

**ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM  
BOLYAI JÁNOS KATONAI MŰSZAKI KAR  
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

**Kanyó Ferenc**

**A tűzoltók fizikai alkalmasságának  
felmérése az új évezredben**

**Laboratóriumi és pályavizsgáló  
teljesítménydiagnosztikai eljárások  
alkalmazási lehetőségei a tűzoltók  
teljesítménymérésében**

**Doktori (PhD) Értekezés**

**Témavezető: Dr. habil. Cziva Oszkár tűzoltó ezredes**

**2008. BUDAPEST**

BEVEZETÉS.....	4
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA.....	4
KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK.....	8
KUTATÁSI MÓDSZEREK.....	9
I. FEJEZET. A TŰZOLTÓI MUNKA SORÁN AZ EMBERI SZERVEZETRE HATÓ FIZIKAI IGÉNYBEVÉTEL VIZSGÁLATA.....	10
I. 1. A tűzoltók munkavégzésének jellemzői.....	10
I. 1. 1. Fizikai terhelések.....	12
I. 1. 2. Pszichikai terhelések.....	12
I. 2. A tűzoltót érő terhelések.....	13
I. 3. A tűzoltás és műszaki mentés során fellépő külső és belső ingerek hatása a tűzoltó munkavégző képességének (elfáradás) csökkenésére.....	18
I. 3. 1. A fáradásról általában.....	18
I. 3. 2. A teljesítőképességet korlátozó tényezők.....	20
I. 3. 2. 1. Fáradtság a rövid ideig tartó intenzív terhelés során.....	21
I. 3. 2. 2. Fáradtság a hosszú ideig tartó, közepes intenzitású terhelés során.....	22
I. 4. Összefoglalás:.....	23
II. FEJEZET. A VÉDŐFELSZERELÉSBEN, LÉGZŐKÉSZÜLÉKBEN TÖRTÉNŐ HATÉKONY BEAVATKOZÁS ÁTLAGOS IDŐINTERVALLUMÁNAK VIZSGÁLATA.....	24
II. 1. A védőfelszerelés alkalmazásának fiziológiai hatásai viselőjére.....	24
II. 1. 1. Klimatikus (mikroklimatikus) igénybevételek.....	25
II. 1. 1. 1. A védőfelszerelés hatása a hőegyensúlyra.....	26
II. 1. 1. 2. A védőfelszerelés használata alkalmával jelentkező fiziológiai és pszichológiai igénybevételek, hatások.....	27
II. 2. A bevetési idő meghatározása védőfelszerelés alkalmazásakor.....	33
II. 3. Összefoglalás:.....	36
III. FEJEZET. TŰZOLTÓK KIVÁLASZTÁSÁNAK FIZIKAI KÖVETELMÉNYRENDSZERE.....	37
III. 1. Tűzoltók időszakos fizikai alkalmassági vizsgálatainak jelenlegi helyzete Magyarországon és a fővárosban.....	39
III. 2. Nemzetközi kitekintés.....	43
III. 3. Fizikai, pszichikai felkészítés szükségessége.....	49
III. 3. 1. Tűzoltók kondicionális képességeinek fejlesztési lehetőségei.....	50
III. 3. 1. 2. Hogyan javíthatóak a tűzoltók állóképességi mutatói?.....	50
III. 4. Összefoglalás:.....	53
IV. FEJEZET. FIZIKAI TELJESÍTŐKÉPESSÉG MEGHATÁROZÁSA.....	58
IV. 1. A munkaterhelés mérésének jelentősége.....	58
IV. 2. Alkalmazott terhelés-élettani vizsgálati eljárások.....	62
IV. 2. 1. Kardiorespiratorikus állóképesség mérése, összetett terheléses vizsgálatok.....	62
IV. 2. 1. 1. Spiroergometriás vizsgálat.....	64
IV. 2. 1. 2. Pályavizsgálatok.....	71
IV. 3. Összefoglalás.....	72

V. FEJEZET. TŰZOLTÓK FIZIKAI TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA .....	73
V. 1. Tűzoltókon végzett ergometriás laborvizsgálatok elemzése .....	73
V. 2. Tűzoltók terhelés-élettani pályavizsgálatának lehetséges új módszerei .....	86
V. 2. 1. Tűzoltók speciális fizikai állapotfelmérése Draeger tűzszimulációs konténer alkalmazásával .....	87
V. 2. 2. Tűzoltók lépcsőterheléses pályavizsgálata .....	100
V. 2. 3. Pszichikai pályán végrehajtott terheléses gyakorlat .....	103
V. 3. A vizsgálati eredmények alapján új fizikai állapot-felmérési módszer alkalmazási javaslata .....	107
V. 4. Összefoglalás: .....	109
ÖSSZEGZÉS, A FŐTÉZISEK ÖSSZEFOGLALÁSA .....	112
VÉGKÖVETKEZTETÉSEK ÉS A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK FELSOROLÁSA .....	115
AZ ÉRTEKEZÉS FELHASZNÁLHATÓSÁGA, AJÁNLÁS .....	116
JAVASLATOK TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOKRA .....	117
IRODALOMJEGYZÉK .....	119
JOGSZABÁLYOK: .....	121
TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM: .....	122
MELLÉKLETEK: .....	123

## BEVEZETÉS

A bevezetőben kívánom megfogalmazni a tudományos problémát, kitézőm a kutatás céljait, felvázolom a kutatáshoz alkalmazott módszereket, az értekezés felépítését.

### A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Az új évezred küszöbén, az élet minden területére meghatározó befolyást gyakorló globalizáció, a fejlődési kényszer, az információtechnika fémjelezte újfajta kihívások korában a szervezetek hatékonyságának biztosításában az elsőrendű fontosságú feltétel az emberi erőforrások életminősége. A világban végbemenő változások új lehetőségeket jelentenek a szervezetek és a munkaerő számára egyaránt, miközben jelentősen megváltoznak a velük szembeni követelmények is (szervezet: tudásalapú, „tanuló” szervezet; munkaerő: nagyobb mobilitás, magasabb általános képzettség, a megújulás lehetősége és kényszere stb.).

Az emberi erőforrások hatékony felhasználásának egyre fontosabb követelménye jelentős kihívás elé állítja az egyes országok tűzoltóságait is. Nagyon fontos, hogy a védelmi szféra, illetve a tűzoltóság személyi állománya körében elegendő számban és megfelelő összetételben álljanak rendelkezésre a feladataikat, a bonyolult tűzoltó technika kezelését ellátni kész és képes, azaz megfelelően felkészített, speciális tudású, jól motivált, egészséges, edzett szakemberek.

A tűzoltói beavatkozások során (tűzoltás, műszaki mentés) kiemelkedő szerep jut az egyén fizikai képességeinek (erő, gyorsaság, állóképesség) színvonalára. A 24 órás szolgálat ideje alatt a tűzoltónak a riasztási jel elhangzása után 2 percen belül meg kell kezdenie a vonulást.

A káreset helyszínén a beavatkozás — amely az 1-2 perc alatt leküzdhető tüzesettől a több órán át elhúzódó tartós igénybevételig terjed — rendkívüli fizikai terhelés elé állítja a tűzoltó szervezetét.

Az emberi szervezet egyéntől függően (életkor, edzettségi, pszichikai állapot) különbözően alkalmazkodik a rá ható terhelésre. A beavatkozó tűzoltó pulzusszáma a pszichikai, fizikai terhelés hatására 180-190 ütés/perc érték körül mozoghat, amely megegyezik az élsportolóknál edzés- és versenyszerhelés közben mért értékekkel. A különbség mégis jelentős, mert a sportoló — a több éven, akár évtizedekig tartó rendszeres igénybevételének köszönhetően — szervrendszerei (szív- és vérkeringési, tüdő és légző, mozgató) alkalmazkodtak a terheléshez, míg a tűzoltó szervezetét felkészületlenül érik ezen extrém behatások.

A Semmelweis Orvostudományi Egyetem elméleti tömbjében a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság nagyszabású V-ös kiemelt tűzoltási gyakorlatot tartott, ahol feltételezés szerint az épület 17. emeletén tűz ütött ki és áttért a felső szintekre. A beavatkozó tűzoltók természetes feljárókon (lépcső) hatoltak fel a tűz fészkéig, teljes védőfelszerelés, légzőkészülék használatával, valamint a sugárfelszereléshez szükséges eszközökkel. A gyakorlat közben két tűzoltó nem tudta végrehajtani a feladatot és orvosi ellátásban kellett részesíteni őket, hiszen nem voltak fizikailag megfelelően felkészítve a tűzoltásvezető által meghatározott feladat végrehajtására. Valós szituációban, életmentés közben nemcsak a saját és társuk élete múlik a mindenkor fizikai állapotukon, hanem a mentendő személyek élete is veszélynek van kitéve.

Az Igazságügyi és Rendészeti minisztérium, valamint az Önkormányzati és Területfejlesztési Minisztérium irányítása alá tartozó rendvédelmi szerveknél 1997. óta miniszteri rendelet írja elő az 50 év alatti hivatásos állományúak fizikai állapotfelmérését, amely életkorhoz kötve határozza meg a beosztás ellátáshoz szükséges fizikai követelményeket.

Az évente egyszer teljesítendő felmérés kiválóan méri az egyén alapképességeit úgymint, állóképesség, erő-állóképesség, gyorsaság. Ellenben a mindenkori tűzoltó gyakorlatban szükséges feladatellátás során a tűzoltónak mindezen képességekre „hatványozottabban van szüksége” hiszen nem előre szabályozott körülmények között, sportruházatban kell megfelelnie a követelményeknek.

A jelenlegi fizikai állapotfelmérés egyfajta „szükséges rosszá” vált a tűzoltó társadalom körében, talán még inkább elutasítják, mint a honvédség, rendőrség, határőrség kötelékébe tartozó kollégáik. Az elutasítás oka arra vezethető vissza, hogy a felmérési számokat (2000 méteres síkfutás, 4x10 méteres ingafutás) nem sorolják a tűzoltói munkavégzéshez szükséges képességek közé, mondván „Mikor kell nekünk 2000 métert futni tűzoltás közben?”. Ez a hozzá állás jellemzi a tájékoztatás, felvilágosítás hiányát a sport, a sportos életmód, az egészségmegőrzés területén, és meghatározza a felmérés teljesítésének „legyünk már túl rajta” hangulatát. A személyi állománytól kapott visszajelzések alapján szívesebben fogadnának egy speciálisan tűzoltói feladatokat modellező felmérést, amelyen közvetlenül lemérhető a tűzoltó kondicionális állapota.

A kondicionális képességek éves szinten kötelező mérése a belügyminisztérium személyi állományára vonatkozólag 1997-től került bevezetésre. A belügyi rendelet öt éves türelmi időt adott arra, hogy a szervezeti egységek, valamint a teljes személyi állomány hozzá szokjon a követelmények rendszeres teljesítéséhez. A felmérés teljesítése egyik feltétele lett az orvosi és a pszichológiai vizsgálatokkal karöltve a beosztás betöltésének.

A 21/2000 BM-IM-TNM együttes rendelet a fegyveres szervek hivatásos, közalkalmazotti és köztisztviselői állományának munkaköri egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságáról komplex egységként kezeli az egyén egészségügyi alkalmasságát. Az alkalmassági követelmények valamennyi beosztásra meghatározásra kerültek és orvos-egészségügyi, pszichológiai szempontból a feltételek biztosítva vannak a szűrővizsgálatok teljesítéséhez. A tűzoltók munkájuk során igen változatos és sokrétű feladattal néznek szembe, amelyek szakmai, pszichikai és fizikai kihívást jelentenek számára. Minden beavatkozás más és más terhelést ró a szervezetre a beavatkozás jellegétől függően.

Mekkora terhelést jelent a tűzoltó számára egy-egy beavatkozás (tűzoltás vagy műszaki mentés)? Meghatározható-e, hogy mennyi munkát végez egy tűzoltó, amikor védőfelszerelésben, légzőkészülékben életet ment vagy tüzet olt? A pszichikai, kognitív terhelést egzakt módon mérni szinte lehetetlen, de a fizikai igénybevétel mérése már megoldott.

Kutatásaim során vizsgálom a tűzoltói munka során az emberi szervezetre ható fizikai igénybevételt és annak hatásait a munkavégző képesség csökkenésére, valamint a védőfelszerelésben történő tűzoltói beavatkozások fiziológiai korlátait. Továbbá vizsgálom — kitekintve a nemzetközi gyakorlatra — a fizikai állapotfelmérés metódusait, tapasztalatait, más országok gyakorlatát.

Vizsgálom az általam végzett laboratóriumi és pályavizsgálatok eredményei alapján a jelenlegi fizikai állapotfelmérő tesztrendszer kritériumait a tűzoltók kondicionális képességeinek felmérésében. Javaslatot teszek egyfajta fizikai állapot-felmérési rendszer kidolgozására, mely a speciális követelményeknek megfelelően méri a tűzoltó aktuális kondicionális képességeit.

## KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

- Kiemelt célnak tekintem a tűzoltói munka során, az emberi szervezetre ható fizikai igénybevétel vizsgálatán keresztül a védőfelszerelésben, légzőkészülékben történő hatékony beavatkozás maximális időintervallumának meghatározását.
- Célkitűzésem a tűzoltók hazai és nemzetközi fizikai felmérő teszteljárásainak elemzése alapján, a kondicionális képességek eredményes fejlődéséhez szükséges legfontosabb teljesítmény összetevő meghatározása.
- Elvégzem a tűzoltók laboratóriumban és pályavizsgálatokon végrehajtott antropometriai, élettani vizsgálataim alapján a fizikai állapotfelmérő tesztek eredményeivel történő összehasonlítást, továbbá a tűzoltók speciális pályavizsgálatain, valamint a laboratóriumban mért élettani értékeinek változásainak összehasonlító elemzését szignifikáns összefüggéseket feltételezve
- Kutatásomban kiemelt célként kezelem egy olyan fizikai állapotfelmérő eljárás kidolgozását, amely antropometriai, spiroergometriai és pályavizsgálatok felhasználásával, a speciális követelményeknek megfelelően méri a tűzoltó aktuális kondicionális képességeit.

Az értekezés végén összegzett következtetéseket kívánok levonni a kutatás eredményeiből, valamint javaslatokkal élek további kutatási irányokra.



## KUTATÁSI MÓDSZEREK

Kutatómunkám előkészítését a tanulmányi és kutatási terv elkészítésével kezdtem. A terv szerinti végrehajtást a doktori iskola előírásainak megfelelően szemeszterenként ellenőriztem és értékeltem.

A tudományos képzés ideje alatt folyamatosan és aktívan részt vettem a választott témát érintő konferenciákon és egyéb szakmai rendezvényeken. Folyamatosan gyűjtöm, és rendszerezem és tanulmányozom a témát érintő és rendelkezésre álló legfrissebb hazai és nemzetközi forrásokat. A témával kapcsolatos kérdésekben folyamatosan konzultálok a szakterületen dolgozó kutatókkal és gyakorlati szakemberekkel.

Kutatói gyakorlatomat a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság pszichikai gyakorlópályáján, a különféle tűzoltási gyakorlatokon (Pakson, a Draeger Fire Dragon tűzszimulációs konténer használatával) történő mérések, vizsgálatok során, valamint a SOTE Testnevelési Tanszék Kutató Laboratóriumában szereztem, ahol egyszerű és összetett laboratóriumi és pályavizsgálatokat végeztem Dr. Petrekanits Máté laborvezető segítségével.

A munkám során időszakonként levont következtetések alapján, több megbeszélésre, értekezésre és vitára került sor a kutatási témában, hivatalos és tudományos fórumokon. A felmerült hiányosságok és problémák megvitatása és kijavítása folyamatos. Rendszerszemléletű értelmezés után a megfelelő visszacsatolások figyelembevételével a dolgozat különböző részei többször kerültek értelmezésre és szükség szerint átdolgozásra.

