

6 hetes kezdő CrossFit program hatása a testösszetételre, a függőleges felugrásra és a szorítóerőre szabadidő sportoló személyek körében

The effects of a 6-week beginners CrossFit programme on body composition, countermovement jump, and handgrip strength in recreational athletes

Utczás Katinka¹, Pálincás Gergely¹, Dányi Péter², Tróznai Zsófia¹, Petridis Leonidas¹

¹Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Sportélettani Kutató Központ, Budapest

²Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Budapest

E-mail: utczas.katinka@tf.hu

Összefoglaló

Célunk volt vizsgálni egy CrossFit alapú 6 hetes kezdő edzésprogram hatását szabadidő sportoló férfiak és nők testösszetételére és fizikai teljesítményére.

A kezdeti méréseken 12 nő (átlagéletkor: $32,0 \pm 8,5$ év) és 13 férfi (átlagéletkor: $31,8 \pm 8,3$ év) vett részt, de az edzésprogram hatásait 4 férfi, illetve 9 nő eredményein elemeztük. A testösszetételt InBody720 típusú készülékkel határoztuk meg. A fizikai próbák közül ellenmozgásos felugrást és kézi szorítóerő mérést végeztek az alanyok. Az edzésprogram hatását páros-*t* próbával és Hedges' *g* hatásvizsgálattal elemeztük.

A 6 hetes edzésprogram végére a nőknél átlagosan 6-7%-kal csökkentek a zsírtömeget jellemző értékek és ezzel párhuzamosan átlagosan 2,5-3%-kal nőttek a vázizom tömeg mutatói. A szegmentális elemzés alapján megállapítható volt, hogy legnagyobb hatása az edzésprogramnak a felső végtagokra volt, ahol egyidejűleg szignifikáns növekedést figyeltünk meg a sovány tömegben, és szignifikáns csökkenést a zsírtömegben. A szorítóerőben csak a domináns kézen volt szignifikáns növekedés. Az edzésprogram után nőtt a résztvevők robbanékonysága, amely elsősorban a függőleges felugrás mechanikai mutatók (mechanikai teljesítmény és erő) értékeiben volt látható.

Bár a testösszetételben statisztikailag több szignifikáns változást is tapasztaltunk, az edzésprog-

ram tényleges hatásának mértéke a hatásvizsgálat alapján legtöbb esetben kicsi-közepes volt. Az edzésprogram hatása a felső végtagok testösszetételében, valamint a robbanékonyságban nyilvánult meg a legjobban.

Kulcsszavak: funkcionális edzés, zsírszázalék, vázizom tömeg, ellenmozgásos felugrás

Abstract

Our aim was to examine the effects of a 6-week CrossFit programme on body composition and physical performance in recreational male and female athletes.

12 women (mean age: 32.0 ± 8.5 years) and 13 men (mean age: 31.8 ± 8.3 years) participated in the initial measurements, however, the effect analysis of the training program included the results of 4 men and 9 women. Body composition was measured by InBody720. Physical tests included a countermovement jump and a hand grip strength test. The effects of the training program were evaluated using a paired *t*-test with Hedges' *g* effect size.

At the end of the 6-week training program, fat mass of the female participants decreased on average by about 6-7%, while skeletal muscle mass increased on average by 2.5-3%. The segmental analysis showed that the greatest effect of the training programme was evident on the upper limbs demonstrating a significant increase in lean mass and a significant decrease in fat mass. Handgrip

strength increased only on the dominant arm. In vertical jump a significant increase was found for maximal and mean power and force, but not for jump height.

Although we found several statistically significant changes in body composition, the effects of these changes were from small to medium in most cases. The largest effects of the training programme were on the upper limb's body composition and on the lower limb's explosive strength.

Keywords: functional training, percent body fat, skeletal muscle mass, countermovement jump

Bevezetés

A CrossFit a magas intenzitású funkcionális edzésformák egyik legismertebb fajtája (Glassman, 2007). Elterjedése az utóbbi évtizedben figyelemre méltó. A verseny- és szabadidősportban egyre többen alkalmazzák kiegészítő vagy fő edzésnek fizikai állapotuk és kondicionális képességeik fejlesztése érdekében. A CrossFit edzésprogramok célja, hogy tíz alapképességet fejlesszen: hajlékonyság, agilitás, erő, pontosság, kitartás, robbanékonyság, koordináció, állóképesség, gyorsaság és egyensúly (Glassman, 2007). Ezen képességek fejlesztését különböző edzés módszerek együttes alkalmazásával valósítja meg. Mozgásanyagában gyakran előfordulnak rezisztencia gyakorlatok, valamint az olimpiai súlyemelés és erőemelés alapgyakorlatai, amelyek vegyítve vannak saját testsúlyos gimnasztikai és/vagy állóképességi feladatokkal. Az edzések a változatos képességfejlesztésen alapulnak, napról napra változó kihívások elé állítva a sportolókat. A sportolók előképzettségétől függően a CrossFit edzésprogramok enyhén eltérhetnek. Míg a haladó edzések legtöbbször egy erősítő/képességfejlesztő és egy erő-állóképességi blokkból állnak, a kezdő edzéstervekben a mozgástanulást helyezik előtérbe. Tekintettel arra, hogy a megmértetéseken legnagyobb részben erő-állóképességi feladatok jelennek meg (Pálinkás és mtsai, 2019), az edzések alapját a metabolikus kondicionálás adja. A gyakorlatso-rokat a nemzetközi terminológiában WOD-oknak (Workout of the Day) nevezik. A terhelési szintek közötti különbséget a WOD-okban a megmozgatott súly nagysága szokta jelenteni, vagy saját testsúlyos gyakorlatok esetén a könnyítés mértéke (például, a húzódzkodás vagy a fekvőtámasz gyakorlatokban).

