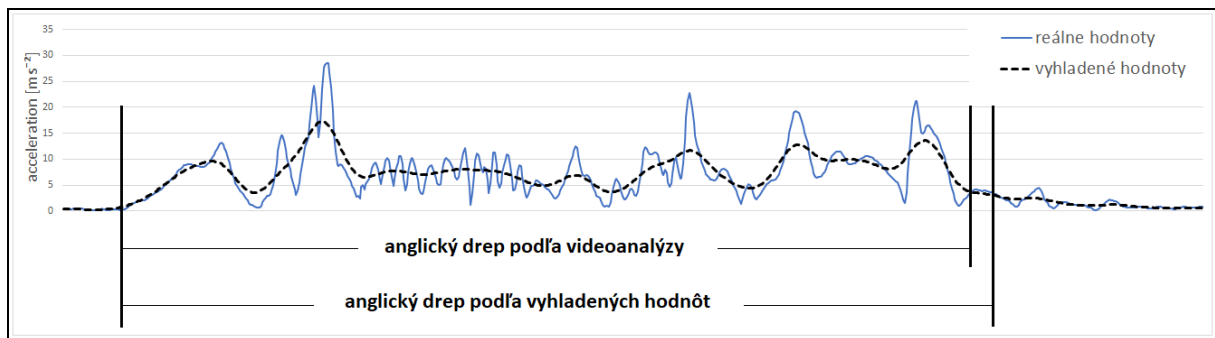
Pri posudzovaní súvislostí medzi premennými sme identifikovali 17 signifikantných vzťahov z celkového počtu 36. Najtesnejšie vzťahy boli medzi časovými trvaniami jednotlivých fáz, pričom s nimi korelovala aj intenzita prvej fázy. Intenzita druhej fázy mala vplyv na celkový čas trvania anglického drepu a čas trvania prvej a druhej fázy ovplyvňoval celkovú intenzitu. Tak isto výsledná intenzita súvisela s celkovým časom trvania cvičenia. Vertikálny výskok vo významnej miere vplýval na intenzitu tretej fázy (tab. 2).

Tab. 2 korelačná analýza jednotlivých fáz a celkového priebehu anglického drepu

	<i>t1</i>	<i>t2</i>	<i>t3</i>	<i>t</i>	<i>vv</i>	<i>int1</i>	<i>int2</i>	<i>int3</i>
<i>t2</i>	0,9*							
<i>t3</i>	-0,98**	-0,91*						
<i>t</i>	0,95*	0,98**	-0,94*					
<i>vv</i>	-0,64	-0,62	0,65	-0,63				
<i>int1</i>	-0,93*	-0,97**	0,96**	-0,97**	0,66			
<i>int2</i>	-0,87	-0,86	0,79	-0,91*	0,65	0,8		
<i>int3</i>	-0,6	-0,59	0,58	-0,61	0,98**	0,59	0,7	
<i>int</i>	-0,92*	-0,93*	0,89	-0,95*	0,8	0,91*	0,95*	0,81

Legenda: *t1*, *t2*, *t3* – čas trvania jednotlivých fáz, *t* – celkový čas trvania anglického drepu, *vv* – čas trvania vertikálneho výskoku, *int1*, *int2*, *int3* – intenzita jednotlivých fáz, *int* – celková intenzita anglického drepu.

Pri filtrovaní hodnôt predstavujúcich anglický drep sme postupovali metódou vyhladzovania pomocou pohyblivého priemeru. Aby sa zabránilo nežiaducim vonkajším faktorom miesto danej hodnoty sa použil priemer 11 hodnôt (5 pred a 5 za danou hodnotou) a týmto spôsobom sa dáta vyhladili 9krát. Začiatok cvičenia sme zvolili ak vyhladená hodnota zrýchlenia presiahla hranicu 0,5 a pod túto hranicu neklesla následných 200 hodnôt. Koniec cvičenia bol identifikovaný podobne a hodnota zrýchlenia musela presiahnuť hranicu 3 a pod túto hranicu neklesla následných 200 hodnôt (obr. 3).