## I. FEJEZET. A TŰZOLTÓI MUNKA SORÁN AZ EMBERI SZERVEZETRE HATÓ FIZIKAI IGÉNYBEVÉTEL VIZSGÁLATA

### I. 1. A tűzoltók munkavégzésének jellemzői

A beavatkozások alkalmával a tűzoltó extrém körülmények, nehezített külső környezeti tényezők között végez nehéz fizikai munkát. A magas külső hőmérséklet, a védőfelszerelés, légzőkészülék és a tűzoltó szakfelszerelések súlya olyan mértékben befolyásolja a munkavégzést, amely megfelelő kondicionális állapot, fizikai felkészültség nélkül huzamos ideig nem tartható fenn.

Ezt a stressz folyamatot mindenki különböző módon, ki könnyebben, ki nehezebben tűri, de a vegetatív idegrendszerben mindenkinél ugyanazok az élettani folyamatok játszódnak le. A vegetatív idegrendszer érzékelve a stresszt szimpatikus<sup>1</sup>választ vált ki a különböző szervrendszerekben, úgymint a vérrellátás redisztribúciója<sup>2</sup> az izmok vérrellátásához, a percenkénti pulzus és légzésszám emelkedése stb.

A tűzoltó által végzett munkát, annak intenzitásával tudjuk jellemezni. A végzett munka intenzitását (terhelés) kifejezhetjük a terhelés alatt mért szívfrekvenciával, vagy metabolikus egységben (MET). A MET a szervezet energiafelhasználásának mérésére használt egység, amely ülő, nyugalmi helyzetben felhasznált energiát jelenti és kb. 3.5 ml/kg/min O<sub>2</sub> felvételnek, illetve 5,04 KJ (1.2 Kcal)/min –ek felel meg. A MET fogalmának bevezetése lehetővé teszi a különböző mozgásformák intenzitásának egyszerű összehasonlítását. Az energiaigény mérése a munkavégzés közben történő oxigén felhasználás meghatározásán alapul, miszerint a sejtek oxigénfelvételének mértéke arányosan növekszik a végzett munka intenzitásának növekedésével. [36]

---

<sup>1</sup> A vegetatív idegrendszer izgalmi állapota, tónusa.

<sup>2</sup> Terhelés hatására a vér a belső szervekből, zsigerekből a működő izmokba áramlik.

Az Egyesült Államokban már meghatározták egy-egy speciális tűzoltói feladat energiaigényét, illetve a tűzoltás közben a szervezet által felhasznált energiát. [64]

<b>Tűzoltói tevékenység</b>	<b>Energiaigény, MET (metabolikus egység)</b>	<b>Oxigénfelvétel ml/kg/min</b>
Létraszerezés és telepítés	9,3	32,5
Vágás, közepes sebességgel	11	38,5
Tömlőgurítás, fektetés	10,2	35,7
Létraemelés (20-25 kg)	9,2	32,2
Lépcsőzés légzőkészülékben	11-13	38,5-45,5
Személy mentése létrán lefelé	10,1	35,5
A hat feladat átlaga	10,1	35,5
Szimulációs tűzoltás	11,3	39,5
<b>Sporttevékenység</b>		
labdarúgás	5-12	17,5-42
röplabda	3-6	10,5-21
mezei futás	6-12	21-42

1. Táblázat: Tűzoltó feladatok és sporttevékenységek energiaigényének összehasonlítása, Forrás: [www.strengthcats.com](http://www.strengthcats.com) [67]

Összehasonlítva a tűzoltói beavatkozásának energiaigényét néhány sporttevékenység energiaszükségletével azt tapasztalhatjuk, hogy a tűzoltók által végzett munka jelentősen igénybe veszi a szervezet és nem mindennapi igénybevétel elé állítja a tűzoltókat egy-egy nagyobb káresemény, mentés vagy életmentés alkalmával, továbbá azt, hogy a munkavégzéshez átlagon felüli kondicionális képességek szükségesek. A táblázat adatai a normál populáció maximális értékeivel megegyezők, a tűzoltónak viszont a munkaterhelés elviseléséhez a max. értékek 85-90 %-án kell elviselni a terhelést.

A tűzoltói állomány terhelését alapjában véve két nagyobb csoportra bonthatjuk. Az első csoportba a fizikai, a másodikba a pszichikai terhelések sorolhatók.

### I. 1. 1. Fizikai terhelések

A terhelések egyik része jelentős mértékben a tűz- és káresetek helyszínén jelentkezik. Erősségük az esetek jellegétől függően alakul, hiszen nem minden beavatkozás során kerül sor emeletmagasságok leküzdésére, kilométeres távolságok gyalog való megtételére, szűk helyen való kúszásra, légzőkészülék alkalmazására.

A fizikai terhelések másik részét tudatosan alakítjuk ki, amelyekkel a tervezett és lebonyolított sportfoglalkozásokon és gyakorlatokon terheljük az állományt. Jelentőségük felkészítő jellegüknél fogva kiemelkedő. E terhelési csoport alapvető tulajdonsága az, hogy egy jól kidolgozott, egyszerűen megvalósítható módszerrel (sportfoglalkozásokon felmérő jellegű gyakorlatok végzése, gyakorlópályákon életszerű helyzetek kialakítása) az állomány fizikai állapota, teljesítőképessége, állóképessége felmérhető, ellenőrizhető és a megkívánt mértékben javítható.

### I. 1. 2. Pszichikai terhelések

A szolgálati idő alatt a riasztásra történő várakozás állandó idegfeszültségben tartja a tűzoltókat és a riasztás, meglepetésszerű, váratlan jellegéből adódóan stressz hatást vált ki bennük. A káresetekhez való vonulás során, valamint a beavatkozás folyamán különböző, előre nem látott hatások érik a tűzoltókat, melyek nehézsége, bonyolultsága gyakorta fokozott idegfeszültséget okozhat. Fokozottan jelentkezik ez nagy ipari vállalatoknál, füsttel és mérgező közeggel telített helyiségekben, magas hőmérsékletű, robbanásveszélyes helyeken, éjszaka, erős fagyok idején, elemi csapásoknál végzett munkálatoknál, tömegszerencsétlenségek elhárításánál. Ezen terhelések felmérése, értékelése szükségesnek látszik valamilyen értékelő módszer kidolgozása, ha meg akarjuk tudni, hogy a tűzoltókat milyen mértékben és meddig tehetjük ki veszély nélkül ezeknek a behatásoknak.

## I. 2. A tűzoltót érő terhelések

A tűzoltók terhelhetősége, legoptimálisabb testi-pszichikai felkészítése - a tűzoltási és kárfelszámolási feladatok lehető leggyorsabb elvégzésére - világszerte évtizedek óta foglalkoztatja a szakembereket. Az érdeklődés iránya nem véletlen, hiszen - mint más területeken - tűzoltóság tevékenységében is az ember játssza a főszerepet, és léte, tudatos cselekvésének milyensége meghatározható jelentőségű a hivatás gyakorlásában. Ilyen összefüggésben a legkorszerűbb technika is értéktelen eszközzé válhat, ha kezelője és alkalmazója - az ember nem áll feladata magaslatán. Hasonlóan - de az előbbinek ellentétéként - a legnagyobb emberi tulajdonságok is hatástalanok, ha csupán azokhoz építünk megfelelő technikai-műszaki háttér nélkül.

Csak a két tényező együttes hatása hozhat eredményt, persze az is csak abban az esetben, ha kellő szakértelemmel biztosítjuk a legkedvezőbb körülményeket ezek érvényesüléséhez. Más oldalról nézve viszont hiába adott mindkét feltétel, ha olyan testi vagy pszichikai tényezők zárják ki az alkalmasságot, amelyek sem akaraterővel, sem a legsokoldalúbb felkészítéssel nem küzdhetők le.

Az eltérés az általánosságban érvényes elvektől és gyakorlattól mindössze ennyi - és végeredményben ebben keresendő a dolgok sajátos lényege -, amennyiben a testület feladatrendszere eltér az általánostól. Ebből adódik, hogy a tűzoltók funkcionális terhelhetőségnek vizsgálatánál azokat a feltételeket kell elemezni, amelyek között a tűzoltóság ellátja a feladatát.

Mindenekelőtt az emberből, mint rendszerből kell kiindulni, akinek a funkcióira a munkahelyzetekből adódó egyes tényezők hatása (hőség, fényhatás, mérgezés, fizikai terhelés) egyrészt külön-külön, másrészt egészében véve, azaz integrálva tanulmányozható.

Ennek keretében általában a következő meghatározások és leírások érvényesek:

- a) külső terhelés;
- b) funkcionális terhelési jelenségek;
- c) funkcionális terhelhetőség vagy teljesítőképesség.

a) A külső terhelés:

Külső terhelés alatt azoknak a tényezőknek a kombinációit értjük, amelyek a munka formájára, intenzitására, időtartamára és feltételeire jellemzők és az ember funkcionális reakcióit kiváltják. A munkafeltételekkel összefüggő külső megterhelésre szemléletes példa a hőterhelés, amely funkcionális reakcióként a testhőmérséklet megnövekedését eredményezi. A külső terhelést meghatározó tényezők gyakran minőségileg és mennyiségileg, fizikai mennyiségek formájában fejezhetők ki.

A külső terhelés két fő formája:

- 1) Az emberi tevékenységgel összefüggő:
  - fizikai terhelés (dinamikus és statikus izommunka vagy a kettő kombinációja);
  - lelki terhelés (információ-feldolgozás okozta terhelés).
- 2) A helyzettel összefüggő terhelés:
  - hő okozta fizikai terhelés;
  - mérgező, illetve maró anyagok kiváltotta kémiai terhelés, és stressz;
  - a veszélyes helyzet fel nem ismerése miatt keletkező lélektani terhelés.

Igen fontos a külső terhelés időbeli mennyiségi meghatározása, vagyis annak a terhelésnek a megállapítása, amely egy meghatározott időtartamon belül, időegység alatt fellép, csak a külső terhelések elemzése révén juthatunk el az összes külső terhelés szintéziséhez és így a megítéléséhez. Mindenképpen figyelembe kell venni azonban azt a tényt, hogy a funkcionális terhelés különféle formái nem adhatók egymáshoz minden további nélkül. Azok erősíthetik vagy elnyomhatják egymást. Gondoljunk például arra, hogy a lélektani és fizikai terhelés milyen hatást gyakorol a szív frekvenciájára.

A különféle terhelési tényezők lehetnek:

- **rendszerhez kötött tényezők:** döntő fontosságú tényező az oxigén, az élelmezés, a testi tevékenység, a hő, a zaj, a fény stb.
- **a rendszertől idegen tényezők:** ezek munka-helyzetben ugyan fennállnak, de nem döntő fontosságúak, amelyek akár károsak is lehetnek, ilyenek pl. a mérgező és maró anyagok, radioaktív sugárzás.

b) Funkcionális (vagy élettani) terhelési jelenségek:

A testnek a külső terhelésre adott válasza a funkcionális terhelés; ellentétben a külső tényezőkkel, amelyeket a szituációban mért terhelések alkotnak, ezeket a tényezőket az **emberen** kell mérni. A funkcionális terhelés fogalmának alkalmazása során figyelembe kell venni, hogy

- amit az emberen észlelünk, az a külső terhelés kiváltotta reakcióknak csupán egy része;
- a kiválasztandó élettani reakciókhoz tartozó paramétereknek, lehetőség szerint a kiváltó okok szempontjából, sajátosaknak kell lenniük.

A testi igénybevételek méréshez pl. az időegység alatt felvett oxigén mennyiségét kell figyelembe venni, a hőterhelés megállapításánál pedig a testhőmérsékletet kell mérni. Ugyanaz a külső megterhelés személyenként eltérő funkcionális terheléseket okoz.

#### d) Funkcionális terhelhetőség vagy teljesítmény

A külső terhelés növekedésének hatására a funkcionális terhelés is nagyobb lesz. Ez a maximális reakció a funkcionális terhelhetőség, vagy teljesítőképesség. Ez a teljesítőképesség az **idő függvénye**: mind az erőfeszítéseknél, mind pedig a környezeti hatások érvényesülésekor. Vagyis: rövid időn át rendkívül nagy teljesítőképesség lehetséges, illetve megengedett; hosszú ideig tartó munkavégzés, és behatások esetében a teljesítőképesség csökken.

Egy személy terhelhetősége a külső terhelés formájától is függ. Ezért beszélhetünk testi terhelhetőségről, hővel terhelhetőségről (hőtűrő képességről), lelki terhelhetőségről stb. Ezen kívül a terhelhetőséget meghatározza:

- a testi felépítés és állapot;
- a kor, a nem;
- az edzettség (kondíció).

Az előbbi fogalmak bevezetésének az a feltétele, hogy:

- meghatározott védelmi intézkedésekre, felszerelési tárgyakra vonatkozó előírások jóváhagyása nem csak a technikai szempontokra, hanem az ember funkcionális terhelésével kapcsolatos következményekre való tekintettel is történjen; mindazt, ami az emberi reakciókkal és a terhelési esetekkel kapcsolatos, azt a parancsnoknak, az orvosnak, a fiziológusnak, és a pszichológusnak egységesen kell értelmezni;

- a munkahelyzetet úgy kell manipulálni, hogy a túlzottan fenyegető veszélyek csökkenjenek, és megkövetelhető legyen feladatának ésszerű végrehajtása.



Amikor egy munkáscsoport terhelhetőségét, feladatának nehézségével kell összehangba hozni a munkalélektan keretében ez viszonylag egyszerű feladat:

- meg kell mérni a külső munkát (mechanikai munkát), a munkák funkcionális terhelését (lélektani vagy energetikai munka, mechanikai munka);

- a munka-fiziológusnak ellenőriznie kell, hogy ezek a tényezők az ezen a területen érvényes higiéniai normákkal megegyeznek-e, és ettől függően az adott esetben meg kell tennie azokat az intézkedéseket, amelyek a külső terhelés csökkentésével, vagy a munkás funkcionális terhelhetőségének növelésével, kiválogatásával vagy egyéb tényezők beiktatásával összefüggenek.

A tűzoltóság helyzetében mindez korántsem ilyen egyszerű. A külső terhelés ugyanis előre nem mérhető. Csak a taktikai helyzet felderítése után állapítható meg becslésszerűen, hogy a résztvevőkre milyen külső terhelés hat. A lehetséges helyzetek igen nagy száma miatt – a külső terhelés nagyságát illetően – csak „egyszerű gyakorlati szabályokat” alkalmazhatunk.

A tűzoltó mozgása gyakran futásból, mászásból, kúszásból, teherhordásból stb. tevődik össze. Funkcionális terhelhetőségének egy részét azonban a munkától eltérő külső terhelési formák veszik igénybe, pl. a füstgázok, a mérgek okozta terhelés és hőterhelés, amelyek hatásaként kevesebb külső munka elvégzésére képes.

A mai, korszerű tűzoltói technikákat alkalmazó beavatkozásoknál már nem megengedhetőek az olyan „Egyszerű gyakorlati szabály”-ként alkalmazott kijelentések, hogy a tűzoltó csak funkcionális teljesítőképességének határáig terhelhető. Ez túl általános megközelítés, minden ember más és más terhelhetőséggel és terheléstűrő-képességgel rendelkezik, ezért van szükség az „egyes” tűzoltó teljesítményének mérésére és annak meghatározására.

I. 3. A tűzoltás és műszaki mentés során fellépő külső és belső ingerek hatása a tűzoltó munkavégző képességének (elfáradás) csökkenésére.

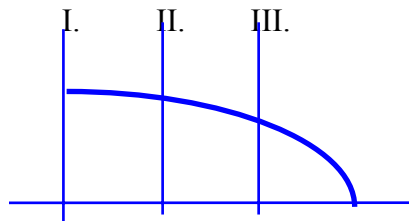
#### I. 3. 1. A fáradásról általában

Az elfáradás, a fáradtság jelenségét mindenki megtapasztalhatta, mégis annak változatos formái és összetevői rendkívül megnehezítik korai felismerését és gyors megszüntetését. A fáradtság létrejöttét alapvetően két tényező befolyásolja döntően. Az egyik a munka (terhelés) nagysága (intenzitása) a másik a tevékenység időtartama.