A szakirodalomban több kutatás is foglalkozott már a CrossFit edzések testösszetételre gyakorolt hatásával, illetve a fittségi állapottal való kapcsolattal. Például, Serafini és munkatársai (2016) testzsírszázalékban 1,5%-os csökkenést, illetve öt-

ismétléses maximumban (5RM) jelentős növekedést mértek felnőtt férfiaknál és nőknél 16 hetes CrossFit edzésprogram után. Egy másik munkában szintén 16 hetes magas intenzitású funkcionális edzésprogramot követően 1,2%-os zsírszázalék csökkenést tapasztaltak nőknél (Feito és mtsai, 2018). Hasonló eredményekre jutottak Smith és munkatársai (2013) is egy 10 hetes CrossFit alapú magas intenzitású edzésprogram után. A CrossFit edzések kedvező hatásait fiatal sportolókon is kimutatták. Eather és munkatársai (2016) jelentős javulást tapasztaltak sovány tömegben, zsírszázalékban, valamint aerob kapacitásban serdülőkorú sportolókon. Ezen munkák módszertana több szempontból is különbséget mutatott, megnehezítve ezzel az eredmények összehasonlítását vagy a közvetlen kapcsolatok feltárását. A hatásokat jellemzően középtávú programokkal (16 hét) vizsgálták, vagy rövid távú programok esetében nagy volt az edzés sűrűsége (5 edzés/hét) (Smith és mtsai, 2013). Továbbá, a testösszetétel mérések legtöbbször egész testre vonatkozó méréseket tartalmaztak, amely így nem tudja visszaadni a test különböző régióiban bekövetkező változásokat.

Ezen tanulmány célja volt megvizsgálni egy rövid távú, kezdő CrossFit edzésprogram hatásait a teljes test és a szegmentális testösszetételre, a felső végtagok maximális erejére és az alsó végtagok robbanékonyságára. A CrossFit gyakorlatok sokoldalúságából kiindulva, azt feltételezzük, hogy az edzéseknek izomtömeg növelő, valamint testzsír csökkentő hatásuk lesz a test három fő régióira (felső végtagok, törzs, alsó végtagok) egyaránt. A fizikai próbákban jelentős javulást várunk az edzésprogram után.

Anyag és módszerek

Vizsgálati személyek

A vizsgálatot 2021. szeptember és 2022. március között végeztük. A vizsgálatban résztvevők egy akkreditált CrossFit edzőterem kezdő CrossFit kurzusára jelentkezett szabadidő sportolói közül kerültek ki, akik az edzésprogramot megelőző három évben átlagosan fél órát edzettek egy héten. Az edzésprogram kezdetén összesen 13 férfi és 12 nő vett részt a kezdeti méréseken. Az edzésprogram végén, hat hét elteltével került sor a visszamérésekre az utolsó edzésnapot követő 2-3 napon belül.

Összesen 14 fő (4 férfi, 10 nő) jelent meg a második mérésen. Az edzésprogram hatásvizsgálatához előzetes kritériumként legalább tíz edzésen (>80%) való részvételt határoztunk meg, ezért egy női sportoló – aki csak nyolc edzésen vett részt –

adatai nem kerültek feldolgozásra. Ennek megfelelően az elemzésekbe kilenc nő eredményeit vontuk be. A férfiak eredményei a kis elemszám miatt statisztikailag nem elemezhetők, így esetükben az eredmények csak tájékoztató jellegűek. A CrossFit foglalkozások mellett a résztvevők egyéb sportolási tevékenysége átlagosan nem haladta meg a heti fél órát. Az edzésprogramban részt vett személyek jellemzőit nemenként az 1. táblázat foglalja össze.

Vizsgált időszak, CrossFit kezdő edzésprogram

A CrossFit kezdő csoportos edzés lényege elsősorban az, hogy a résztvevők megismerkedjenek a helyes mozgásmintákkal a saját testsúlyos, illetve a rezisztencia edzések során. Minden edzés a bemelegítésen és a nyújtáson kívül két részből állt: egy technikai részből, aminek célja volt egy, vagy több mozdulat kivitelezésének a megtanulása, valamint a második részben az adott mozdulatok WOD-ba való beépítése. A CrossFitben alkalmazott feladatsorok többnyire magas intenzitású, 7-12 perc közötti, változatos mozgássorok. A feladatok egyaránt kiterjednek az egyszerűbb gimnasztikai (torna) elemekre, a súlyzós alapmozdulatokra, valamint az olimpiai súlyemelés alapjaira. A 2. táblázatban összefoglalva láthatók edzésekre lebontva a feladatsorok.

Az edzéseken képzett edzők mutatják be az adott mozdulat helyes végrehajtását, majd annak "skalázását". A skalázás nem más, mint egy-egy mozdulat progressziójának visszafordítása ahhoz, hogy a kívánt edzéshatás elérése érdekében megfelelő sebességgel és kivitelezéssel tudjon haladni a sportoló. A sportolók saját testsúlyuknak, valamint képességeiknek megfelelő ellenállásokkal dolgoztak az edzések során.

Az edzések bemelegítő részében minden esetben a törzsizomzat erősítését szolgáló gyakorlatok is megjelentek. A kezdő edzéseken általában mérsékelt/moderált terhelések a jellemzők ügyelve arra, hogy az intenzitás és a mozgás minősége egyensúlyban maradjon. Jellemzően három típusú WOD fordul elő a kezdő CrossFit foglalkozásokon: adott időintervallumon belül folyamatos munkát igénylő (AMRAP: as many repetitions as possible), adott munkamennyiséggel rendelkező (For time: meghatározott ismétlésszámú gyakorlat végrehajtása, rendelkezésre álló idő meghatározásával), vagy inter-

1. táblázat. A vizsgált minta általános jellemzői a CrossFit kezdő edzésprogram kezdetén (átlag±szórás)

Table 1. Characteristics of the participants at the beginning of the CrossFit training programme (mean±SD)

	Nők (n=12)	Férfiak (n=13)
Életkor (év)	32,0±8,5	31,8±8,3
Testmagasság (cm)	164,1±6,0	180,4±6,0
Testtömeg (kg)	61,1±8,7	83,7±9,8
BMI (kg/m ²)	22,7±3,3	25,8±3,5
Fitness pont	72,8±6,7	75,2±5,3
Sportmúlt (év)	5,2±5,5	5,6±5,4
Edzés ₃ (óra/hét)	1,3±1,7	1,0±1,4

BMI: testtömeg-index; Fitness pont: InBody720 által meghatározott érték; Sportmúlt: 18 éves korig heti rendszeres sportolással töltött évek; Edzés₃: elmúlt három évben átlagos heti edzés mennyiség

vallumos (EMOM: Every minute on the minute) feladatsorok.