Obr. 4 Graf reálnych a vyhladených hodnôt

Ak porovnáme intenzitu anglických drepov kalkulovanú na základe video analýzy a pomocou filtrovania s využitím pohyblivého priemeru ANOVA nepreukázala významný rozdiel $F(1, 9) = 0,07$, $p = .80$. Podobnosť získaných hodnôt posudzovaná prostredníctvom intra class korelačného koeficientu bola na úrovni $ICC = 0,997$ s intervalom spoľahlivosti 95% $0,973 - 1$; $F(4,4) = 356,99$; $p = 0,00$ (tab. 3).

Tab. 3 Porovnanie intenzity anglických drepov získaných pomocou videoanalýzy a vyhladzovania hodnôt

VAB	MAB	Anova	ICC
6,53	6,51	N.S	0,997**
8,01	7,72		
5,37	5,26		
6,61	6,43		
7,69	7,45		

Legenda: VAB – intenzita anglického drepu kalkulovaná podľa video analýzy, MAV – intenzita anglického drepu kalkulovaná podľa vyhladenia hodnôt pomocou pohyblivého priemeru.

Diskusia

Cieľom výskumu bolo analyzovať hodnoty zrýchlenia počas cvičenia anglický drep. Okolo tohto cvičenia sa náš výskum sústreďuje už dlhšiu dobu. Je to hlavne z dôvodu komplexnosti, kde je možné vplyvať na silový, ale aj vytrvalostný potenciál. Výhodou je aj čas trvania anglického drepu, čo dáva veľké možnosti pri tvorbe krátko-intervalových pohybových programov. V minulosti sme sa venovali využitiu anglického drepu v kondičnom tréningu (Šiška, 2017; Šiška, 2020), kde sme skúmali čas potrebný na vykonanie cvičenia, ako aj intenzitu, avšak proces získavania dát bol komplikovaný z hľadiska potrebného vybavenia. Chceli sme priniesť jednoduchší spôsob ako diagnostikovať výkon pri tomto cvičení a mobilný telefón bol ideálna voľba. Aplikácia PHYPHOX ponúka bezproblémový záznam hodnôt zrýchlenia a je možný aj ich export v prijateľnom formáte v programe MS Excel. Tak isto je veľmi jednoduché aj upevnenie telefónu pomocou bežne dostupného puzdra. Samotné cvičenia anglický drep bolo použité v mnohých výskumoch, či už v rámci diagnostického testu alebo v rámci rozvoja pohybovej výkonnosti (Moura, 2016; Podstawski, 2019; Kojic, 2021; Perez-ifran, 2022; Tai, 2022; Polevoy, 2023). Metodika vykonania cvičenia bola rozdielna, v niektorých prípadoch sa nevykonával výskok, alebo sa hrudník musel dotknúť zeme a pod.. V našom výskume sme sa rozhodli pre vykonanie anglického drepu s výskokom, avšak proband nemusel vykonať pri cvičení kľuk. Tento variant bol zvolený z dôvodu rýchlosti vykonania, na čo sme chceli klásť dôraz. V spomínaných výskumoch bolo cvičenie posudzované iba z hľadiska počtu vykonaných opakovaní, ale v ani jednom sa nehodnotila intenzita vykonania samostatného opakovania. Parameter intenzity sa nám zdá kľúčový, hlavne ak cvičenie vykonávame vždy iba po jednom opakovaní, ale maximálnym úsilím. V tomto prípade bolo logické rozhodnutie sledovať počas cvičenia zrýchlenie. Z realizovaných predvýskumov sme mohli konštatovať, že hodnoty zrýchlenia zaznamenané