Az ember egy ideig minden különösebb erőfeszítés nélkül képes a munka intenzitását fenntartani. Egy ideig az energia-felhasználást bőségesen fedezik a tartalékok. Ilyenkor a fáradás semmiféle szubjektív-objektív információk alapján nem regisztrálható. Eközben a munkavégzés nem kényszeríti az egyént akarati erőbevetésre, teljesítményének pszichikai tényezőkkel való fenntartására (első fázis). [58]

A további munkavégzéshez egyre több erőfeszítés szükséges, bár a munka intenzitása, illetve a teljesítmény az előbbivel azonos szintű marad. Ezt a munkavégzést úgy lehetne jellemezni, hogy a fellépő fáradtságérzést akarati erőfeszítésekkel egyenlíthetjük ki. Pszichikai úton segítettünk a fellépő kellemetlen, teljesítményt csökkentő hatásokat ellensúlyozni (második fázis). [58]

Amikor megközelítően azonos intenzitással tovább tart a munkavégzés, akkor a teljesítmény, az akarati erőfeszítés ellenére is csökkenő tendenciájú lesz. Ebben a munkavégzési fázisban a primer biológiai folyamatok uralkodó módon kezdik befolyásolni az egyén munkaintenzitását (harmadik fázis). [58]



1. ábra: Az elfáradás folyamata, forrás: saját.

- I. alpmunkabírás fázisa → energia tartalékok felhasználása
- II. kiegyenlített fázis → pszichés mozgósítás
- III. kiegyenlítetlen fázis → elfogy a felhasználható energia

Mindhárom fázis sajátos élettani, pszichológiai és morfológiai (anatómiai) reakciókkal jellemezhető, az egyes szakaszok időbeli hossza egyén és felkészültségi állapot függő.

#### Fizikai fáradás

A fizikai fáradtság kialakulásában az izom összehúzódásáért felelős idegrendszeri parancsok elégtelensége játszik szerepet, mivel a kalcium nem jut be az izomszövet myofibrillumába.<sup>3</sup> [36] Az emberi vázizomzatban található motoros egységeket<sup>4</sup> a kontrakció sebessége, ereje és a rostok fáradékonysága alapján három osztályba sorolhatjuk:

- Gyors rost (FT) (FG) nagy erő kifejtés, nagy fáradékonyság (II. b típus)<sup>5</sup>
- Gyors rost (FT) (FOG) közepes erő kifejtés, fáradásnak ellenáll (II. a típus)
- Lassú rost (ST) (SO) alacsony feszülés, fáradásnak ellenáll (I. típus)

A különböző izomrost típusok közötti anyagcsere és kontraktilis különbségei nemcsak a terhelés során létrejövő anyagcsere választ befolyásolják, hanem a fizikai teljesítőképességet is. A hosszú ideig tartó állóképességi terhelést rendszeresen végzőknél főleg az ST típusú izomrostok dominálnak, míg a rövid ideig tartó rendszeres intenzív terheléssel a magas FT rostarány jár együtt. [36]

<sup>3</sup> Az izomrostban található, összehúzódásra képes izomszálak.

<sup>4</sup> A gerincvelői motoneuron és az általa beidegzett izomrost alkotja a motoros egységet.

<sup>5</sup> FG- gyors, glikolitikus, FOG- gyors,oxidatív, glikolitikus, SO- lassú, oxidatív izomrostok.

## Pszichikai fáradtság

Érzékszervi fáradtság (pl. látótér csökkenése), emocionális fáradtság (nem tud akarni), kognitív fáradtság (nem tud fejben taktikai elemeket megoldani, agyi fáradtság), általános szellemi fáradtság, speciális szellemi fáradtság. [36]

Ezek a típusok a legritkább esetben jelentkeznek önállóan, elszigetelten. A fáradás mindenekelőtt a szellemi tevékenység következménye. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a helyreállítás módja, időtartama sajátosan alakul.

### I. 3. 2. A teljesítőképeséget korlátozó tényezők

A fáradás, elfáradás az a jelenség, amikor valamely tevékenységet az adott intenzitás mellett nem tudunk folytatni. A fáradtság általában a terheléstűrő képesség csökkenése, amelynek kialakulásáért felelős összetevői specifikusak a terhelésre, a környezeti tényezőkre, valamint számos olyan körülményre, amely rontja a teljesítőképeséget.

„Megkülönböztetünk általános és helyi fáradást. A fáradásban a központi idegrendszeri, szabályozási és az izomzati (helyi) tényezők egyaránt szerepet játszanak. Minél kevésbé edzett valaki, annál inkább központi tényezők okozzák a fáradást. Különböző, az izommunkát követő anyagcsere-változások, vagyis magukból az izmokból kiinduló jelzések hatására a központi tevékenysége hamar csökken. Az edzettek jobban tudják mozgósítani tartalékaikat, tehát inkább szerepet kapnak a perifériás tényezők is a fáradásban.” [36]

„Az izom helyi fáradásában az ingerlékenységért felelős struktúrák játsszák az alapvető szerepet. Elsősorban a membránpermeabilitás<sup>6</sup> tehető felelőssé a fáradásért. Ez magyarázhatja, hogy különböző membránstabilizáló hatású anyagokkal, amelyek az ingerküszöböt emelik, a fáradást késleltetni lehet.” [36]

---

<sup>6</sup> A sejtmembrán ingeráteresztő képessége.

A fáradtság meghatározható anatómiai terület szerint (pl. neuromuscularis, központi idegrendszeri vagy vázizom fáradtság) vagy funkció szerint (pl. anyagcsere fáradtság vagy dehidráció miatti fáradtság).

A tűzoltói beavatkozások során a fáradtság kialakulásának valamennyi fajtájával találkozunk. A tűzoltók egészségvédelme, valamint a munkavégzés hatékonyságának érdekében tisztában kell lennünk azzal, hogy egy-egy beavatkozás során mi okozza az elfáradást és mennyi idő alatt alakul ki a teljesítőképesség csökkenése.

### I. 3. 2. 1. Fáradtság a rövid idejű tartó intenzív terhelés során

A tűzoltói gyakorlatban a rövid idejű intenzív terhelést jellemzően a káreset helyszínén történő szerelési feladatok (pl. létraszerelés légzőkészülékben, villamos- emelés, feszítő- vágó eszközök alkalmazása, különböző terhek cipelése, emeletre való felhatolás stb.) jelenti. Ezekre a terhelésekre a maximális vagy ahhoz közeli erő kifejtés és a mozgássor lehető leggyorsabb végrehajtása a jellemző.

Törekedni kell a szerelési feladatok gyors, pontos végrehajtására, hiszen egy- két perc késlekedés ember életét múlhatná. A tűzoltási beavatkozások dinamikája a közel maximális intenzitású, légzőkészülékben végrehajtott szerelési feladatok, behatolás, életmentés gyakorlatában a 45"-től a 8-9' időintervallumot fognak át, jelentős oxigénadósságot felhalmozva. Ebben a szakaszban az anizometriás koncentrikus kontrakció<sup>7</sup> jellemzi az izomműködést, valamint az anyagcsere folyamatokban az anaerob energianyerési utak kerülnek előtérbe.

Ezt követi egy viszonylag statikusabb tűzoltási szakasz, ahol az oltás előkészítése során felhalmozódott oxigénadósság kompenzálása közben a hőterhelés és a tűzoltó sugár kezelésekor (7-8 bar) fellépő izometriás kontrakció okozza az igénybevételt.

---

<sup>7</sup> Izomösszehúzódás váltakozó izomfeszültség mellett.

A fáradtság oka ezekben az esetekben elsősorban az anyagcsere metabolitok felhalmozódása (Tejsavtermelés és vázizom acidózis, ADP és foszfor növekedése), de az energiaraktárak kiürülése (Kreatinfoszfát és ATP források kiürülése, a glikogénraktárak csökkenése), az elektrokémiai folyamatok romlása (romlik az izomrostok membránjának de- és repolarizációja) és a központi idegrendszer fáradása is szerepet játszik.

#### I. 3. 2. 2. Fáradtság a hosszú ideig tartó, közepes intenzitású terhelés során

A tűzoltók munkájuk során számos alkalommal találkoznak a hosszan tartó közepes intenzitású terheléssel. Egy-egy nagyobb káreset során, amikor a tűzoltás előkészítése (sugarak, létrák, műszaki mentő eszközök szerelése) már megtörtént, akkor következik maga a tűzoltás vagy műszaki mentés, amely a pár perces időtartamtól akár több óráig is eltarthat. Leggyakrabban azonban ezzel a terhelési formával erdőtüz oltási munkáknál, viharok utáni tömeges káresek felszámolásánál, hosszan tartó árvízvédelmi vagy műszaki mentési munkálatoknál találkozhatunk.

A fáradás ebben az esetben leggyakrabban az energiaszolgáltató tápanyagok kimerülése miatt jön létre, azonban a hipertermia<sup>8</sup> és a dehidráció<sup>9</sup> felgyorsíthatja a folyamatot. A tűzoltói gyakorlatban a hipertémia okozta fáradás jelenti a legnagyobb veszélyt.

A tűzoltók munkavégzése, annak intenzitása és időtartama nem tervezhető, mint az élsportolók edzésének terhelése. A 24 órás szolgálat minden percben készen kell állni arra, hogy akár műszaki mentésnél, tető, pince, vagy avartűznél kell munkát végezni, és nem lehet előre tervezni az igénybevétel idejét és időtartamát.

---

<sup>8</sup> A testhőmérséklet emelkedése.

<sup>9</sup> A folyadékvesztés egyensúlyának zavara.

Vizsgálataink szerint [40] a fővárosi tűzoltók alacsonyabb haematokrit<sup>10</sup> értékei jelzik a fokozottabb verejtékezést és a hőleadás nehezebb körülményeit, amely jelentősen befolyásolja a teljesítményt. Az elfáradási folyamatok késleltetésének érdekében alapvetően két lehetőség áll rendelkezésünkre:

- A kondicionális képességek fejlesztésével az edzetségi állapot növelése, melynek következtében az egyes fázisok időben kitolhatóak, az elfáradás később következik be.
- A szervezet energia és folyadékháztartásának optimumon tartása, melyből a tűzoltók esetében a folyadékpótláson van a hangsúly, hiszen a beavatkozások alkalmával a hősérülés és a dehidráció okozza a legfőbb veszélyforrást. [40]

#### I. 4. Összefoglalás:

A fejezetben vizsgáltam a tűzoltó szervezetre ható fizikai terheléseket a tűzoltás és műszaki mentések során, értelmeztem a terhelhetőség, teljesítmény, a külső és belső terhelés fogalmát. A tűzoltói beavatkozások szemszögéből csoportosítottam a külső és belső terhelés formáit.

Elemeztem a tűzoltói munka során fellépő elfáradás kialakulását és meghatároztam a tűzoltók teljesítőképesség csökkenésének okait a rövid ideig tartó, intenzív és a hosszú ideig tartó közepes munkavégzés okán.

Meghatároztam az elfáradási folyamatok késleltetésének alapvető módszereit a tűzoltói munkavégzés kapcsán.

---

<sup>10</sup> A haematokrit érték a plazmában található sejtes elemek arányáról ad felvilágosítást.

## II. FEJEZET. A VÉDŐFELSZERELÉS, LÉGZŐKÉSZÜLÉKBEN TÖRTÉNŐ HATÉKONY BEAVATKOZÁS ÁTLAGOS IDŐINTERVALLUMÁNAK VIZSGÁLATA.

### II. 1. A védőfelszerelés alkalmazásának fiziológiai hatásai viselőjére

Minden munkatevékenység az emberi szervezet meghatározott, változó mértékű, de sohasem elhanyagolható igénybevételét jelenti. Az igénybevétel jellegét és mértékét az adott tevékenység és a munkakörülmények összessége határozza meg. A munkavégzéshez szükséges energiát a szervezet az anyagcsere folyamán biztosítja. Az anyagcsere a védőfelszerelést (légzőkészüléket és védőruházatot) viselő számára biztosítania kell:

- *az alapanyagcserét*
- *a mozgásból adódó energiaigényt*
- *a járulékos energiaigényeket: hasznos munkaterhelésből adódó, védőöltözék viseléséből adódó, légzőkészülék alkalmazásából adódó energia igényeket.*

A tűzoltó védőfelszerelés a viselőjét szinte teljes mértékben függetleníti a külső környezettől, és megvédi a testet a külső hőhatásoktól. Éppen ez a zárt ruházat jelenthet fokozott fiziológiai és pszichológiai igénybevételt a viselője számára. Ezért a technikai lehetőségek, a biztonság, valamint az emberi tűrőképesség között ésszerű kompromisszumot kell vonni. [50]

A védőfelszerelés viselőjére általánosságban megterhelő tényezők, a légzésvédelem, a védőfelszerelés súlya, a ruhából adódó mozgáskorlátozottság, a látótér beszűkülése, a nehezebb megérthetőség (kommunikációs nehézségek). További terhelést jelent a fokozott munkateljesítmény és/vagy a külső hőmérsékletemelkedés következtében jelentkező, a szervezet hőháztartását befolyásoló hővisszatartás és hőtorlódás. Emellett számolni kell a szervezet esetleges só- és vízháztartásának zavarával is.



## II. 1. 1. Klimatikus (mikroklimatikus) igénybevételek

A bevetésen résztvevő - tevékenységének jellegénél fogva - pl. tűzoltás, kárelhárítás alkalmával az esetek döntő többségében a normál környezeti hőmérsékletnél magasabb hőmérsékleten végez munkát. A külső klíma kedvezőtlen hatását a védőfelszerelésen belüli ún. mikroklíma tovább rontja.

A hőség - különösen, ha a levegő fülledt, s magas páratartalmú - még a pihenő emberre is nyomasztó hatást gyakorol, amelynek következtében fáradtságérzés, aluszékonyság, figyelemzavar, a pszichikus működések általános gátoltsága léphet fel. Tűzoltási-kárelhárítási tevékenységeknél a magas környezeti hőmérséklet, jelentős izommunkával párosul. A magas hőmérséklet mellett a levegő relatív nedvesség viszonyai is többnyire kedvezőtlenek, a légáramlás korlátozott, a levegő szennyezett. A környezeti, tárgyi tényezőknek ez a kedvezőtlen együttese gyakran okozhat heveny rosszullétet, nem egy esetben eszméletvesztést. Mindez az olyan balesetveszélyes tevékenységnél, mint a tűzesetek mentési munkálatai, rendkívül kedvezőtlenül befolyásolja a munkabiztonságot. [50]

Az emberek egyéni tűrőképessége, edzettségi, fittségi állapota nagy szerepet játszik abban, hogy a fentebb említett tünetek kialakulnak-e az adott személyeknél vagy sem.

Könnyen belátható, hogy a vezetés, sugárzás, áramlás útján történő hőleadás megszűnik, amikor a környezeti hőmérséklet azonossá válik a test hőmérsékletével. Sőt, amennyiben a környezeti hőmérséklet magasabb, mint a test hőmérséklete, a szervezet hőt vesz fel.

A szervezet viszont ilyen körülmények között is képes megőrizni a maghőmérsékletét. A hőleadás ekkor párologtatással történik. A párologás mértékét a környezeti hőmérséklet mellett a levegő relatív nedvességtartalma jelentősen befolyásolja.