Testösszetétel mérés

A testösszetétel meghatározásához InBody₇₂₀ típusú, bioelektromos impedancia elvén működő készüléket használtunk. Az eljárás non-invazív és korábbi irodalmi adatok alapján megbízhatósága kiváló, ICC_{InBody720}=0,983 (Schubert és mtsai, 2018). Az egész testre vonatkozó zsírtömeg és sovány testtömeg értékeken túl lehetőségünk nyílt, hogy szegmentálisan (törzs, alsó és felső végtag) is elemezzük a testösszetételt.

Az első mérést közvetlenül az edzésprogram kezdetén a délutáni órákban végeztük. A résztvevőket írásban tájékoztattuk, hogy a vizsgálatot megelőző 2 órában ne fogyasszanak ételt, italt. Ezeknek a feltételeknek megfelelően a visszaméréseket is délutáni órákban végeztük.

Az elemzésekbe a következő testösszetételt jellemző adatokat vontuk be: zsírtömeg (BF), zsírszázalék (PBF), vázizom tömeg (SMM), vázizom tömeg testtömeghez viszonyított aránya (PSMM), vázizom tömeg testmagassághoz viszonyított aránya (SMMI), valamint a zsigeri zsír (VFA). Szegmentálisan pedig a zsírtömeget (FM_{felső végtag}, FM_{törzs}, FM_{alsó végtag}) és a sovány testtömeget (LBM_{felső végtag}, LBM_{törzs}, LBM_{alsó végtag}) elemeztük. Továbbá a résztvevők fitességi állapotának jellemzéséhez felhasználtuk a készülék által meghatározott, testösszetételen alapuló fitness pontot.

Fizikai próbák

Az ellenmozgásos függőleges felugrás mérésére erőplatót használtunk (HUR Labs Oy, Tampere, Finnország). A mintavételi frekvencia 1 000 Hz volt. A vizsgálatot megelőzően egy standardizált bemele-

2. táblázat. A 6 hetes edzésprogram

Table 2. The 6-week training programme

Hét	Alkalom	Gyakorlatok (domináns képesség)
1	1	Saját testsúlyos guggolás, gyűrűn evezés, hatütemű fekvőtámasz (8 perces állóképességi feladatsor)
	2	Elemelés súllyal, fekvőtámasz karhajlítás-nyújtás (8 perces erő-állóképességi feladatsor)
2	3	Egykezes kézisúlyzóval szakítás, nyomás gyakorlat, saját testsúlyos függésben lábemelések (munkamennyiséggel kontrollált erő-állóképességi feladatsor)
	4	Húzódzkodás, kettlebell lengetés (robbanékonyság és saját testsúlyos erőfejlesztés)
3	5	Súlyzóruddal guggolás variációk, nyomások megismerése (erőfejlesztés ellenállással)
	6	Ugrálókötél, evező ergométer és medicinlabda dobás falra (12 perces intervall állóképesség fejlesztés)
4	7	Nyújtott karos guggolás, súlyzóruddal kiállítás, kettlebell felvétel (8 perces erő-állóképességi feladatsor)
	8	Olimpiai súlyemelés szakítás gyakorlat alapjai (munkamennyiséggel kontrollált erő-állóképesség fejlesztés)
5	9	Olimpiai súlyemelés felvétel gyakorlat alapjai, dobozra ugrás (munkamennyiséggel kontrollált erő-állóképesség fejlesztő feladatsor súlyemelés és pliometrikus edzés elemekkel)
	10	Súllyal való guggolás megismerése, kötélmászás technika (10 perces felsőtestet célzó erő-állóképességi feladatsor)
6	11	Súlyemelés, elől guggolásból láblökéses nyomás gyakorlása (munkamennyiséggel kontrollált erő-állóképesség fejlesztés)
	12	3 x 6 perces állóképességi feladatsor 2 perces szünetekkel

gítést végeztek a résztvevők, amely 10 guggolásból, 5-5 kitörésből (90 fokos térdhajlítással), és 10 szökdelésből állt. A bemelegítés után 3 szubmaximális ugrást hajtottak végre. Ezt követően az erőplaton három maximális felugrás következett 2 perces pihenőkkel a kísérletek között. A felugrás magasságát az impulzus momentum módszer alapján határoztuk meg (Linthorne, 2001). A statisztikai elemzésekbe a három kísérlet közül a felugrás magassága alapján a legnagyobb ugrás és az ahhoz tartozó mechanikai változók értékei kerültek be.

A szorítóerőt Camry EH101 típusú digitális készülékkel (Camry Scale, South El Monte, CA, USA) 0,1 kg pontossággal mértük. A mérések állásban történtek, a szorítóerő mérőt a résztvevők mélytartásban, kb. 10-15 cm-re eltávolítva a testüktől tartották. A maximális szorítást 3-3 unilaterális kísérlettel, folyamatos verbális bátorítás mellett végezték a résztvevők körülbelül három másodpercig. A kísérletek között egy perc pihenő volt. A statisztikai elemzésekben a legjobb értékeket tartottuk meg oldalanként. A relatív szorítóerőt a legjobb maximális szorítóerő testtömegre vonatkoztatott értékeként határoztuk meg.

Statisztikai elemzések

A statisztikai elemzéseket IBM SPSS 23.0 programcsomag segítségével végeztük. A változók normalitás vizsgálatát Shapiro-Wilk teszttel végeztük. A normalitás vizsgálat alapján a vizsgált változók mindegyike az első mérésnél ($W=0,874-0,965$; $p>0,05$), valamint a visszamérésnél ($W=0,838-0,977$; $p>0,05$) is normál eloszlású volt.