pomocou aplikácie PHYPHOX pomerne dobre reflektujú na intenzitu vykonania cvičenia, avšak nevedeli sme presne určiť, ktorá hodnota prislúcha k jednotlivej pozícii tela ako aj presne definovať začiatok a koniec cvičenia. Toto bol aj hlavný dôvod realizácie nášho výskumu. Na začiatku výskumu sme museli vyriešiť problém, aby sme naraz videli cvičiaceho probanda aj obrazovku telefónu v takom formáte, aby sme vedeli identifikovať hodnoty zrýchlenia. Pomocou dátového kábla sme prepojili telefón s počítačom a prostredníctvom software screencopy sme zobrazovali jeho obsah. Následne pomocou projektoru sme dáta z telefónu zobrazovali na plátno umiestnené vedľa cvičiaceho probanda. Druhý problém súvisel s priradzovaním exportovaných hodnôt v MS Excel k jednotlivým pohybom tela. Vytvorili sme pomocnú časovú os podľa časových údajov z akcelerometra, avšak táto nebola úplne zhodná s časovou osou z videozáznamu z dôvodu rozdielnej frekvencie záznamu. Za sekundu aplikácia zaznamenala 200 hodnôt a videozáznam mal frekvenciu 120 frameov za sekundu. Pri nesúlade časových údajov sme pracovali s hodnotou, ktorá bola aktuálne zobrazená na videozázname. Z vyfiltrovaných dát, ktorých na jeden anglický drep pripadalo od 550 do 610 sme urobili priemer, a ten nám udával intenzitu cvičenia. Dalo sa predpokladať, že čím rýchlejšie je vykonanie anglického drepu, tým bude aj vyššia intenzita, čo sa nám aj potvrdilo, avšak nie absolútne. Pre väčšiu názornosť sme cvičenie aj rozfázovali a preukázalo sa, že najvyššie hodnoty zrýchlenia sa dosahovali pri náraze dlaní na podlahu v momente, keď nohy strácali kontakt s podlahou. Fáza prechodu do vzporu a následne do drepu bola najmenej intenzívna. Vysoké hodnoty zrýchlenia boli dosahované aj v tretej fáze, ktorá mala najvyššiu intenzitu. Pre náš nasledujúci výskum bola najpodstatnejšia úloha vedieť v programe MS Excel rýchlo vyfiltrovať údaje predstavujúce anglický drep. Toto sa nám podarilo na základe vyhladzovania hodnôt pomocou pohyblivého priemeru. Touto metódou sme na 99% dokázali identifikovať údaje zodpovedajúce anglickému drepu, avšak toto zistenie bude určite ešte potrebné overiť na rozsiahlejšej výskumnej vzorke.

Záver

Záverom môžeme konštatovať, že sa nám podarilo analyzovať priebeh hodnôt zrýchlenia počas vykonania cvičenia anglický drep. Pomocou video analýzy sme dokázali identifikovať jednotlivé fázy aj celkovú dĺžku cvičenia a intenzitu sme určili ako priemer z prislúchajúcich hodnôt. Našli sme spôsob ako rýchlo filtrovať hodnoty predstavujúce anglický drep. Intenzita anglických drepov kalkulovaná na základe video analýzy a pomocou vyhladzovania pohyblivým priemerom sa zhodovala na 99%. Výsledky výskumu budú

využitú pri diagnostike silovo-vytrvalostných schopností pri burpee pohybovom programe (BMP).

Výstup je súčasťou grantovej úlohy VEGA 1/0482/21 „Štandardizácia špecifického krátkointervalového zaťaženia ako motorického testu silovo-vytrvalostných schopností pre úpolové športy“

Literatúra

1. GRÜN, T. V. D., FRANKE, N., WOLF, D., WITT, N., & EIDLOTH, A. 2011. *A real-time tracking system for football match and training analysis*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-23071-4.
2. KOJIĆ, F., MANDIĆ, D., PELEMIŠ, V., & ĐURIĆ, S., 2021. Relationship between the 30-second burpee test variation and anthropometric and motor dimensions in female university students. *Kinesiologia Slovenica*, 27(1), 21-34.
3. KOS, A., WEI, Y., TOMAŽIČ, S., & UMEK, A. 2018. The role of science and technology in sport. *Procedia Computer Science*, 129, 489-495.
4. MALI, N. P., & DEY, S. K., 2020. Modern technology and sports performance: An overview. *International Journal of Physiology*, 5(1), 212-216.
5. MOURA, F. C. D., MACHADO, A. A. N., VIEIRA, L. L., ABREU, E. S. D., SOARES, P. M., BRITO, G. A. D. C., ... & COSTA, E. E., 2016. Jiu-jitsu athletes' cardiovascular responses in an adapted burpee test. *Asian Journal of Science and Technology*, 7(1), 2208-2212.
6. PEREZ-IFRAN, P., MAGALLANES, C. A., CASTRO, F. A. D. S., ASTORINO, T. A., & BENÍTEZ-FLORES, S., 2022. Extremely Low-Volume Burpee Interval Training Equivalent to 8 Minutes Per Session Improves Vertical Jump Compared with Sprint Interval Training in Real-World Circumstances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10-1519.
7. PERNEK, I., KURILLO, G., STIGLIC, G., & BAJCSY, R., 2015. Recognizing the intensity of strength training exercises with wearable sensors. *Journal of biomedical informatics*, 58, 145-155.
8. PIERRATOS, T., & POLATOGLOU, H., 2020. Utilizing phyphox app for measuring kinematics variables with a smartphone URL: https://www.researchgate.net/publication/339112700_Utilizing_the_phyphox_app_for_measuring_kinematics_variables_with_a_smartphone.