Száraz levegőben nagyon gyors, páradús levegőben csökkent párolgással számolhatunk, sőt 100%-os relatív nedvességtartalom mellett a párolgás megszűnik. Amennyiben a szervezet a bőr hőmérsékletével megegyező és 100%-os relatív páratartalmú környezetbe kerül, még nyugalomban is kezd felmelegedni, mivel alapanyagcseréje folyamán keletkezett hőt nem tudja leadni környezetének. Ha a testhőmérséklet 40°C-ra emelkedik, romlik a központi idegrendszer működése, 41-42°C - nál görcsös állapot és eszméletvesztés következik be, 43°C-nál pedig keringési elégtelenség következtében beáll a halál. [50]

#### II. 1. 1. 1. A védőfelszerelés hatása a hőegyensúlyra

„A tűzoltó védőruházat viselőjüket szinte légmentesen határolja el a környezet levegőjétől. Ezek többé-kevésbé termikus csapdához hasonlítanak, mivel a szervezet által termelt hőt csak részben tudják elvezetni. Ennek következménye: a ruhán belüli mikroklíma kedvezőtlen változása. A hőmérséklet és páratartalom egyaránt nő. Ebben a nedves, meleg klímában a hőleadási lehetőségek nagymértékben korlátozottak, így az intenzív fizikai munka csak nagy erőfeszítés mellett végezhető. A bőr vérátáramlása sokkal intenzívebbé válik ahhoz, hogy a hőegyensúlyt fenntartsa. A nedves, meleg klíma következtében nagyobb keringési megterhelés lép fel, ezért sokkal hamarabb bekövetkezik a szervezet kimerülése.” [50]

„Amennyiben a mikroklíma a védőöltözetben olyan, hogy sem sugárzás, sem vezetés, sem áramlás útján hőleadás nem lehetséges, és az izzadással járó párolgás csak korlátozottan funkcionál, úgy veszélyes hővisszatartás következik be, melynek ismert eredménye az ájulással járó rosszullét.” [50]

„A védőöltözék másik kedvezőtlen hatása a levegő nedvességtartalmának relatíve gyors növelése. Amikor a levegő vízgőzökkel telített megkezdődik az erős, de hatástalan izzadság-kiválasztódás. Ez a szervezet víz- és sóháztartásának zavarához vezet.” [50]

„Amennyiben tehát a meleg környezetben tevékenykedő ember által használt védőruházat nincs belső szellőzéssel ellátva, illetve a belső ruhaszellőzés működése nem kielégítő, a mikroklíma a "füledt" tartományban mozog. A ruhán belüli nedvességtartalom növekedése egyre inkább akadályozza a szervezet párolgási hő leadását.” [50]

## II. 1. 1. 2. A védőfelszerelés használata alkalmával jelentkező fiziológiai és pszichológiai igénybevételek, hatások

A pszichikai igénybevételek mértékének meghatározása korántsem egyszerű, legtöbbször csak komplex eljárásokkal (pl. információrendszer és a cselekvések egyidejű elemzésével) lehet megállapítani.

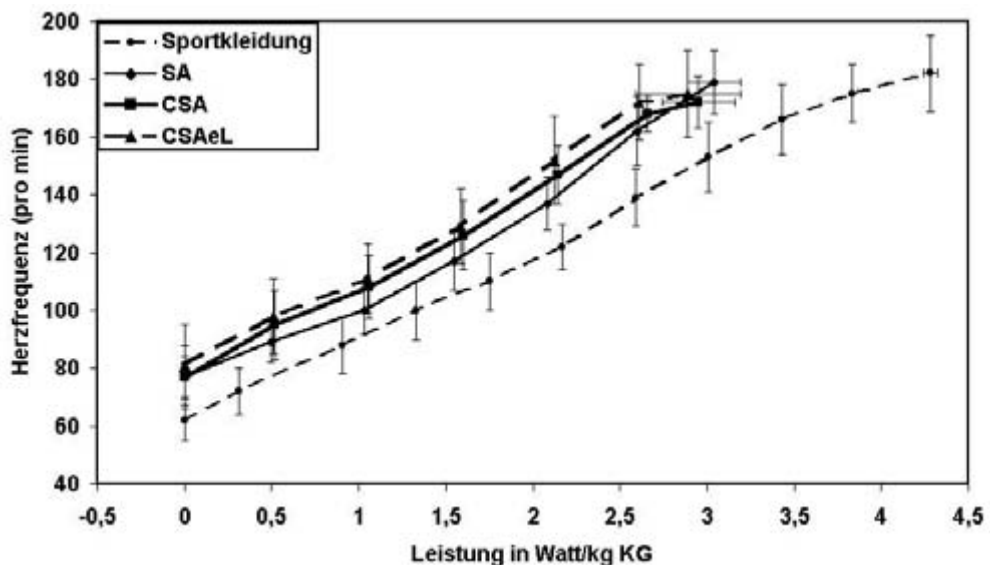
Az igénybevétel mértékének problémája összefonódik az alkalmazkodóképesség mértékével. Bizonyos mértékig szubjektív állapotok (fáradtságérzés, idegesség, belső bizonytalanság), valamint a teljesítmény visszaesése jelezhetik az alkalmazkodás zavarait.

Az alkalmazkodás elsődleges zavarát mutathatja, ha az egyén információt felfogó képessége a szokásos alá csökken. Ez származhat pl. az érzékszervek működési zavaiból. Főként az egyes érzékszervek egyoldalú igénybevételét követheti olykor időleges működészavar, ha az információ-felvétel külső feltételei nem megfelelőek. Az alkalmazkodóképesség zavara megnyilvánulhat a figyelem dekoncentrációjában is, melyet pl. a fáradtság, kimerülés válthat ki. Az alkalmazkodás zavara más esetekben a mozgás összehangoltságának megbomlásában, szokatlan, zavaró mozdulatokban, a reakcióidő megnyúlásában fejeződik ki. Mindez fokozza az egyéni veszélyeztetettséget. [50]

A tűzoltóra ható külső hatások okozta testhőmérséklet, bőrhőmérséklet emelkedését és az ennek hatására bekövetkező teljesítménycsökkenést az alábbi vizsgálati eredmények is igazolják.

Lorenz és mtsi. [43] 6 hivatásos tűzoltón végeztek laboratóriumi vizsgálatokat a védőruhában történő munkavégzéskor fellépő teljesítménycsökkenés okainak feltárására. A tűzoltók a három napos vizsgálat során először sportruházatban majd védőfelszerelésben (SA), azután egyszerű (CSA) és klimatizált gáztömör védőruhában (CSAeL) hajtották végre az egységes, progresszív terhelési protokollt futószalagon. A terhelés közben pulzus (2. ábra), laktát<sup>11</sup>, bőr és maghőmérséklet<sup>12</sup> (3. ábra) monitorozása történt.

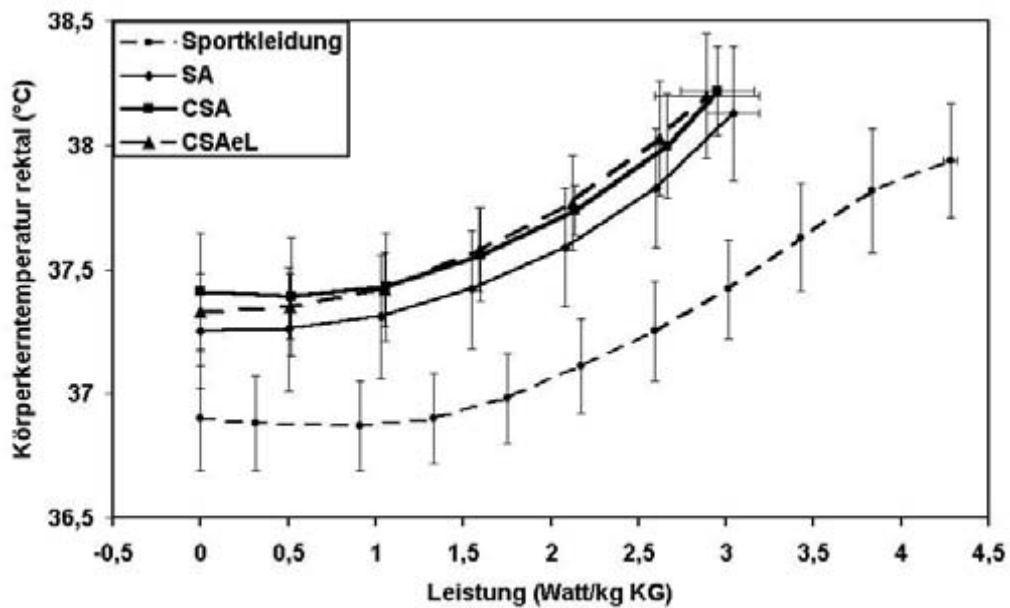
Az eredményekből megállapítható, hogy a sportfelszerelésben elért teljesítmény (4 W/kg/ttkg) és a hozzá tartozó maximális pulzusszám, maghőmérséklet szignifikánsan magasabb, mint a védőruházatokban (3,1 W/kg SA, 2,9 CSA és 2,8 CSAeL-ben), ellenben a laktát szintje alacsonyabb, mint a sportruházatban mért értékek.



2. ábra: A szívfrekvencia változása a teljesítmény függvényében a különböző védőfelszerelésekben. [43]

<sup>11</sup> Az oxigénszegény (anaerob) körülmények között végzett izommunka során a glikolízis anyagcsere folyamatának végterméke. Felszaporodásának mértékéből az izommunka intenzitására következtethetünk.

<sup>12</sup> Az emberi szervezet szerveinek (agy, máj, stb.) hőmérséklete, végbélen (rektálisan) vagy fülben mérjük.



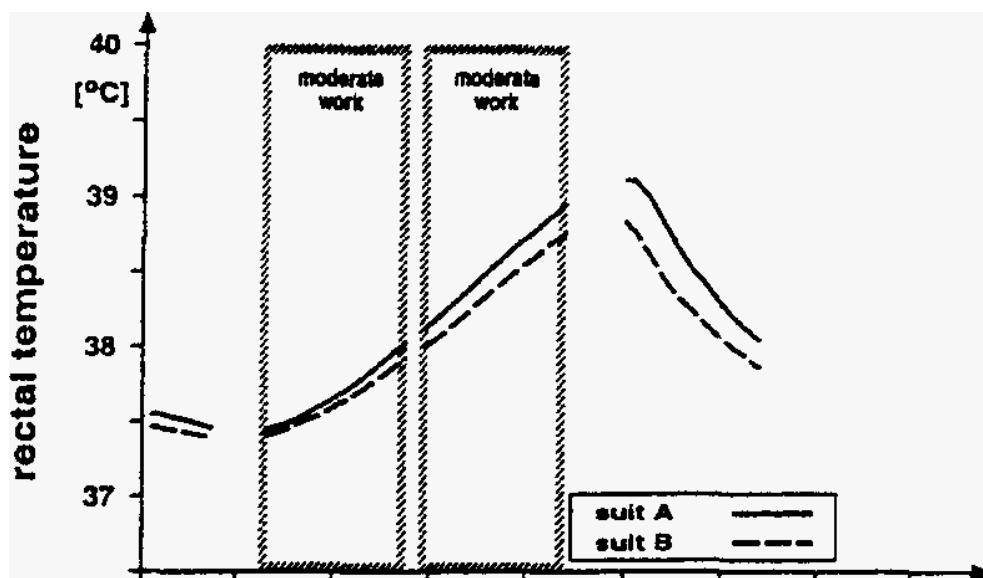
3. ábra: A testhőmérséklet alakulása a teljesítmény függvényében a különböző védőfelszerelésekben. [43]

Ilmarinen és mtsi. [32] 83 egészséges tűzoltón végeztek vizsgálatot, speciális tűzoltói feladatokat (kalapácsolás, tömlőhúzás, lépcsómászás-létrameelés, súlyhúzás, tájékozódás elsötétített tesztpályán, közben személy mentése párban) végrehajtva, az 5 feladat közt 10 perces pihenőkkel. Az összes feladatot max. 105 perc alatt kellett végrehajtani teljes védőfelszerelés és légzőkészülék alkalmazásával, pulzus és testhőmérséklet monitorozása mellett. A tesztet 75 tűzoltónak sikerült befejeznie, közülük 63-an szintidőn belül teljesítettek. A munkafázisokban átlagosan 150-185 értékeket, individuálisan azonban a különböző feladatokban más –más átlagértékeket (171-196, 169-199, 175-206) tapasztaltak, 9 tűzoltónál 209 bpm/min. nél magasabb értékeket mértek. A pihenőfázisokban átlagosan 110-150 pulzusértékeket rögzítettek.

A testhőmérséklet tekintetében a vizsgálat folyamán progresszíven emelkedő ( $^{\circ}\text{C}$ ) értékeket (indulás: 37,1-38,1, 1. feladat: 37,5-39,4, 2. feladat: 38,1-39,9, 3. feladat: 38,0-39,8) tapasztaltak, 55 tűzoltónak 39,9  $^{\circ}\text{C}$  magasabb csúcserőértéket mértek.

Ezen értékek kimerítik a Nemzetközi Etikai Bizottság Helsinkiben elfogadott alapelveit [11] a kedvezőtlen munkakörülményekről, [34] miszerint a munkavállalót érő külső hőmérséklet (nem a test, mint a tesztben!!!!) Nem haladhatja meg a  $39,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nem tapasztalhat szubjektív fáradtságérzést az izmokban és extrém nehézlégzést.

Ilmarinen és mtsi. [33] nem találtak szignifikáns különbséget a hőstressz tekintetében azokban a vizsgálatokban, amelyekben a tűzoltók mikroporózus membránnal ellátott szövetű és azok között, akik hagyományos tűzoltó védőfelszerelésben hajtottak végre ergometriás terhelést. (4. ábra)



4. ábra: A testhőmérséklet változása a kétfajta védőfelszerelésben („A” hagyományos, „B” mikroporózus membránnal ellátott) [33]

Williams [5] kutatásaiban a tűzoltók légzőkészülékben történő munkavégző-képességének növelését vizsgálta a légzőkészülékben lévő levegőfrakciók megváltoztatásával. A kutatás alaphipotézise az volt, hogy az oxigénben gazdagabb levegő használatával növelhető a tűzoltók teljesítménye és munkavégző-képessége.

Vizsgálatában, oxigénben gazdag (40-60%-os O<sub>2</sub>), úgynevezett „HYPEROX” és normál (21% O<sub>2</sub>) „NORMOX”keverékkel töltötte fel a 15 hivatásos tűzoltó által használt légzőkészülékeket, akik így hajtották végre a „Firefighter Combat Challenge” speciális tűzoltósport versenyszámain. A kísérlet során pulzus, laktát értékek ellenőrzése történt.

Feltevése szerint a HYPEROX-os keverék hatására a pulzusszám és a laktát-szint alacsonyabb lesz a terhelés közben és végén, mint a NORMOX keveréket használóknál. Továbbá az egyes feladatok teljesítési ideje és a feladatok összideje is csökkenni fog a HIPEROX levegőkeverék használatával.

Eredményeiben feltevései részben igazolódtak. A HYPEROX-os keverék hatására nem csökkent a pulzusszám és a laktát szint értéke a terhelés során. Ennek ellenére több versenyszám teljesítési ideje szignifikánsan (5-9%-al), valamint az összidő is csökkent.

Smith és mtsi. [59] 15 hivatásos tűzoltón vizsgálták a fizikai munka hatásait az élettani paraméterek (pulzus, laktát, testhőmérséklet) monitorozásán keresztül, védőfelszerelésben és sportfelszerelésben végrehajtott gyakorlat során. Eredményeikben [60] egyértelműen megállapították, hogy az élettani paraméterek (pulzus, laktát, hőmérséklet) mérésével előre jelezhető a védőruha által okozott hőstresszor hatás.

Fogarty és mtsi [23] 7 védőfelszerelést és sportruházatot viselő hivatásos tűzoltón vizsgálták laboratóriumi körülmények között a fizikai terhelés hatását a vérkeringésre, a test és bőrhőmérséklet változásaira. Eredményeikben tűzoltó védőruhában szignifikánsan alacsonyabb volt a végzett munka ideje (52,5' vs. 58,9') és a teljesítménye (204 W vs. 277 W). Magasabb értékeket tapasztaltak a test (37,9 °C vs. 37,5 °C), és a bőr (37,3 °C vs. 36,9 °C) hőmérsékletében.

Carter, [35] Griefahn és Kühnemund [28] 12 hivatásos (két csoport) tűzoltón végzett vizsgálatában teljes védőfelszerelésben és légzőkészülékben 10' es munkafázisok után 10' pihenőfázisok -az össződő 40'- következnek egy állandó klímájú (40 °C, 70% páratartalom) helyiségben. A tűzoltókon pulzus, maghőmérsékletet mért. A pihenő időben az egyik csoportot ventilátor segítségével hűtötte. Eredményei szerint azoknak a tűzoltóknak, akik ventilátor hűtése nélkül pihentek a terheléses szakaszok között 0,7 °C fokkal magasabb volt a maghőmérséklete azokénál, akiket a 10 perces pihenőkben hűtöttek.