Az eredmények bemutatásakor az alapstatisztikai mutatók közül az átlag és szórás értékeket, valamint a változásokhoz tartozó 95%-os konfidenciaintervallumot tüntettük fel. A CrossFit kezdő edzésprogram hatását, azaz a program előtti, valamint program utáni eredmények összehasonlító elemzését párosított t -próbával végeztük, a hatásnagyságot, az alacsony elemszámra való tekintettel Hedges' g -vel jellemeztük (Cohen, 1988). A szignifikancia szintet minden esetben $p<0,05$ -nek határoztuk meg.

Eredmények

A testösszetétel mérés eredményei

A 6 hetes edzésprogramot követően a testtömeg átlagosan 0,41 kg-mal csökkent, amely statisztikailag nem szignifikáns. Ennek ellenére a testösszetételben szignifikáns változások figyelhetők meg. A zsírtömeg és a zsírszázalék szignifikánsan csökkent (átlagosan 6-7%-kal), míg a vázizom tömeget jellemző összes érték szignifikánsan nőtt (2,5-3%-kal). A zsír mutatók közül, a belső szervek körüli zsír mennyiségében nem tapasztalunk csökkenést (3. táblázat).

A férfiaknál tendenciában hasonló eredményeket kaptunk, esetükben átlagosan 1,0 kg testtömeg csökkenést tapasztaltunk. Az összes zsír mutatóban csökkenés, míg izom értékekben növekedés volt látható.

A szegmentális testösszetétel elemzésekor az alábbiakat tapasztaltuk. A felső végtagokon, valamint a törzsön a sovány tömegben szignifikáns növekedés figyelhető meg a nőknél az edzésprogramot

3. táblázat. A 6 hetes edzésprogram hatása a testösszetételre nőknél

Table 3. The effects of the 6-week training programme on body composition in women

	1. mérés (átlag±SD)	2. mérés (átlag±SD)	Különbség (átlag±SD)	Hedges' g	95% CI Alsó	95% CI Felső
Testtömeg (kg)	63,5±8,8	63,1±8,8	-0,41±1,20	0,04	-1,33	0,51
BF (kg)	20,1±7,6	19,0±8,1	-1,16±1,36*	0,13	-2,2	-0,11
PBF (%)	30,9±7,4	29,2±8,1	-1,73±1,69*	0,20	-3,03	-0,44
SMM (kg)	23,7±1,9	24,3±1,9	0,58±0,37*	0,29	0,29	0,86
PSMM (%)	37,8±4,1	39,0±4,6	1,21±0,99*	0,25	0,45	1,98
SMMI (kg/m ²)	8,7±0,6	8,9±0,6	0,21±0,14*	0,30	0,11	0,32
VFA (cm ²)	71,8±34,9	72,6±35,1	0,82±5,66	0,02	-3,53	5,17

BF: zsírtömeg; PBF: zsírtömeg testtömeghez viszonyított aránya; SMM: vázizom tömeg; PSMM: vázizom tömeg testtömeghez viszonyított aránya; SMMI: vázizom tömeg testmagassághoz viszonyított aránya; VFA: zsigeri zsír tömeg; CI: Konfidencia Intervallum, *:szignifikáns különbség az 1. és 2. mérés között ($p<0,05$), Hedges' g: hatásvizsgálati mutató ($<0,2$: triviális; $<0,5$: kicsi; $<0,8$: közepes; $0,8\leq$: nagy)

4. táblázat. A 6 hetes edzésprogram hatása a szegmentális sovány tömegre, valamint zsírtömegre nőknél

Table 4. The effects of the 6-week training programme on the segmental lean body mass and body fat mass in women

	1. mérés (átlag±SD)	2. mérés (átlag±SD)	Különbség (átlag±SD)	Hedges' g	95% CI Alsó	95% CI Felső
LBM _{felső végtag} (kg)	4,2±0,5	4,3±0,5	0,14±0,14*	0,18	0,03	2,44
LBM _{törzs} (kg)	19,1±1,6	19,5±1,4	0,42±0,42*	0,24	0,10	0,75
LBM _{alsó végtag} (kg)	13,8±1,4	13,7±1,4	-0,06±0,33	0,06	-0,34	0,18
FM _{felső végtag} (kg)	2,9±1,5	2,6±1,6	-0,21±0,27*	0,17	-0,42	0,00
FM _{törzs} (kg)	9,9±3,9	9,4±4,2	-0,44±0,86	0,11	-1,1	0,22
FM _{alsó végtag} (kg)	6,3±2,2	5,9±2,2	-0,47±0,22*	0,16	-0,64	-0,29

LBM: sovány tömeg; FM: zsírtömeg; CI: Konfidencia Intervallum, *: szignifikáns különbség az 1. és 2. mérés között ($p<0,05$) Hedges' g: hatásvizsgálati mutató ($<0,2$: triviális; $<0,5$: kicsi; $<0,8$: közepes; $0,8\leq$: nagy)

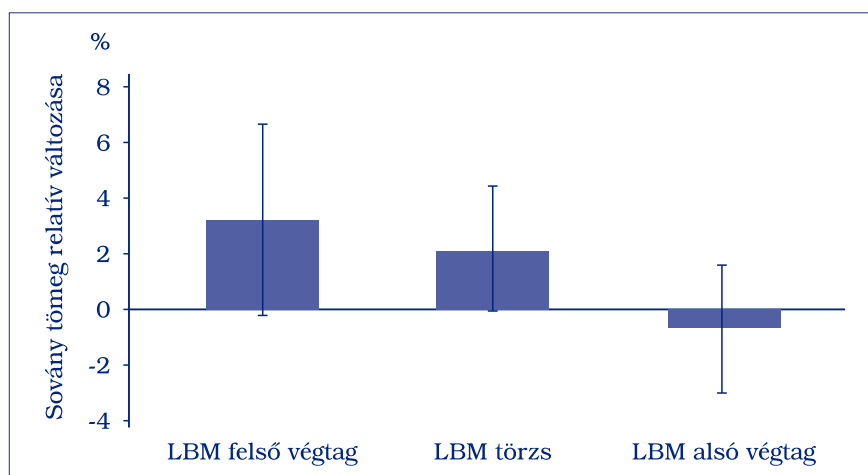
követően. Az alsó végtagok sovány tömegében nem történt jelentős változás.