9. POLEVOY, G. G. 2023. The influence of Burpee on the volume of attention of schoolchildren. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 22(2), 392.
10. PODSTAWSKI, R., MARKOWSKI, P., CLARK, C.C.T., CHOSZCZ, D., IHÁSZ, F., STOJILJKOVIĆ, S., et al., 2019. International Standards for the 3-Minute Burpee Test: High- Intensity Motor Performance. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 137-47.
11. SAHLAN, I., & FAYANTO, S. 2019. Theoretical and experimental studies on centripetal acceleration using the Phyphox application. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 9(9), 167-171.
12. SISKA, L., & BRODANI, J. 2017. Use of Burpees in combat sports conditioning training—A pilot study. *International Journal of Sports Physical Education*, 3, 1-6.
13. ŠIŠKA, L., HUBINÁK, A., KRŠKA, P., & BROŽÁNI, J. 2020. Development of specific training load in boxing. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(5), 2580-2585.
14. TAI, J. Q. J., WONG, S. F., CHOW, S. K. M., CHOO, D. H. W., CHOO, H. C., SAHROM, S., & AZIZ, A. R. 2022. Assessing Physical Fitness of Athletes in a Confined Environment during Prolonged Self-Isolation: Potential Usefulness of the Test of Maximal Number of Burpees Performed in 3 Minutes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5928.

Summary

Analysis of acceleration during the Burpee - a pilot study

Luboslav Šiška, Daniel Židek, Andrej Hubinák & Štefan Tkačik

Modern technologies allow us to record and evaluate the course of various physical exercises. The work aimed to analyse the acceleration values during the Burpee, define the individual phases of the exercise, express their intensity, and to establish a clear beginning and end of the exercise. Through the video recording, 5 Burpees performed separately to a sound signal at an interval of 7 seconds were assessed. Acceleration values were recorded using the PHYPHOX mobile application, with the mobile phone placed on the proband's left shoulder just below the deltoid muscle. The data from the application were transferred via computer to a screen placed next to the exercising proband. We divided the Burpee into three phases. The highest acceleration values of 36.25 ms^{-2} were achieved in the first phase, but in terms of intensity (average of the corresponding values) the highest was achieved in the third phase. The total intensity of the English squat was at the level of $6.84 \pm 1.05 \text{ ms}^{-2}$. To filter the values belonging to individual Burpees, we used the method of smoothing the values using a moving average, and in this way, we managed to identify 99% of the necessary data. The results of the research will be used in the diagnosis of strength-endurance abilities in the burpee movement test (BMP).

Keywords: video analysis, acceleration, Burpee, mobile application, exercise intensity

Mgr. LUBOSLAV ŠIŠKA, PhD. (*1980) – je na funkčnom mieste docenta na Katedre telesnej výchovy a športu. Zaoberá sa problematikou športov v prírode a diagnostiky motorickej výkonnosti populácie.

Bc. DANIEL ŽIDEK (*1995) – študent na Katedre telesnej výchovy a športu. Podieľa sa na riešení grantovej úlohy VEGA.

PaedDr. ANDREJ HUBINÁK, PhD. (*1981) – je na funkčnom mieste docenta na Katedre telesnej výchovy a športu. Zaoberá sa pohybovou výkonnosťou populácie.

RNDr. ŠTEFAN TKAČIK, PhD. (*1971) – je na funkčnom mieste docenta na Katedre informatiky. Zaoberá sa analýzou dát a ich aproximáciou.