Dr. Petrekanits Máté tűzoltókon végzett spiroergometriás vizsgálati eredményei is alátámasztják azt, hogy a védőfelszerelésben, légzőkészülékben történt munkavégzéskor jelentősen csökkent a tűzoltó teljesítménye a sportfelszerelésben végzett ellenőrző vizsgálatához képest.

„A tűzoltóruha és felszerelés pedig a mérések szerint igencsak igénybe veszi a keringési rendszert, de az izomzatot is. Ruha nélkül a bőr hőmérséklete az indulási hőmérséklethez képest a terhelés hatására 8-9 kilométeres sebességig emelkedik, majd a terhelés végéig egy fokot hűl, ami által lehetőség van jelenős terhelés elviselésére.

Tűzoltóruhában már induláskor 36 fokra emelkedett a bőrhőmérséklet, amelynek terhelés alatti görbéje az intenzív keringési teljesítmény, pl. gyorsan emelkedő pulzusszám miatt ellaposodik, de tovább emelkedik 36,7 fokig.

A terhelés után - mivel megszűnik az intenzív izomprés a kapillárisokra - a hőmérséklet eléri a 37,68 fokot. Az elérhető teljesítmény azonban átlagosan 9,5 km/óra sebességre csökken.” [57]



A tűzszimulációs konténerben végzett vizsgálataink [20] alapján a bőrhőmérsékletek igen erősen szignifikánsan ( $r = 0,4586$ ,  $p \leq 0,001$ , ahol  $n=30$ ) magasabbak voltak ( $42,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) mint a laboratóriumban mért ( $37,6$ ) adatok. A konténerben valódi hőterhelés elé állítjuk a tűzoltót olyan valóság-hű szituációkban, mint valódi tűzoltás közben. A külső hőmérséklet  $1,5\text{ m}$ -en  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , valamint közvetlenül a mennyezet alatt a flash over oltásánál  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ennek hatására alakul ki a valóság-hű szimuláció és élethű körülmények között mérhetőek az élettani paraméterek változásai.

## II. 2. A bevetési idő meghatározása védőfelszerelés alkalmazásakor

Az egyik legfontosabb kérdés a tűzoltói beavatkozások vizsgálata során, hogy a teljes védőfelszerelés és légzőkészülék alkalmazásával mennyi idő áll rendelkezésre a tűzoltónak a biztonságos mentéshez úgy, hogy a visszavonuláshoz szükséges levegőmennyiség is biztosítva legyen. Korábban írott és íratlan szabályok, tapasztalati értékek alapján határozzák meg a légzőkészülékben történő beavatkozás biztonságos időtartamát. Jelenleg a legmodernebb légzőkészülék gyártók a légzőkészüléket különböző biztonsági berendezésekkel látják el (bodyguard, jelzősíp, mozgásérzékelő stb.), amelyek létfontosságú információval látják el a tűzoltót a levegő mennyiségéről, annak felhasználási idejéről, sőt információval szolgálnak a füsttáron elhelyezett adatközpontba. Ennek alapján lehetővé válik a beavatkozás biztonságának megítélése, valamint a bajba jutott tűzoltó mentésének megkezdése.

Mélykúti szerint [50] a bevetési időt az adott körülmények figyelembevételével minden esetben konkrétan meg kell határozni, a bevetési diagram segítségével. A tevékenység megszervezése, a bevetési és pihenési idő meghatározása fontos vezetői feladat. Minden esetben figyelmet kell fordítani a pihenési idő megoszlására, és a felhasználás módjára. Lényeges, hogy a pihenési idő - mint önálló tartalommal bíró időszakasz - kiválassza a bevetési folyamatból.

Azonban a tűzoltói beavatkozások nem tervezhetőek előre és a levegő felhasználás az adott mentési szituációban sokféle külső és belső tényezőtől függ, így a bevetési idő kiszámítása sem határozható meg táblázatok, sablonok alapján.

Német tűzoltóságoknál végrehajtott vizsgálatok [50] azt mutatták, hogy légzőkészüléket viselő tűzoltóknál 125 Watt munkateljesítménynél 25 perc múlva kimerülési jelenségek mutatkoznak. Ugyanakkor teljes védőöltözetben végzett, azonos intenzitású munkánál a kimerülés jelei már 17 perc elteltével tapasztalhatóak voltak. Egy 250 Watt munkateljesítményű vizsgálatnál a teljes kimerültség teljes védőöltözet viselése esetén már 2'15" perc után jelentkezett.

A védőfelszerelés viselésének fiziológiai és pszichológiai hatásai korlátokat szabnak a viselési időtartam tekintetében. Ezért meg kell határozni azokat a bevetési időnormákat, melyek alatt a védőfelszerelés alkalmazása valóban növeli a tűzoltó munkabiztonságát. A maximálisan meghatározott bevetési időn túl a felsorolt fiziológiai és pszichológiai hatások miatt, fokozatosan csökken a munkabiztonság, nő a veszélyeztetettség.

„Számos kísérletnél kimutatták, hogy a mentési idő - a személyre szóló paraméterek mellett (pl. testsúly, edzettség, alkalmazott ruhanemű) - elsősorban a környezeti hőmérséklettől függ. Az egyes esetekben megengedett beavatkozási, mentési időt közepes erősségű és nehéz munkánál az 2. táblázat szemlélteti.

A közepes munkatevékenység megfelel a sík területen 30 kg teherrel történő gyaloglásnak, a nehéz munka pedig az állandó folyamatos lépcsőre mászásnak.” [50]

„A 2. táblázatból leolvasható, hogy közepes munkatevékenységnél és 30 °C - os környezeti hőmérséklet mellett a megengedett maximális bevetési idő 30 perc. Ez az időtartam igazodik a sűrített levegős légzőkészülék bevetési idejéhez. (kb. 45 perc) figyelembe véve a biztonsági tartalékidőt.” [50]

KÖRNYEZETI HŐMÉRSÉKLET (C <sup>0</sup> )	MAXIMÁLIS BEVETÉSI IDŐ (MIN)	
	KÖZEPES MUNKA ESETÉN	NEHÉZ MUNKA ESETÉN
20	30	17
25	30	15
30	30	13
35	27	11
40	19	10
45	14	8
50	11	7

1. táblázat: megengedett beavatkozási, mentési idők közepes erősségű és nehéz munkánál [50]

„Magasabb külső hőmérsékletnél a maximálisan megengedhető bevetési idő - a korábban tárgyalt fiziológiai jelenségek miatt korlátozódik. A bevetési idő a 35-50 °C - os hőmérsékleti intervallumban 7 és 11 perc között ingadozik. Nehéz munkatevékenységnél a veszélyes hővisszatartás már 20 °C -os külső hőmérsékletnél is érvényesül, és igen rövid bevetési időt tesz lehetővé. Ez a 20 °C mellett 17 perc, 50 °C - nál pedig már csak 7 perces munkavégzés lehetséges.” [50]

Ezen táblázatok viszont nem vonatkoztathatóak az egyes emberre és nem szolgálhatnak igazi alapjául a tűzoltó egyéni terhelhetőségének meghatározásához. Egzakt módon csak a beavatkozás közben a bőrhőmérséklet monitorozásával állapítható meg a tűzoltót érő hőkimerülés, valamint a hőtorlódás veszélye.

Fenti kísérletekben többnyire végbélszondával mérték a maghőmérsékletet, amely belátható, hogy éles tűzoltói beavatkozásoknál kivitelezhetetlen.

A tűzszimulációs konténerben végrehajtott vizsgálataink, [20] valamint a német vizsgálatok [22] alapján átlagosan 20 perc az az időtartam, amikor a bőrhőmérséklet és a maghőmérséklet eléri a kritikus határt (a bőrhőmérséklet  $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedésével a maghőmérséklet eléri a  $39\text{ }^{\circ}\text{C}$  os határt), amely átlépése után, a beavatkozást tovább folytatva hatványozottan fokozódik a hőtorlódás következtében fellépő hősérülés, ájulás veszélye.

### II. 3. Összefoglalás:

A fejezetben összefoglaltam a külföldi és hazai szakirodalmat, valamint a saját kutatási eredményeimet, amelyek alapján vizsgáltam a védőfelszerelésben és légzőkészülékben történő beavatkozások során a tűzoltó szervezetére gyakorolt élettani változásokat.

A vizsgálati és kutatási eredmények felhasználásával megállapítottam a zárt térben, légzőkészülék és védőfelszerelés használatával végzett tűzoltás, hatékony beavatkozás átlagos időintervallumát.

### III. FEJEZET. TÚZOLTÓK KIVÁLASZTÁSÁNAK FIZIKAI KÖVETELMÉNYRENDSZERE

A „megfelelő embert a megfelelő helyre” követelmény régóta ismert, talán először a hadsereg alkalmazta a különböző harci beosztások betöltésénél. A tudományos elemzésének nélkülözhetetlenségét azonban a gazdaság fejlődése teremtette meg. A racionális munkavégzés követelménye hozta létre az élettan, pszichológia munkavégzéssel kapcsolatos tudományágait, (terhelésélettan, munkalélektan) amelyek vizsgálatának középpontjában a (munka, az elvégzendő feladat) szervezet által támasztott követelmények és a munkaező által megszemélyesített feltételek optimuma áll napjainkban is. A pályaprofilnak, (pályatükörnek, pályaalkalmasságnak) tartalmaznia kell az adott tevékenység minden fontos jellemzőjét, az egyes tulajdonságok közötti összefüggéseket, mégpedig úgy, hogy azok speciális szakismeret nélkül is áttekinthetők és érthetők legyenek.

A pályaprofil az adott tevékenység sikeres végzésének követelményeit tartalmazza, e szempontból tehát az alkalmassági követelmények meghatározásának eszköze, illetve utal azokra a lehetőségekre is, amelyek segítségével a követelményeknek eleget lehet tenni, azaz fontos információt jelent a képzés, betanítás számára is. Az alkalmasság az adott tevékenység elvégzéséhez, adott beosztás ellátásához szükséges általános és speciális adottságok, képességek, készségek összességét jelenti. Az alkalmasság-vizsgálat célja a várható teljesítmény előrejelzése. A vizsgálat az egyéni tulajdonságok közötti különbség okait és következményeit igyekszik feltárni az ember és a munkavégzés szempontjából.

Az alkalmasság-vizsgálat tehát mindig az egész személyiségre irányul, arra próbál választ keresni, hogy az egyén képes-e az adott feladat ellátására, illetve nem rendelkezik-e olyan jellemzőkkel, amelyek egyértelműen kizárják, vagy nagymértékben valószínűtlenné teszik a sikeres munkavégzést. Ebből következik, hogy az alkalmasság csak potenciálisan állapítható meg, mindig a gyakorlatban dől el, hogy beválik-e az adott személy az adott beosztásra.

A beválás vizsgálat (egyidejű alkalmasság-vizsgálat) lényegében az alkalmasság- vizsgálat eredménye gyakorlatban visszaigazolt próbájának, utólagos kontrolljának tekinthető. Arra ad választ, hogy az egyén tevékenysége mennyire eredményes, sikeres az adott, konkrét beosztásban, munkakörben.

„A valóságban a beválás vizsgálat során két oldalt szükséges vizsgálni: tudja-e az ember teljesíteni az elvárásokat, képes-e a követelményeknek megfelelni, illetve alkalmas-e az optimális élettani, pszichés, vagy a munkakörnek megfelelő teljesítményre. A beválás mértékének meghatározásához szükség van az egyes alkalmassági faktorok értékeire, például a fizikai, élettani, pszichés, szellemi, de speciális tűzoltói feladatok elvégzéséhez szükséges képességek szintjének számszerű meghatározására, értékelésére.” [56]

Az alkalmasság vizsgálat és a célorientált kiválasztás hatékonyságának fokozása érdekében szükséges a fizikai és pszichés teljesítőképesség iránti követelmények pontosabb meghatározása. Lényeges, hogy objektív módszerekkel tudjuk megítélni a hivatásos tűzoltók szolgálat közbeni tevékenységét. A kiválasztás és a kiképzés támogatásán túl arra is szükség van, hogy a különböző veszélyhelyzetekben megbízhatóan meg tudjuk ítélni a résztvevők cselekvőképességét.

Merőben más típusú embert kívánnak a koncepciót készítő és az azt végrehajtó, ún. kivitelező tevékenységek. A pilóta, vagy akár az autóbusszvezető felelősségteljes munkája különleges pszicho-motoros képességeket kíván, ezeket erre szakosodott diagnosztizáló laboratóriumok vizsgálják. A tűzoltók kiválasztásakor viszont más típusúak a kritériumok: például kizáró ok a szédülésre való hajlam, vagy a tériszony és előnyt élveznek a kiemelkedő kondicionális képességekkel jelentkezők.

### III. 1. Tűzoltók időszakos fizikai alkalmassági vizsgálatainak jelenlegi helyzete Magyarországon és a fővárosban.

A tűzoltók a beavatkozásaikat igen nehéz körülmények között, akár testi épségük kockáztatásával végzik nap, mint nap. Elsősorban saját egészségük megóvása érdekében a fegyveres szervek hivatásos állományú tagjainak szolgálati viszonyáról szóló 1996.évi XLIII. törvény már a felvételnél, illetve évente ismétlődő jelleggel rendelkezik a hivatásos állomány tagjai fizikai (erőnléti) állapotának felméréséről, általános kötelezéssel.

A törvény felhatalmazása alapján a 21/2000. (VIII.23.) BM – IM – TNM együttes rendelet (továbbiakban rendelet) fogalmazza meg konkrétan a hivatásos állomány 50 év alatti tagjainak fizikai alkalmasságát minősítő, korcsoportonkénti bontásban foglalt felmérési számokat. A rendelet egyben kötelezi a szervek országos parancsnokait szintfejlesztő programok kidolgozására és a fizikai állapot ennek megfelelő rendszeres fejlesztésére.

A kondicionális képességek (erő, gyorsaság, állóképesség) átlagon felüli szintje elengedhetetlenül szükséges a tűzoltók számára a tűzoltási és műszaki mentési tevékenység kiemelkedő szintű elvégzéséhez. Az akár több órán át tartó tűzoltás, műszaki mentés nagymértékű fizikai megterheléssel jár, amelyet a védőruha és a légzőkészülék viselése jelentősen megnehezít.

A rendelet többek között szabályozza a fegyveres szervek hivatásos, közalkalmazotti és köztisztviselői állományának munkaköri egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságát, amely szerint:

- 4. § (2) A munkaköri alkalmassági vizsgálatok célja annak elbírálása, hogy a vizsgált személy megfelel-e a Hszt. 37. §-ának (1) bekezdése alapján e rendeletben meghatározott egészségi, pszichikai, illetve fizikai alkalmassági követelményeknek, alkalmas-e a szervezet fokozott megterhelésével és igénybevételével járó tevékenységek elvégzésére.

- 5. § (1) A vizsgálatok során el kell bírálni, hogy az érintett személy

- a) egészségi, pszichikai, fizikai szempontból alkalmas-e a betöltendő szolgálati beosztás ellátására;

- b) egészségének vagy testi épségének előre látható károsodása nélkül alkalmas-e egyes, fokozott veszéllyel járó munkatevékenységek elvégzésére;

- c) nem szenved-e valamilyen fertőző betegségben, amely miatt munkaköréből, szolgálati beosztásából adódóan széles körű fertőzést okozhat, vagy betegségben, amelynek következtében bármikor szolgálatképtelenné válhat, vagy amely gyógykezelést, gondozást, egyéb intézkedés megtételét teszi szükségessé;

- d) fizikailag alkalmas-e, illetve képes-e teljesíteni az adott beosztással járó feladatokat.

- 22. § (2) A felmérést a fegyveres szervek és az egyes beosztások sajátosságait figyelembe vevő, az országos parancsnokok által összeállított feladat- és értékelési pontrendszer alapján kell végrehajtani, melyhez a 18. számú mellékletet kell alapul venni.