A zsírtömeg minden szegmensben csökkent a 6. hét végére. A felső végtagon, illetve az alsó végtagon ez a csökkenés szignifikáns volt (4. táblázat).

A férfiaknál a sovány tömeg minden szegmensben nőtt ($\Delta\text{LBM}_{\text{felső végtag}}=0,15$ kg, $\Delta\text{LBM}_{\text{törzs}}=0,35$ kg, $\Delta\text{LBM}_{\text{alsó végtag}}=0,16$ kg), míg a zsírtömeg csökkent ($\Delta\text{FM}_{\text{felső végtag}}=-0,34$, $\Delta\text{FM}_{\text{törzs}}=-1,0$ kg, $\Delta\text{FM}_{\text{alsó végtag}}=-0,5$ kg).

A sovány tömeg szegmensenként relativizált eredményei alapján megállapítható, hogy arányai-ban a felső végtagokon növekedett a legnagyobb mértékben a sovány tömeg a 6 hetes edzésprogram hatására (átlagosan 3,2%-kal) (1. ábra).

A zsírtömeg hasonló vizsgálatokor azt tapasztaltuk, hogy a legnagyobb arányban a felső végtagokon



1. ábra. Szegmentális sovány tömeg relatív változása

Figure 1. Relative changes of the segmental lean body mass
LBM: sovány tömeg

csökkent a zsírtömeg, legkisebb arányú változás pedig a törzsön figyelhető meg. A felső végtagokon átlagosan 11,5%-os, az alsó végtagokon 9,1%-os, míg a törzsön 6,4%-os csökkenés tapasztalható a zsírtömegben (2. ábra).

5. táblázat. A 6 hetes edzésprogram hatása a szorító erőre nőknél

Table 5. The effect of the 6-week training programme on handgrip strength in women

	1. mérés (átlag $\pm$ SD)	2. mérés (átlag $\pm$ SD)	Különbség (átlag $\pm$ SD)	Hedges' g	95% CI Alsó	95% CI Felső
Max. sz. erő _{jobb} (kg)	27,2 $\pm$ 2,5	28,9 $\pm$ 1,5	1,72 $\pm$ 2,00*	0,74	0,18	3,26
Max. sz. erő _{bal} (kg)	26,0 $\pm$ 2,9	26,5 $\pm$ 3,2	0,53 $\pm$ 2,95	0,15	0,98	2,80
Rel. max. sz. erő _{jobb}	0,44 $\pm$ 0,07	0,47 $\pm$ 0,07	0,03 $\pm$ 0,03*	0,90	0,01	0,06
Rel. max. sz. erő _{bal}	0,42 $\pm$ 0,06	0,43 $\pm$ 0,09	0,02 $\pm$ 0,05	0,12	-0,02	0,05

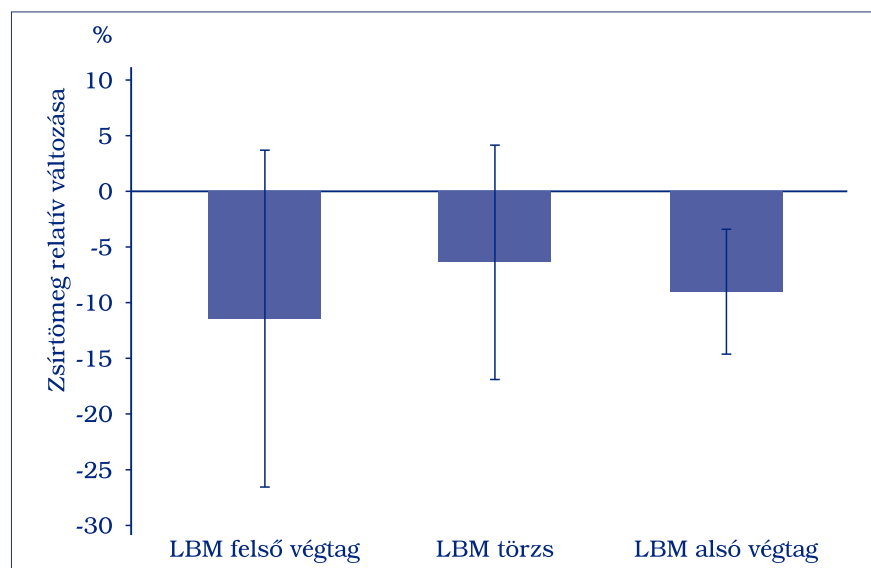
Max. sz. erő: maximális szorítóerő; Rel. max. sz. erő: testtömegre vonatkoztatott maximális szorítóerő; CI: Konfidencia Intervallum, *: szignifikáns különbség az 1. és 2. mérés között ($p < 0,05$), Hedges' g: hatásvizsgálati mutató ($< 0,2$: triviális; $< 0,5$: kicsi; $< 0,8$: közepes; $0,8 \leq$: nagy)