A 18. számú mellékletben meghatározottak hivatottak arra, hogy megállapítsuk az egyén fizikai alkalmasságát a rendvédelmi szervek állománya (rendőrség, határőrség, hivatásos katasztrófavédelmi szervek, tűzoltóság) számára. Könnyen belátható, hogy a mellékletben meghatározott feladatrendszer nem alkalmas arra, hogy a kiemelten fokozott fizikai igénybevételt jelentő tűzoltói munkavégzést lemodellezve megbízható képet kapjunk az egyén munkaköri alkalmasságáról.

A felmérések közvetlen célja a fizikai állapot, az általános és speciális edzettség felderítése, az egyes szervek és szervezet működési szintjének megállapítása, állapotdiagnózis. [53]



A fizikai felmérés 7 választható számból négyben kötelező érvényű.

- 2000 méteres síkfutás
- 1 perc alatt felülés
- 30 másodperc alatt fekvőtámasz
- hajlított karú függés időre
- fekve nyomás 40 kg (nő) – 60 kg (ffi)
- 4×10 méteres ingafutás
- helyből távolugrás

A felmérésre kötelezett állományt életkora alapján – nemenkénti – 4 korcsoportba kell besorolni, a következők szerint:

<b>Férfi</b>	<b>Nő</b>
1.korcsoport: 18 – 25 év között	5.korcsoport: 18- 25 év
2.korcsoport: 26 – 35 év között	6.korcsoport: 26- 35 év
3.korcsoport: 36 – 45 év között	7.korcsoport: 36- 45 év
4.korcsoport: 46 év felett	8.korcsoport: 46 év felett

A négy kötelező felmérési szám végrehajtásával egyenként 25, összesen 100 pont szerezhető, a szerzett pontszámok alapján a következő minősítések érhetők el:

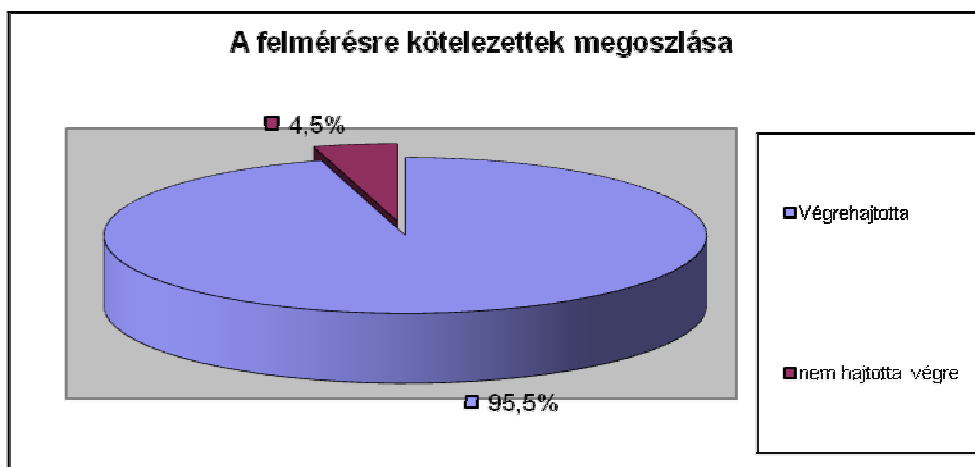
- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| ➤ 0 – 59 pont   | Nem megfelelő |
| ➤ 60 – 100 pont | Megfelelő     |

A nem megfelelő minősítés esetén a kötelező ismételt állapotfelmérés végrehajtását, a rendelet 22.§. (6) bekezdésében meghatározott idővel összhangban, egységesen az első felmérést követő 55. és 65. nap között kell teljesíteni. A kondicionális képességek éves szinten kötelező mérése a belügyminisztérium személyi állományára vonatkozólag 1997-től került bevezetésre. A belügyi rendelet öt éves türelmi időt adott arra, hogy a szervezeti egységek, valamint a teljes személyi állomány hozzászokjon a követelmények rendszeres teljesítéséhez. A felmérés teljesítése egyik feltétele lett az orvosi és a pszichológiai vizsgálatokkal karöltve a beosztás betöltésének, amely a háromutas alkalmassági vizsgálat (pszichológiai, egészségügyi, fizikai) egyik eleme. [42]

A rendelet alapján, országos szinten a BM OKF Főigazgatójának 9/2004 számú intézkedése (a fizikai felmérés végrehajtására) szabályozza a fizikai állapotfelmérés végrehajtását, dokumentálását. Az intézkedés szerint a hivatásos állomány 50 év alatti tagjai számára előírt fizikai állapotfelmérést négy számból kell végrehajtani. A 24/48 órás váltásos időrendben szolgálatot teljesítők és a tűzoltás átvételére jogosultak részére kötelező érvénnyel az alábbiakat határozták meg:

- 2000 méteres síkfutás
- fekvőtámasz vagy fekvő-nyomás
- felülés
- 4X10 m ingafutás.

A hivatali időrendben, valamint a 24/72 órás váltásos időrendben szolgálatot teljesítők a négy felmérési számot a rendelet 18. számú mellékletében felsoroltakból egyénileg választhatott. A **2007.** évben végrehajtott fizikai állapotfelmérés adatainak feldolgozását követően a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság állományának végrehajtási létszámadatainak alakulását az 5. ábra mutatja be:



5. ábra: A felmérést teljesítők és nem teljesítők aránya az FTP-n.

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság 1454 fő felmérésre kötelezett hivatásos állományú tagjából 1388 fő (95.5 %) teljesítette a fizikai állapotfelmérést. Orvosi felmentési javaslat alapján nem hajtotta végre 66 fő (4.5 %).

### III. 2. Nemzetközi kitekintés

A nemzetközi gyakorlatban is előtérben van a tűzoltók kondicionális képességének fejlesztése, valamint a különböző felmérő tesztek, eljárások. **Kanadában** a wild-land-i tűzoltóknál 2008-ban új fizikai alkalmassági teszt került bevezetésre, amelyben egy 4,8 km-es távot kell teljesíteni 20 kg-os menetfelszerelésben 45 perc alatt. [67] **Angliában** többféle, a munkavégzés jellegével összefüggő tesztet alkalmaznak, amelyeket különböző írásos tesztek és attitűd vizsgálatok egészítenek ki. [67] A munka jellegéhez közelítő tesztek a következők:

- Aerob fitnessz test (20 méteres ingafutás teszt)
- Tömlőgurítás és összetekérés
- Létra-állítás
- Létra akasztása magasba
- Mentés szimuláció (50 kg-os bábú húzása)
- Zárt téri teszt a klausztrofóbia kiszűrésére, légzőkészülékkel, elsötétített maszkkal keresési feladat teljesítése

A **londoni tűzoltónak** [64] öt gyakorlati és három fizikai tesztet kell végrehajtania. A gyakorlati tesztet teljes védőfelszerelésben meghatározott idő alatt kell leküzdeni.

Gyakorlati Tesztek:

- Bábú cipelés
- Létramászás
- Létraemelés
- Zárt téri gyakorlat (légzőkészülékben)
- Tömlőhúzás

Fizikai tesztek:

- Kéz szorítóerejének mérése dinamométerrel
- Izometriás hátizom-erőmérés
- Chester lépcső teszt, az aerob kapacitás mérése

Az **Egyesült Államokban** [9] a Tűzoltók Nemzetközi Szövetsége (IAFF) közel tíz évvel ezelőtt elfogadta a Tűzoltóságok Hivatalos Fizikai-állapotfelmérő Tesztbattériáit (CPAT). Ezek a tesztek az elképzelések szerint hozzásegítik a tűzoltóságokat a jelöltek fizikai kiválasztására, valamint a fizikai állapot folyamatos ellenőrzésére:

CPAT (Candidate Physical Ability Test)

#### **Létramászás:**

Egy 9.1 kilogramm súlyú légzőkészüléket viselve fel kell másznia 12.2 méter hosszú kihúzó létrára, ahol szét és össze kell kapcsolni egy tömlőt, majd lemászni a létrán. Ez próba a magasságtól való félelmet és a kezűgyességet becsüli fel.

#### **Tájékozódás zárt térben:**

Egy elsötétített álarcot viselve, a teljes védőfelszerelés súlyát helyettesítő 13,5 kg-os súlymellény és 2 db 2,6 kg-os bokasúllyal (a létraemelést kivéve mindegyik tesztnél ezzel a terheléssel kell számolni) kell egy helységben elhelyezett számlálót megkeresni és leolvasni a véletlenszerűen generált számot, amellyel befejeződik a teszt. A próba a zárt tértől, bezártságtól való félelem mérésére szolgál.

#### **Teher cipelése lépcsőn**

Ez a próba magas házba történő felhatolás modellezésére szolgál, amelyre a felsőtest statikus erejére és a lábizomzat erő-állóképességére van szükség. egy 38.5 kilogrammos hajtogatott tömlőből álló terhet kell az 5. emeletre vállon felvinni.

### **Kötélhúzás**

A teszt a magasba történő tömlőfelhúzást szimulálja, miként egy 22.5 kg-os súlyt kell 20 méter magasságba felhúzni váltott kézzel. A kezűgyesség és a felsőtest hátizomzatának erőfelmérésére szolgál.



1. kép: Kötélhúzás



2. kép: Teher cipelése lépcsőn,

Forrás: [www.toronto.ca/fire/recruitment/top](http://www.toronto.ca/fire/recruitment/top)

### **Súly húzása**

A próba során egy trepnin lévő, 70 kilogramm súlyt kell 15 méterre elhúzni tömlő segítségével. A teszt a láb és a felsőtest gyorsasági erejét méri.



3. kép: Súly húzása



4. kép: Létramászás

Forrás: [www.toronto.ca/fire/recruitment/top](http://www.toronto.ca/fire/recruitment/top)

### **Létraemelés**

A teszt során egy 25.5 kilogramm súlyú létrát kell levenni és visszahelyezni a padló felett 1.93 méter magasságba lévő tartóba, amely számos tevékenységnek a szimulációja a tűzoltói beavatkozásokban. A teszt a felsőtest és a hátizom erő-állóképességet becsüli fel.

### **Mentés szimuláció**

A 91 kilogramm súlyú bábút 15 méter távolságra kell elhúzni, miközben egymástó 3 méterre lévő bójákat kell kikerülni. A teszt a felsőtest statikus erejét, a lábizomzat dinamikus erejét, a dinamikus egyensúlyozó képességet méri.



5. kép: Mentés szimuláció



6. kép: Létraemelés

Forrás: [www.toronto.ca/fire/recruitment/top](http://www.toronto.ca/fire/recruitment/top)

### **Erőszakos behatolás**

Ebben a tesztben egy 4.5 kg-os kalapáccsal kell egy vastag gumilapot ütni, amely függőlegesen van elhelyezve a falon, a kilincs magasságában. A gumit 30 cm-rel kell beljebb ütni a kiindulási helyzetéből, amely modellezi az erőszakos ajtónyitáshoz szükséges erő kifejtést.

Azok a tűzoltóságok, amelyek nem fogadták el a CPAT licenst, saját programot készítettek a felvételi eljárás és az időszakos állapotfelmérés lebonyolításához. A Largo-i önkéntes tűzoltóknak van egy programjuk, amelyben a minimum alkalmassági követelmények a következő tesztek közül állnak:

- 1,5 mérföldes síkfutás
- Fekvőtámasz
- Felülés
- Hajlékonyság teszt
- Felhúzás

A houstoni tűzoltók egy munka specifikus teszt együttest használnak a fizikai képességek meghatározására, amelyet a tűzoltónak kötelessége végrehajtani. A tesztek a koordináció, erő, állóképesség, és cardiovascular alkalmasság mérésére hivatottak, végrehajtásuk teljes védőfelszerelésben és légzőkészülékben történik.

- Egyensúly teszt
- Létraemelés
- Lépcsőzés
- Súlyfelhúzás-kötéllel
- Teherhordás
- Mentés szimuláció (bábú)
- 1,5 mérföld síkfutás

Ausztráliában [67] is munkaspecifikus felmérő teszteket alkalmaznak a kondicionális képességek meghatározására. Az alábbiakban ismertetett feladatsort teljes védőfelszerelésben, légzőkészülékben (álarc használata nélkül) kell folyamatában leküzdenie a tűzoltónak:

- Létramászás
- Tömlőhúzás
- Létraemelés
- Alagútban mászás
- Gerendán járás
- Tömlőgurítás és tekerés
- Lépcső mászás és súly felhúzása

Európában a tűzoltóságok fizikai alkalmassági követelményrendszere nagyon különböző. Németországban és Ausztriában nincs egységes, központilag meghatározott fizikai alkalmassági kritériumrendszer. A tűzoltóságok sajátos szabályozzák a felvételi eljárást, és az időszakos alkalmassági követelményeket, ellenben nagy hangsúlyt fektetnek az egészségmegőrzésre és az edzettségi állapot javítására.

A követelményszint jelentősen magasabb a hivatásos tűzoltóságoknál – amelyek a németeknél és az osztrákoknál csekély számban találhatóak – mint az önkéntes tűzoltóságok felvételi kritériumai.

A visegrádi négyek országainál változatosabb a kép. Itt is jelentős az önkéntes tűzoltóságok aránya (Cseh, Szlovák, Lengyelország) de a hivatásosok a meghatározóak. A cseh és a szlovák hivatásos tűzoltóknál is alapos orvosi vizsgálat előzi meg a felvételi eljárást, viszont nincs fizikai állapotfelmérés. A lengyel tűzoltóságoknál specifikus fizikai állapotfelmérő tesztet alkalmaznak a felvételi eljárás és az éves vizsgálatok alkalmával.

Jelenleg folyik egy kutatási project a visegrádi négyek országainak részvételével, tűzoltók számára történő, egységes, munkaspecifikus fizikai állapotfelmérő eljárás kidolgozására, validálására, amely a fenti hiányosságokat hivatott kiküszöbölni.



### III. 3. Fizikai, pszichikai felkészítés szükségessége

Megállapítható, hogy a tűzoltói készenléti állomány igénybevétele változó, a terhelések – mind a fizikai, mind a pszichikai – különféle nagyságrendben és a legváratlanabb időpontban következhetnek be. A tűzoltónak fel kell készülnie arra, hogy a tűzoltást olyan helyiségekben kell végeznie, melyek a füsttől szinte teljesen áthatolhatatlanok, el kell viselnie a hőhatásokat, vagy lárma mellett is cselekvőképesnek kell lennie, és késznek kell mutatkoznia arra, hogy előnyomuljon azokra a helyekre, ahová emberek menekültek, vagy ahol csak kivételesen, illetve ritka esetekben tartózkodhatnak.

Felmerülhet a kérdés, hogy a jelenleg szolgálatot teljesítő, vagy szolgálatban lévő tűzoltók milyen mértékben vannak felkészítve a tűz- és káresetek következtében kialakuló bonyolult – néha-néha bizony kilátástalannak tűnő – helyzetek által okozott hatásoknak.

Gondoljunk például egy régi építésű lakóház pincéjében keletkezett tűzre, ahol a tűzoltónak nem csak az intenzív és sűrű füst, a nagy hőterhelés jelent problémát, hanem a pince labirintusszerű kialakításából adódó nehézségek is, melyeket a sikeres oltás érdekében le kell győznie. A látási viszonyok korlátozottsága, a füst, a hőterhelés, a légzőkészülék használata, a helyiség kis méretei mind olyan tényezők, amelyekkel ha a tűzoltó egy tüzesetnél találkozik először észrevehetően befolyásolják bátorságát, feladatmegoldó készségét.

Szükségét érzem tovább egy olyan rendszer kialakításának, amely összehangoltan egyesítené a fizikai, pszichikai terhelésekre való felkészítést, az élet adta szituációknak megfelelően – vagy legalábbis hasonlóan – kialakított, bármikor reprodukálható helyzetek kialakításával. Ebben a rendszerben jól felmérhető lenne az egyes tűzoltók kondicionális állapota, fejlődése, valamint pszichikai oldalról a koncentráloképessége, zavaró hatásokkal szembeni ellenálló képessége, a feladatokra való gyors, pontos és szakszerű reagálása.