6. táblázat. A 6 hetes edzésprogram hatása a függőleges felugrásra nőknél

Table 6. The effects of the 6-week training programme on vertical jump in women

	1. mérés (átlag $\pm$ SD)	2. mérés (átlag $\pm$ SD)	Különbség (átlag $\pm$ SD)	Hedges' g	95% CI Alsó	95% CI Felső
JH (cm)	22,9 $\pm$ 4,1	23,3 $\pm$ 3,5	0,36 $\pm$ 1,45	0,09	-0,76	1,47
Impulzus _{max} (kg*m/s)	132,4 $\pm$ 11,1	133,8 $\pm$ 12,5	1,38 $\pm$ 4,06	0,11	-1,74	4,50
Teljesítmény _{max} (W)	2145 $\pm$ 218	2285 $\pm$ 280	139,6 $\pm$ 168,2*	0,50	10,2	268,90
Rel. Telj. _{max} (W/kg)	34,3 $\pm$ 5,5	36,6 $\pm$ 4,6	2,22 $\pm$ 2,42*	0,41	0,36	4,09
Erő _{max} (N)	1270 $\pm$ 102	1396 $\pm$ 212	125,5 $\pm$ 210,3	0,68	-36,10	287,13
Rel. Erő _{max} (N/kg)	20,3 $\pm$ 2,4	22,2 $\pm$ 1,9	1,93 $\pm$ 2,90	0,79	-0,30	4,16
Teljesítmény _{átlag} (W)	635 $\pm$ 82	647 $\pm$ 60	12,07 $\pm$ 68,44	0,15	-40,50	64,70
Rel. Telj. _{átlag} (W/kg)	10,1 $\pm$ 1,6	10,4 $\pm$ 1,1	0,21 $\pm$ 0,86	0,20	-0,45	0,87
Erő _{átlag} (N)	792 $\pm$ 82	820 $\pm$ 112	27,0 $\pm$ 42,6	0,26	-5,75	59,80
Rel. Erő _{átlag} (N/kg)	12,5 $\pm$ 0,5	13,0 $\pm$ 0,4	0,47 $\pm$ 0,49*	0,99	0,09	0,85

JH: felugrás magassága; Impulzus_{max}: maximális impulzus; Teljesítmény_{max}: maximális teljesítmény; Rel. Telj._{max}: relatív maximális teljesítmény; Erő_{max}: maximális erő; Rel. Erő_{max}: relatív maximális erő; Teljesítmény_{átlag}: átlag teljesítmény; Rel. Telj._{átlag}: relatív átlag teljesítmény; Erő_{átlag}: átlag erő; Rel. Erő_{átlag}: relatív átlag erő; CI: Konfidencia Intervallum. *: szignifikáns különbség az 1. és 2. mérés eredmények között ($p < 0,05$). Hedges' g: hatásvizsgálati mutató ($< 0,2$: triviális; $< 0,5$: kicsi; $< 0,8$: közepes; $0,8 \leq$: nagy)



2. ábra. Szegmentális zsirtómegeg relatív változása

Figure 2. Relative changes of the segmental body fat mass

FM: zsirtómegeg

A fizikai próbák méréseinek eredményei

A fizikai próbák közül a szorítóerőben szignifikáns növekedést tapasztaltunk a jobb kézen, mind abszolút, mind relatív értékekben. A bal kézen tendenciózus növekedés volt tapasztalható, de a különbségek az edzésprogram előtt és után nem voltak szignifikánsak. Átlagosan 0,53 kg-mal tudtak nagyobb erőt kifejteni a nők a 6 hetes edzésprogram végén a bal kezükkel (5. táblázat). Maximális szorítóerőben a férfiak átlagosan 8,6 kg-ot fejlődtek a jobb kézen, míg 3,1 kg-ot a bal kézen.

A függőleges felugrás próbán elért eredmények közül három változóban tapasztaltunk szignifikáns változást. Jelentősen nőtt a

női sportolók maximális teljesítménye, valamint ennek testtömegre vonatkoztatott relatív értéke. Továbbá szignifikánsan nőtt a 6 hetes edzésprogram hatására a relatív átlag erő is (6. táblázat).

Megbeszélés és következtetések

Vizsgálatunk célja volt elemezni azt, hogy a napjainkban egyre nagyobb teret hódító CrossFit edzés hatására, milyen testösszetételbeli változások figyelhetők meg szabadidő sportolók körében 6 hét alatt. Valamint tanulmányoztuk az edzésprogramban jellemzően erő-állóképességi feladatok hatását a robbanékonyerőre, illetve a szorítóerőre.

Átlag populáció körében, 30 és 50 év közötti nőknél a jellemző zsírszázalék 15-23% (Jeukendrup és Gleeson, 2018). Ennél valamivel magasabb értékeket tapasztalt Kirchengast (2010) a tanulmányában, amelyben 30-39 év közötti nőknél 32,5%-ra becsülte a zsírszázalékot. A referencia értékek meghatározásánál fontos figyelembe venni, hogy a különböző módszerekkel meghatározott testösszetételi értékek jelentősen eltérhetnek (Utczás és mtsai, 2019). Ezek alapján az általunk vizsgált csoport az átlagos populációra jellemző zsírszázalék értékekkel rendelkezik, valamint az Egészségügyi Világszervezet által kialakított BMI kategóriák is megerősítik ezt (normál tartomány: 18,5-24,9 kg/m²) (World Health Organization, 2010).

A vizsgált személyek nem csak testösszetételük, valamint tápláltsági állapotuk alapján tekinthetők átlagosnak, de fittségi állapotuk szerint is. Az InBody készülék által meghatározott fitnessz pont alapján (72,8 pont) átlagos fittségi állapottal rendelkeznek, melynek határértéke 70-90 pont (Gažarová és mtsai, 2018).

Az általunk vizsgált 6 hetes edzésprogram szignifikáns változásokat eredményezett a teljes testösszetételében, csökkentve a zsírszázalékot (-1,7%) és növelve az abszolút izomtömeget (+0,6 kg). Ezek az eredmények megegyeznek korábbi kutatások eredményeivel (Chongwen és mtsai, 2022), ahol egy 6 hetes funkcionális rezisztencia edzés után a zsírszázalék átlagosan 1,4%-kal csökkent, a sovány tömeg pedig 1,1 kg-mal nőtt fiatal férfiak körében.