### III. 3. 1. Tűzoltók kondicionális képességeinek fejlesztési lehetőségei

A tűzoltóság a rendvédelmi szervezetek között a legnagyobb társadalmi elismertséggel rendelkezik,<sup>13</sup> hiszen az állampolgárok elsősorban tőlük várhatnak segítséget, ha tüzeset, baleset következtében közvetlen vagy közvetett életveszélybe kerülnek. A tűzoltók hivatali esküjükben arra tesznek fogadalmat, hogy az emberi életet akár saját testi épségük, életük kockáztatásával meg kell menteni, de ki vigyáz a tűzoltó egészségére, testi épségére?

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság személyi állománya által végrehajtott fizikai állapotfelmérés elemzése is alátámasztja azt a feltevést, miszerint a személyi állomány 70 %-a nincs felkészülve a maximális vagy ahhoz közeli állóképességi igénybevételhez. A 2000 méteres síkfutás — amely teszt az aerob állóképesség validitására 0,9 megbízhatósági koefficienssel és 0,92 objektivitási együtthatóval rendelkezik<sup>14</sup> — végrehajtásában jellemzően gyengébb eredmények születtek, mint a másik három kötelező felmérési számban (fekvőtámasz, felülés, ingafutás). Ez a felmérési szám veszi igénybe legjobban a szervezetet, amely edzetlenek esetén mozgósítja vésztartalékait a feladat leküzdéséhez.

#### III. 3. 1. 2. Hogyan javíthatóak a tűzoltók állóképességi mutatói?

A válasz kézenfekvőnek tűnik: rendszeres testmozgással, edzéssel. Sajnos a megoldás mégsem ilyen egyszerű, hiszen a szolgálat ellátása mellett nehéz a kötelező sportfoglalkozások alkalmával a futópályán vagy a kondicionáló teremben „szenvadni”, de az eredmény szempontjából ez nélkülözhetetlen.

---

<sup>13</sup> Szonda Ipsos felmérés (2007)

<sup>14</sup> Fetz és Kornexl, Sportmotorische test 1978, Hamburg. A teszteljárások érvényességére vonatkozó fogalmak, amelyek a tesztek megbízhatóságát, érvényességét, reprodukálhatóságát fejezik ki.



7. kép: Hivatásos tűzoltók edzés közben, Forrás: saját.

A kondicionális képességek, úgymint erő, állóképesség, gyorsaság a teljesítmény összetevőjeként mindig komplexen, kevert formában jelentkeznek. Ezen képességek fejlesztését a különböző sportmozgások gyakorlásával érhetjük el.



8. kép: Hivatásos tűzoltók az edzőteremben, Forrás: saját.

Annak érdekében, hogy a szervezet kondicionális képességeiben változást érjünk el nélkülözhetetlen a rendszeres testmozgás, fizikai igénybevétel. A fejlődés érdekében kihangsúlyozandó a **rendszeresség**, amely a tűzoltók vonatkozásában a minimum **szolgálatonkénti sportfoglalkozást** jelenti.

A **sportmozgás intenzitása és fajtája** sem mindegy, sőt kiemelkedően fontos tényező. Valamennyi kondicionális és koordinációs képességnek megvan az életkorhoz kötött szenitív fejlesztési időszaka, azaz, hogy melyik életkorban fejleszthető leginkább hatásosan.

Sporttudományos kutatások által bizonyított tény, hogy a gyorsaság 7-13 éves korig fejleszhető a leghatékonyabban, (ezután már a befektetett munka és az elért eredmény jelentős deficitet mutat) míg az állóképesség és az erő 18 éves kor után is eredményesen fejleszhető. [58] A tűzoltóság sportfoglalkozásain legjellemzőbb sportmozgás a labdarúgás, amely aciklikus mozgásforma elsődlegesen a gyorsaságot, gyorsserőt, gyorsasági állóképességet fejleszti (megfelelően magas intenzitás mellett a kellő életkori szakaszban) a kondicionális képességek közül, míg az aerob állóképesség fejlesztése, amely a szervezet szervrendszereinek gazdaságosabb működését tenné lehetővé, nem valósul meg.

Tehát a kondicionális képességek fejlesztésekor elsősorban az állóképesség és az erő fejlesztésére kell hangsúlyt fektetnünk. Az állóképesség olyan ciklikus mozgásformákkal fejleszhető leginkább, mint a folyamatos futás, úszás, kerékpározás, gyaloglás. Edzetlenek, túlsúlyosak esetében a fenti mozgásformák ajánlhatóak, 60-70 %-os intenzitással, heti 3 alkalommal, legalább 50 perces időtartammal. Edzetteknel intervall,<sup>15</sup> és fartlek<sup>16</sup> terheléssel fokozható a cardiorespiratorikus állóképesség.

Az izomerő növelésének számos útja van, de alapjában az edzésprogram a szerint különbözik, hogy a cél az erő vagy az általános kondíció fejlesztése. Az izomerő fejlesztése esetén az ismétlésszám, a sorozatok és a pihenőidő határozza meg a terhelést. Általában az ismétlésszám 10 alatti, nehéz súlyokkal, ha az izomerő és hipertrófia fokozása a cél. Az ismétlésszám növelésével és a súly csökkentésével a hipertrófia kisebb mértékű, de javul az izom anyagcsere és az izom állóképesség.

---

<sup>15</sup> Az edzés során a terhelés szakaszai, időtartama és pihenés aránya tervszerűen változik.

<sup>16</sup> „Játék az irammal” az intenzitás és időtartam változása a sportolóra van bízva.

### III. 4. Összefoglalás:

Elemelve a fizikai állapotfelmérés eredményeit a készenléti állományra vonatkozólag, a négy kötelezően végrehajtandó felmérési szám közül a legnagyobb nehézséget az aerob állóképesség felmérését szolgáló 2000 méteres síkfutás teljesítése okozza.

A felmérési szám eredményes teljesítése megköveteli a szervezet szív- és vérkeringési, légző - és mozgásszervi rendszereinek egészséges működését és edzettségét. A versenysport gyakorlatában a 2000 méteres síkfutás a középtávú állóképesség felmérésére szolgáló teszt bázis, amely 2-9 percig terjedő időintervallumot ölel át. A személyi állomány kb. 80 %-a azonban 9 perc felett és a maximális intenzitásnál jóval mérsékeltebb erőfeszítési övezetben teljesíti a távot, amely megkérdőjelezi a tesztként való alkalmazásának kritériumait.

Az aerob állóképesség egyik legmegbízhatóbb mutatója a testtömeg kilogrammra számított relatív oxigénfelvevő képesség, amelyet laboratóriumi körülmények között — fizikai terhelés közben — a szervezet külső gázcsere paramétereit mérve fejezi ki az egyén légzésfunkciós értékeit.

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság készenléti szolgálatot ellátó állományának teljes keresztmetszetét megvizsgálva a következő eredményeket állapítottuk meg:

- 54 fő (4,5 %) teljesített gyenge szinten, amely eredmény megkérdőjelezi a készenléti szolgálat ellátásához szükséges fizikai felkészültséget.
- 268 fő (39 %) közepes szintet ért el, amely teljesítmény is jelentős fejlesztésre szorul.
- 480 fő (40 %) jó szintű és
- 198 fő (16,5 %) igen jó minősítést ért el

Mindezen adatok alapján megállapítható, hogy az állomány gyengén és közepes szinten teljesítő hányadának (43,5 %) jelentős erőfeszítést igényel a tűzoltói feladatok végrehajtása, hiszen a légző és keringési rendszer állapota éppen vagy egyáltalán nem éri el a terhelés eredményes leküzdéséhez szükséges értéket. Következtetésképp jelentős hangsúlyt kell fektetni az aerob állóképesség fejlesztésére a sportfoglalkozások alkalmával.

A felső végtag gyorsasági erő kifejtését méri a 30 mp. alatt, fekvőtámaszban végrehajtott karhajlítás nyújtás. A gyorsaságot azzal az időegységre jutó dinamikus erővel jellemezzük, amely viszonylag nagy ellenállások gyors leküzdéséhez szükséges. [53] A személyi állomány ebben a felmérési számban — eredményeiket az orientáló értéktáblázattal elemezve — igen jól teljesített.

Az erő-állóképességi felmérési szám (hanyattfekvésből felülés 60 mp. alatt) az izomzat, fáradással szembeni ellenálló képességét méri, hosszan tartó izomerő-kifejtések esetében. [53] Ez a felmérési szám jelentős felkészültséget igényel, ahol az erő kifejtés egyenletességére „az erő beosztásra” kell különös figyelmet fordítani.

Számos alkalommal tapasztalható a felméréseken, hogy meg kell ismételni a végrehajtást, mert a hibás erőbeosztás következtében az izmokban felhalmozódó laktát hatására csökken az intenzitás. A felmérési szám végrehajtását az egyén testalkata is jelentősen befolyásolja, hiszen könnyen belátható, hogy a jelentős testsúlyfelesleggel küzdő kollégáknak nehezebb a feladat teljesítése.

A 4X10 méteres ingafutás az irányváltoztatással kombinált mozgásgyorsaság mérésére szolgáló próba. A mozgásgyorsaságot egy teljes hely- vagy helyzetváltoztatással járó nagy intenzitású mozgás vagy mozgássor végrehajtása jellemzi, a mozgás ciklikusan ismétlődő mozdulatokból tevődik össze (vágtafutás), amelyből következik, hogy a mozgás kivitelezési technikája lényeges gyorsaságot befolyásoló tényező. [53]

Ezt a felmérési számot a személyi állomány igen nehezen tudja jó szinten teljesíteni, mert alapvető futótechnikai hiányosságokkal küzdenek. Továbbá a gyorsaság az a képesség, amely genetikailag determinált és így fejlesztése igen nagy erőfeszítést igényel és csak meghatározott életkori szakaszban (szenzitív időszak) eredményes. [58]

A tesztekkel szemben támasztott általános követelmény, hogy lehetőleg egy tulajdonság, képesség, funkció mérésére szolgáljon. Tekintettel azonban arra, hogy az edzettség általános és speciális edzettség komplex jelenség, valójában az egyes komponenseit mérő eljárások együttes alkalmazása adhatja csupán az elfogadható jellemzést, a pszichofiziológiai állapot kielégítő diagnózisát. [53]

Példaként az aerob állóképesség mérésére használt Cooper-teszt az állóképességet, mint mozgástulajdonságot ellenőrzi. Ez az eljárás minden olyan sportágban hasznos lehet, ahol a futás edzésanyag, így a teszt eredményét a végrehajtás módja nem befolyásolja s az állóképességi szint különbözősége differenciál a sportolók között.

Amennyiben a futásban való jártasság befolyásolná az eredményeket, vagy a teszt nem bizonyul elég érzékenynek, a mozgástulajdonság alapján végzett képességszint megállapítás helyett, célszerűbb az állóképesség fiziológiai háttérét adó légzési-keringési rendszer működési színvonalát vizsgálni.

A jelenlegi fizikai állapotfelmérés feladatrendszere a tűzoltók felmérésénél nem modellezi le a beosztással járó feladatokat és fizikai megterhelést. Ezért inkább nevezhetjük egy alkalmatlanság mérésnek, amely azt szűri ki, hogy biztosan ki alkalmatlan a szolgálati beosztással járó feladatok elvégzésére, de ennek teljesítése még nem jelenti azt, hogy elviseli a tüzesetek, műszaki mentések során, a légzőkészülék és a védőruha használata mellett fellépő fizikai terhelést.

A rendeletben előírt feladatrendszer az EUROFIT, illetve a HUNGAROFIT nevű általános fizikai teherbíró képesség mérésére szolgáló eljárásokon alapul. [16, 17]

Lényeges különbség, hogy a rendelet előkészítői nem vették át a teljes rendszert, hanem válogattak a motorikus próbák között, megbontva ezzel a tesztkritériumok érvényességét. A pontozási rendszer is átalakításra került, amely megkérdőjelezi a teszt kiértékelésének helyességét.

A legfontosabb tényező azonban, hogy a tesztek általános fizikai teherbíró képességet mérnek, amely alapján nem következtethetünk a tűzoltók által extrém munkakörülmények között — magas hőmérséklet, füst, pszichikai megterhelés, teljes védőruházat és légzőkészülék használata, ahol a védőfelszerelések súlya eléri a 25-30 kg-ot is — végzett munkateljesítményre.

Ozsváth [54] szerint a több motoros próbából álló teszt együttesek értékelése, a normarendszer, standardok kialakítása számos módszertani és méréstani problémát vet fel. Az egyes tesztek (itemek) önálló értékelése helyett az összes teszt közös, együttes értékelésén lenne elvileg a hangsúly. Az egyes teszteknek tehát az önállóságukat nagyrészt el kellene veszíteniük. A gyakorlatban azonban szinte fordított a helyzet, legtöbbször szinte „önálló életet” élnek az egyes tesztek, a közös értékelés normái háttérbe szorulnak, sokszor teljesen hiányoznak vagy esetleg statisztikai megalapozottságuk megkérdőjelezhető. Néhány esetben a közös értékelés túlkomplicált, az alkalmazott skála önkényes, esetleges.

A fent vázolt fizikai állapot felmérési eljárás rendszerét a hivatásos állományúak részére egy — „EUROFIT” elnevezésű — sportolók számára kidolgozott fitsségi tesztet alkalmazva dolgozták ki a jogalkotók. A teszt kiválóan méri az egyén alapvető kondicionális képességeit úgymint a középtávú állóképesség, gyorsasági erő, mozgásgyorsaság, erő-állóképesség,



Ezek a mérések csak az egyén egyes izolált képességeit mérik és nem alkalmas arra, hogy valódi „éles” helyzetben produkált teljesítményt mérjen, mivel az nem vezethető vissza egy képességfajtára, s igen sok más tényező (pl. külső körülmények, stressz) is közrejátszik a tűzoltó káresetnél nyújtott teljesítményében.

Az adekvát, a korszerű tűzoltói beavatkozásnak megfelelő tűzoltó állapotát például a fizikai aktivitás hatásosságát nem megfelelően jelző mérési módszerek megválasztása (Cooper-teszt, gyalogló-teszt, kerékpár-ergometriás szubmaximális tesztek) akadályozhatják a fejlődést, a megfelelő speciális tudásszint kialakítását. [56]

## IV. FEJEZET. FIZIKAI TELJESÍTŐKÉPESSÉG MEGHATÁROZÁSA

### IV. 1. A munkaterhelés mérésének jelentősége

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) „egészséget mindenkinek” alapstratégiáját a termelés és szolgáltatások területein az „egészségesebb munkahelyet mindenkinek” formában fogalmazták meg. Az „egészségesebb munkahely” fogalma a munkahely kialakítása, a munkavégzéshez szükséges megfelelő szerszámok, gépek használata, az emberhez illő munkakörülmények és az egészséget kevésbé károsító munkakörnyezet mellett magában foglalja a munkahelyi komplex megterhelés és ennek hatására bekövetkező igénybevétel optimális szinten tartását is a munkaéletpálya teljes időszakára vonatkoztatva.

A megterhelés osztályozható források (makro-, mezo- és mikrokörnyezeti hatások, ezen belül a munkavégzés és az életmód), biológiai jelentőség (fiziológiai elváltozást okozó vagy nem okozó), a szervezetre kifejtett hatás szerint (anyagáramlás: gázcsere, só-vízháztartás; energiaáramlás: mechanikai energia, homiothermia biztosítás; információáramlás: fiziológiai információ, pszichológiai információterhelés). [66]

A gyakorlatban a munkavégzés jellege szempontjából fizikai, fiziológiai, mentális és pszichés csoportosítás lehetséges. Hangsúlyozni kell, hogy a mai kor színvonalán a termelő és szolgáltató tevékenységeket nem lehet csak fizikai vagy csak pszichés megterhelési csoportokba belekényszeríteni, így túlnyomórészt fizikai, főleg mentális és pszichés kategóriákat értelmezhetünk, mert az egyes tényezők egyidejűleg vannak jelen és együtt eredményezik a szervezet komplex megterhelését.

A komplex megterhelés mértékének számszerűsítése nem egyszerű, a hagyományos ismeretek szintjén, egzakt módon nem megoldott feladat. A fizikai megterhelés energiaforgalmi számításokkal a klímahatás miatti korrekció figyelembevételével becsülhető az alábbiak alapján.