Egy másik kutatásban egy 10 hetes rezisztencia edzés hatását vizsgálták a végtagok sovány tömegére és megállapították, hogy egyaránt szignifikáns növekedés figyelhető meg mind az alsó, mind a felső végtagokon (Vikberg és mtsai, 2019). Ezzel szemben, azt tapasztaltuk, hogy az általunk megvizsgált 6 hetes edzésprogram leginkább a felső végtagok testösszetételére volt hatással, mivel ebben a régióban nem csak sovány tömeg növekedés,

de ezzel párhuzamosan szignifikáns zsírtömeg csökkenés is megfigyelhető. Ez az eredmény adódhat az edzés feladatok jellegéből is, mivel nagyobb részben fordultak elő a felső végtagok izomzatát igénybe vevő mozdulatsorok. Továbbá, a 6 hét alatt a törzs sovány tömege is jelentősen gyarapodott, míg az alsó végtag sovány tömegében nem tapasztaltunk változást. Megemlítendő azonban, hogy bár a változás szignifikánsnak bizonyult a hatásnagyság vizsgálat alapján a különbségek jellemzően kis mértékűek voltak. Az is érdekes volt, hogy a törzs sovány tömegében bár kisebb volt a relatív változás, mint a felső végtagokon, nagyobb hatásnagyságot mutatott. Ez az átlagos változás szórásával magyarázható, amely alapján a változás iránya és mértéke egységesebb volt a törzsön, mint a felső végtagokon. Ez arra is utalhat, hogy a 6 hetes edzésprogram hatása kiszámíthatóbb lehet a törzs sovány tömegében, mint a felső végtagokon.

Az elemzések alapján megállapítható volt az is, hogy a rezisztencia edzés hatásának mértéke különböző a zsigeri, valamint a szubkután zsír esetében. Míg a szubkután zsír, minden testtájon szignifikáns csökkenést mutatott, addig a zsigeri zsírban nem történt változás a nőknél. Perez-Gomez és munkatársai (2013) tapasztalatai alapján, a rezisztencia edzések hatására elsősorban a sovány tömegben várható jelentős növekedés, míg a zsírszázalék állóképességi edzésekkel csökkenthető hatékonyabban. Ebből arra is lehet következtetni, hogy a zsigeri zsír lassabban mobilizálódik az ellenálláson alapuló edzések során, mint a szubkután zsír. Úgy tűnik tehát, hogy a megvizsgált 6 hetes kezdő CrossFit edzésprogram nem érte el a zsigeri zsír mobilizációjához szükséges edzésingert.

A kar maximális erejét tekintve hasonló eredményeket kaptunk, mint a korábban említett testösszetétel és BMI esetében. A vizsgáltunkban szereplő nők az átlagos erősségű csoportba tartoztak. Az életkor szerint szerkesztett normatív táblázat alapján a 30-34 év közötti nők átlaga a domináns kézen $28,9 \pm 6,2$ kg, míg a nem domináns kézen $27,7 \pm 5,9$ kg (Wang és mtsai, 2018). Míg a jobb kézen abszolút és relatív értékekben egyaránt szignifikáns növekedés volt, addig a bal kézen nem tapasztaltunk ilyen mértékű növekedést. A gyakorlatok jellegét is figyelembe véve (kétoldalú szimmetrikus gyakorlatok), ezen eredményekre nincs megfelelő magyarázat. Elképzelhető, hogy az edzések során a résztvevők jobban terhelték a domináns oldalt, ez így okozhatta a nagyobb mértékű fejlődést azon az oldalon, azonban mért adatok hiányában ezt nem tudjuk igazolni.

A függőleges felugrás próba egy jól ismert és elterjedt módszer az alsó végtagok robbanékony ere-

jének a mérésére (McGuigan és mtsai, 2008). Kezdő vagy fiatal sportolók esetében ez a képesség szoros kapcsolatban áll a maximális erővel, azaz általában az erősebb sportolók jobb teljesítményt érnek el ezen a próbán, mint a kevesebb erővel rendelkező sportolók. Vizsgálatunkban a résztvevők felugrási magassága és a mechanikai mutatók eredményei átlagos, nem sportoló egyének eredményéhez voltak közelebb. Sportolóknál, ennél nagyobb értékek jellemzők, például, női válogatott kézilabda és röplabda játékosoknál Petridis és munkatársai (2021) $32,0 \pm 2,0$ cm, illetve $34,0 \pm 3,0$ cm felugrási magasságról számoltak be, míg női atlétáknál ez az érték kis mértékben nagyobb ($35,5 \pm 3,3$ cm) (nem publikált adatok). Női CrossFit szabadidő sportolóknál Nagy (2021) $25,0 \pm 3,5$ cm, valamint Pálinkás és munkatársai (2021) $29,0 \pm 4,8$ cm felugrási magasságot mértek. Megjegyzendő azonban, hogy valamennyi megemlített munkában a vizsgálatokon résztvevő sportolók erőképzésben tapasztaltabbak voltak, így nem meglepő, hogy kutatásunk résztvevői alacsonyabb teljesítményt értek el.

Kiindulva a függőleges felugrás és a maximális erő szoros kapcsolatából, azt feltételeztük, hogy az edzésprogram hatására a résztvevők erő képessége javulni fog, és következésképp a függőleges felugrás próbán elért teljesítményük is. Ezen feltételezésünket az eredmények csak részben igazolták. A függőleges felugrás változók közül a mechanikai mutatókban (erőkifejtés, teljesítmény) emelkedtek a legjobban az értékek. A 6 hetes edzésprogram után a résztvevők nagyobb erőkifejtésre voltak képesek, továbbá a mechanikai teljesítmény adatok alapján a felugrás gyorsabb és dinamikusabb lett. Ugyanakkor, annak ellenére, hogy a felugrás mechanikai mutatói növekedtek, a felugrás magassága nem változott. A felugrási magasságot az erőplató az impulzusból számolja, amely egyenlő az erő és az erőkifejtés időtartamának szorzatával. Az erőkifejtés növekedése mellett látható volt, hogy csökkent annak időtartama, azaz a felugrás kevesebb ideig tartott, amely így ellensúlyozta a nagyobb erőkifejtést. Ezek a változások így közel azonos impulzust és ezzel együtt hasonló felugrási magasságot eredményeztek. Ennek ellenére a mechanikai mutatók eredményei jobb robbanékonyyságra utalnak a CrossFit edzésprogram után. Ez az eredmény abból a szempontból is érdekes, hogy az alsó végtagok sovány tömege nem változott az edzésprogram után. Ez utalhat arra is, hogy a robbanékonyerő növelése elérhető izomtömeg növelés nélkül, akár kezdő sportolók esetében is.

Összefoglalva, megállapítható volt, hogy az általunk megvizsgált 6 hetes kezdő CrossFit edzésprog-

ram kedvező hatással volt a testösszetételre, ugyanakkor a hatás nagysága kis mértékű volt és elsősorban a felső végtagokon volt kifejezettebb. A testösszetételben megfigyelhető kis mértékű változások mellett a szorítóerőben és a függőleges felugrásban közepes és helyenként nagy mértékű növekedés volt látható. A viszonylag alacsony terhelésű kezdő CrossFit edzésprogram növelte a résztvevők maximális erejét és legfőképpen az alsó végtagi robbanékonyaságukat.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Farkas Balázsnak, a CrossFit MayFly tulajdonosának és vezetőedzőjének, hogy lehetőséget és akkreditált helyszínt biztosított a mérésekhez. Továbbá szeretnénk megköszönni a sportolóknak, akik önként jelentkeztek és részt vettek a vizsgálatokon.

Felhasznált irodalom

- Chongwen, Z., Qing, L., Li, Z., Shumin, B. (2022): Effects of 6-week traditional and functional resistance training on arterial stiffness and muscular strength in healthy young men. *Frontiers in Physiology*, **13**: 859402.
- Cohen, J. (1988): *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Lawrence Erlbaum Associates. Lawrence Erlbaum Associates, 2nd Edition.
- Eather, N., Morgan, P.J., Lubans, D.R. (2016): Improving health-related fitness in adolescents: The CrossFit Teens randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, **34**: 3. 209-223.
- Feito, Y., Hoffstetter, W., Serafini, P. és Mangine, G. (2018): Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. *Plos One*, **13**: 6.
- Gažarová, M., Mečiarová, L., Kopčecová, J., Holovičová, M., Habánová, M., Bronkowska, M. (2018): Comparison of selected parameters of body composition in a group of sporting and non-sporting women. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, **69**: 3. 257-266.
- Glassman, G. (2007): Understanding CrossFit. *CrossFit Journal*, **1-2**.
- Jeukendrup, A., Gleeson, M. (2018): *Sport Nutrition*. Human Kinetics, 3rd edition.
- Kirchengast, S. (2010): Gender differences in body composition from childhood to old age: An evolutionary point of view. *Journal of Life Sciences*, **2**: 1. 1-10.

- Linthorne, N.P. (2001): Analysis of standing vertical jump using a force platform. *American Journal of Physics*, **69**: 11. 1198-1204.
- McGuigan, M.R., Tatasciore, M., Newton, R.U., Pettigrew, S. (2008): Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **23**: 1. 80-85.
- Nagy R. (2021): A kettlebell swing és kettlebell dead stop swing akut hatása az alsó végtag robbanékonyaságra. *MSc Diplomadolgozat*, Testnevelési Egyetem.
- Pálinkás, G., Petridis, L., Tróznai, Zs., Utczás, K., Béres, B., Szabó, T. (2019): A CrossFit Games 2018 verseny elemzése. *Testnevelés, Sport, Tudomány*, **4**: 3-4. 8-15.
- Pálinkás, G., Béres, B., Tróznai, Zs., Utczás, K., Petridis, L. (2021): The relationship of maximal strength with the Force-velocity profile in resistance trained women. *Acta Polytechnica Hungarica*, **8**: 5. 173-185.
- Perez-Gomez, J., Vicente-Rodríguez, G., Royo, I.A., Martínez-Redondo, D., Foncillas, J.P., Moreno, L.A., Casajús, J.A. (2013): Effect of endurance and resistance training on regional fat mass and lipid profile. *Nutrición Hospitalaria*, **28**: 2. 340-346.
- Petridis, L., Pálinkás, G., Tróznai, Zs., Béres, B., Utczás, K. (2021): Determining strength training needs using the force-velocity profile in elite female handball and volleyball players. *International Journal of Sport Science & Coaching*, **16**: 1. 123-130.
- Schubert, M.M., Seay, R.F., Spain, K.K., Clarke, H.E., Taylor, J.K. (2018): Reliability and validity of various laboratory methods of body composition assessment in young adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, **39**: 2. 150-159.
- Serafini, P., Mimms, H., Smith, M., Kilszczewicz, B., Feito, Y. (2016): Body composition and strength changes following 16-weeks of high-intensity functional training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **48**: 5S. 1001.
- Smith, M.M., Sommer, A.J., Starkoff, B.E., Devor, S.T. (2013): Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **27**: 11. 3159-72.
- Utczás K., Tróznai Zs., Pálinkás G., Kalabiska I., Petridis L. (2019): Kettős röntgensugár abszorpció eljárás és bioelektromos impedancián alapuló testösszetétel-becselő módszerek összehasonlító elemzése fiatal sportolók körében. *Testnevelés, Sport, Tudomány*, **4**: 1-2. 23-31.
- Vikberg, S., Sörlén, N., Brandén, L., Nordström, A., Hult, A., Nordström, P. (2019): Effect of resistance training on functional strength and muscle mass in 70-year-old individuals with pre-sarcopenia: A randomized controlled trial. Muscle strength, mass, and function in older persons. *Journal of the American Medical Directors Association*, **20**: 1. 28-34.
- Wang, Y., Bohannon, R.W., Li, X., Sindhu, B., Kapellusch, J. (2018): Hand-grip strength: Normative reference values and equations for individuals 18 to 85 years of age residing in the United States. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **48**: 9. 685-693.
- World Health Organization (2010): A healthy lifestyle-WHO recommendations. Retrieved Jan 12, 2022, from <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle-who-recommendations>.