- az aktivitás fajtája és a foglalkozás szerint,
- a speciális munkatevékenységek táblázatokba foglalt részadatai alapján,
- műszeres mérésekkel (szívfrekvencia, O<sub>2</sub>-felvétel).

Az élettani értelemben kedvezőtlen klímahatást, amit a szervezet a légző rendszeren keresztül és a bőrfelületi párologtatással, verejtékezéssel nem képes megfelelően kompenzálni, a fizikai munka nehézségéhez igazodó munka és pihenési arány betartásával lehet kezelni. [66]

Az ember által elviselhető megterhelés mérlegelésével összefüggésben célszerű megismerni a szervezet napi energiaforgalmát. Egy 30-40 év közötti, közepesen magas (175 cm) és normál testsúlyú (75 kg) egyénnek a testi funkciói ellátásához nyugalomban 7560 KJ (1800 kcal)/nap az (alap) energiaigénye. Az átlagos szabadidejű energiafogyasztás 600 kcal/nap.<sup>17</sup> Ehhez adódhat a kb. 2400-2880 kcal/nap munkaenergia-igény.

„A munkát 1000 kcal/műszak értékig könnyű, 1000-1500 kcal/műszak között közepesen nehéz, 1500-2100 kcal/műszak intervallumban nehéz, 2100 kcal/műszak fölött igen nehéz kategóriába soroljuk. A tapasztalatok szerint egy átlagember (ffi) kb. 6000-8000 kcal/nap energia-felvételre képes. A 2000 kcal/mű = 4,2 kcal/perc feletti igénybevétel általában tartósan nem viselhető el, mert meghaladja a szervezet oxigénfelvevő képességét és ilyen esetben oxigénhiány következhet be.” [66]

---

<sup>17</sup> Max-Planck Munkafiziológiai Intézet adatai. 1 kcal = 4,184 KJ (SI)

A tartós terheléshatár (TTH)-nak megfelelő munka-igénybevételt egyéenként eltérő megterhelés váltja ki. Speciális munkát végzők kiválasztásának egyik szempontja lehet az egyéni munkaképesség magasabb szintje.

„A megterhelés könnyű, közepesen nehéz és nehéz fizikai munka kategóriákba történő besorolásánál meg kell jegyezni, hogy az intenzív fizikai munkavégzés során a szervezet „steady-state”<sup>18</sup> állapota csak a munkavégzés kezdetét követő 3-5 percben (vagy egyáltalán nem) alakul ki. Ennek eléréséig oxigéndeficit keletkezik, amelynek pótlása a munkafolyamat befejezését követő pihenési idő alatt történhet meg. A szervezet regenerálódása az eltérő megterhelési szintekhez tartozó pihenési idők alatt valósul meg.” [66]

A munkavégzés során előfordulnak a TTH-t meghaladó terhelések. A gyakorlati tapasztalatok szerint a rövid ideig tartó ún. csúcsterhelések (CsT) a TTH értékeinek háromszorosát is elérhetik. Ezekben az esetekben, a szervezetben oxigéndeficit állapottal következik be, amelyet a megfelelő pihenési idő alatt a szervezet kompenzál.

A szervezet igénybevételében együtt tükröződik a komplex megterhelés, függetlenül annak fizikai, pszichés jellegétől, a mikro-, mezo- vagy makro környezetből származó eredetétől. A terhelő hatásokra a szervezet az alapvető fiziológiai paramétereinek megváltozásával reagál. E változásoknak reverzibilis jellegűeknek kell lenniük és megfelelő pihenési idő elteltével meg kell történnie a szervezet regenerációjának.

Az optimálistól eltérő, túlzott, tartósan fennálló igénybevétel esetén az elváltozások foglalkozással összefüggő vagy foglalkozási megbetegedések kialakulásához vezethetnek.

---

<sup>18</sup> Az emberi szervezetnek az az állapota, amikor a munkavégzéshez szükséges oxigént a felvett levegőmennyiségből még fedezni tudja.

Kérdésként felmerül, hogy konkrétan meghatározható-e az optimális igénybevétel, hogy az attól való eltérést értelmezni tudjuk. A megterhelés összetett jellegénél érintettük a számszerűsítés lehetőségeit, a kialakult becslési eljárásokat. Az igénybevétel fogalmából ismerjük annak „egyéni” jellegét.

Szemben a megterhelés túlnyomórészt általános természetével, az egyént az ő mindenkori adottságaival, képességeivel kell ütköztetnünk, és a megállapítható mértékek alapján az igénybevételre vonatkozó minősítést megtennünk. (A gyakorlatban kialakultak olyan parciális módszerek, amelyek felhasználásával a fizikai képességek vagy a pszichés szempontok megbecsülhetők.) A munkakörülmények ismerete alapján a megterhelés jellegét kell meghatározni és ezt követheti a munkakörnyezeti hatásokat is mérlegelő számszerűsítés. A szervezet igénybevételét a megterhelés mellett tehát dinamikus (nem nyugalmi állapotú) vizsgálatokkal lehet megállapítani. Erre hivatottak az ergometriai módszerek (járószalag vagy kerékpár ergométer) a különféle vizsgálati protokollok felhasználásával.

A normál munkavégzési tartományban a fizikai megterhelés és a pulzusfrekvencia, valamint az oxigénfogyasztás közötti kapcsolat lineáris, ezért a RAMP profilú szimptóma limitált programmal az egyén fizikai képességei meghatározhatók. A vizsgálatból az O<sub>2</sub>-felvétel és a CO<sub>2</sub>-leadás ismeretével meghatározható az anaerob küszöbhez tartozó pulzusfrekvencia (HR) érték, amelyet viszonyíthatunk a számítható élettani maximum értékéhez, valamint meghatározható a RAC% (relatív aerob kapacitás), amelynek értéke 75% felett kell legyen. [66]

Amikor rendelkezünk a munkaenergia-forgalomra vonatkozó számított (becsült) értékkel (kJ/perc), akkor abból meghatározható az oxigénfelvétel (l/perc), amely összevethető az egyén terheléses vizsgálata során kapott értékével. [66]

## Az igénybevétel megismerésének előnyei [66]

- Az átlagos igénybevétel alapján meghatározott technológiai megterhelés mértékének megismerése felhívja a figyelmet az ajánlott értékeket (HR = 110/perc, dHR = 35/perc) meghaladó szint műszaki fejlesztéssel (gépesítés), megvilágítás-növeléssel való mérséklésére, a munkahelyi körülmények jobbító megváltoztatására. Általános tapasztalat, hogy a WHO által ajánlott HR = 110/perc max. érték alábecsült, mert a vizsgált esetek jelentős számában ezt meghaladó értékek adódtak.
- A balesetek gyakorisága és az igénybevétel alakulása közötti szoros kapcsolat alapján munkaszervezési (munkarotáció, munka/pihenési rend) intézkedésekkel befolyásolható a balesetek kialakulása.
- A túlnyomórészt fizikai tevékenységnél az optimálist meghaladó igénybevétel cardiovascularis, nem specifikus légzőszervi, mozgásszervi elváltozásokat előidéző hatása révén a foglalkozással összefüggő és foglalkozási megbetegedésekhez vezethet.
- Alapjául szolgálhat a munkaképesség szinten tartásának megőrzését szolgáló program kidolgozásának és megvalósításának.

### IV. 2. Alkalmazott terhelés-élettani vizsgálati eljárások

#### IV. 2. 1. Kardiorespiratorikus állóképesség mérése, összetett terheléses vizsgálatok

A terhelés-élettani vizsgálatok adaptálása az általános munkaélettanba az élsportolók edzettség-ellenőrzést és edzéstervezést segítő sportorvosi gyakorlatából történt. A magyarországi alkalmazása azonban egészséges, nem sportoló embereken még nem széleskörű, hiszen elsősorban szív-és vérkeringési betegségekben szenvedők vizsgálatában alkalmazzák.

A terheléses vizsgálatok célja a tűzoltók alkalmassági vizsgálatában annak biztosítása, hogy a tűzoltásban, műszaki mentésben résztvevők a mentés célját jelentő személyek és anyagi javak mentését oly módon tudják elvégezni, hogy saját maguk és társaik egészségét és biztonságát ne veszélyeztessék. Magától értetődő, hogy a különleges körülmények (magas környezeti hőmérséklet, korlátozott mozgástér, teljes testet védő védőruha és teljes légzésvédelmet nyújtó légzőkészülék és annak szerelvényei, stb.) között végzendő tevékenységre csak olyan személy alkalmas, aki kifogástalan kardiopulmonális<sup>19</sup> teljesítőképességgel rendelkezik.

A “szimptóma limitált progresszív kardiopulmonális terheléses vizsgálattal” (CPET) felismerhetőek a terhelési intolerancia (csökkent teljesítőképesség) okai. Ezek között mind a kardiovaszkuláris (ischemiás szívbetegség, hypertenzív állapotok, terhelés indukálta ritmus- és vezetési zavarok, korai, klinikai tüneteket nem okozó kontraktilitászavarok), mind pedig a pulmonális rendszert limitáló állapotok (obstruktív és krónikus obstruktív légzőszervi betegség, interstitiális fibrózisok különböző formái, kisvérköri keringés abnormalitásai) egyaránt felismerhetők és a limitáló szerv-rendszer(ek) megjelölhető(k). [23] A funkcionális rezerv egyértelműen megítélhető. Mindezekre a terhelésélettan alapvető koncepcióinak az elmúlt egy- másfél évtizedben történt tisztázása, valamint eszközös és metodikai feltételeinek egységesítése szolgál alapul.

A helyesen végzett terheléses teszt elsődleges kritériuma, hogy szimptóma limitált legyen. Ennek hiányában diagnosztikai és fiziológiai értelemben is inkonkluzív terhelést végzünk, mely értelemszerűen kerülendő (feleslegesen terheli a vizsgálati személyt, a laboratóriumot és felesleges költséget is jelent, mert használhatatlan eredményekhez vezet). Általános irányelv, hogy negatív leletet nem értékelhetünk megszakítási indikáció hiányában akkor, ha a terheléses teszt alatt az életkor szerint jóvolt maximális szívfrekvencia 85%-át nem értük el (b-blokkolók, digitális hatás és egyéb a szívfrekvencia gyorsulását akadályozó gyógyszerek hiányában).

---

<sup>19</sup> A szív és légzőrendszer teljesítőképessége.

Kivételt képez a relatív bradycardiás reakció, amikor azt pozitívan értékeljük). Ilyen esetekben ún. elégtelen terhelést végeztünk, melyek természetüknél fogva inkonzisztívak.<sup>20</sup> [23]

#### IV. 2. 1. 1. Spiroergometriás vizsgálat

A spiroergometriás vizsgálat lépcsőzetesen növekvő terhelés alkalmazásával a gázcsere mérésén keresztül az egyén teljesítőképességének, aerob kapacitásának meghatározására szolgál. A vizsgálat része az antropometriai adatok meghatározása, nyugalmi keringés és légzésfunkciós paraméterek mérése, a megfelelő ergométer kiválasztásával a teljes kifáradásig tartó terhelés elvégzése reakcióidő meghatározással, majd ezt követően a sav-bázis háztartás paramétereinek mérése. A terhelést követően a restitutiont folyamatosan monitorozzák, valamint proteinuria vizsgálatára kerül sor.

#### Antropometria

Az antropometriai adatok meghatározásához a testmagasság és testtömeg mérésén kívül a bőrredő mérése is hozzá tartozik. Amely mérések alapján következtethetünk az optimális testtömeg összetételére a zsírmentes testtömeg kilogrammra, illetve arra, hogy a testméretek mennyire felelnek meg a sportági követelményeknek.

A Drinkwater és Ross [13] által javasolt eljárással elkülöníthető a mért testtömegben az izom, a csont, a zsír, és a belső szervek tömegének mennyisége abszolút értékben, (kg.) továbbá meghatározható az egyes testösszetevők testtömeghez viszonyított relatív aránya (%) is. A relatív izom- és zsírtömeg, nem, életkor, valamint a testalkat ismeretében kilogrammban kifejezve határozható meg az egyén kívánatos testtömege. Testalkat és a becsült csonttömeg alapján jellemezhető az egyén erősíthetősége, illetve az erősítés "gazdaságossága".

---

<sup>20</sup> Az eredményből nem tudunk levonni egzakt megállapításokat.



A túlzott izomtömeg az állóképesség és a gyorsaság rovására megy. Az optimálistól eltérő zsírtömeg a teljesítményt és a várható élettartamot csökkenti.

### Spirometria

Teljesítmény élettani vizsgálatokkal összefüggésben a leggyakrabban végzett légzésfunkciós vizsgálat a spirometriás vizsgálat, amely még ma is alapmérés a tüdőfunkció meghatározásában. Célja a légzésfunkciós paraméterek mérése nyugalomban, egyrészt annak megítélésére, hogy az elvárhatóhoz képest van-e olyan mértékű eltérés, amely a teljesítőképességet korlátozza másrészt, hogy a terhelés során mért egyes gázcsere paraméterek a spirometriás értékekkel összevethetők legyenek. A modern komputeres készülékek megadják a mért értékek mellett az elvárható értékeket.

Az egyes légzéstérfogatokban (vitálkapacitás, légzésmélység stb.) az elvárható értéket az életkor, a nem és a testméretek határozzák meg. A nyugalmi légzésfunkciós értékeket az edzettségi állapot nem befolyásolja, azonos légzésfunkciós értékek mellett az edzettségre következtetni nem lehet.

Azon sportágaknál azonban, ahol légzőmozgás a sportmozgásnak alárendelt (úszás, evezés stb.) a mért értékek általában meghaladják az elvárható értékeket, akár 30%-kal is. Amennyiben a vizsgált paraméterek jelentősen elmaradnak a kívánttól, az a teljesítőképességet, így az oxigénfelvevő képességet kedvezőtlenül befolyásolják.

### A terhelés megválasztása

A terhelés különböző ergométereken végezhető (futószalag, kerékpárgométer, evezőergométer stb.). Az ergométer kiválasztását a sportág, illetve az adott lehetőség határozza meg, a terhelés módját pedig ezen kívül az életkor és a nem is befolyásolja.

Vita-maxima terhelés esetében fontos a növekvő intenzitás alkalmazása. Futószalagos terhelésnél lehetőség van mind a sebesség, mind a meredekség növelésére. Kerékpárergométeren az ellenállás vagy a fordulatszám fokozásával növelhető a teljesítmény. Futószalagon a teljesítményt a futási idő alapján értékelhető, figyelembe véve az egyén testsúlyát és a szalag meredekségét. [49]

#### Gázcsere paraméterek vizsgálata

A  $VO_2$  max. mérése a legelterjedtebb módszer a kardiorespiratorikus és az izom állóképesség meghatározására. „A maximális oxigénfelvétel közvetlen méréséhez a kilélegzett levegő gázfrakcióit és a terhelés alatti ventilációt mérő eszköz szükséges. Számos gázanalizáló rendszert fejlesztettek ki az évek során a Douglas-zsáktól kezdve, amely gyűjti a kilélegzett levegőt a mai számítógép-vezérelt, elektromos analizátorral rendelkező készülékekig, amelyek képesek légvételről légvételre elemzést végezni. Ha csak a  $VO_2$  max meghatározása a cél, akkor nem szükséges a légvételről légvételre történő analízis, hanem elegendő az időátlagok (fél perc, egy perc) vizsgálata. Légvételről légvételre analízist akkor használnak, ha adatokat kívánnak nyerni a  $VO_2$  változás sebességére vonatkozóan. A  $VO_2$  max meghatározására különböző vizsgálati protokollok állnak rendelkezésre. A "vita maxima" (teljes kifáradás) típusú tesztek - terhelési időtartama 8-12 perc pihenő nélkül - célja elsősorban a  $VO_2$  max pontos meghatározása. [49]

Ezen kívül fontos, hogy a terhelésintenzitásának növelésével párhuzamosan a  $VO_2$  elérjen egy maximumot, ami után tovább már nem nő, a respirációs quotiens<sup>21</sup> (RQ) nagyobb legyen, mint 1,1 és a pulzusszám érje el az életkor alapján elvárható maximumot.

A terhelés módjának meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy edzetlenek, illetve közepesen edzettek magasabb  $VO_2$  max-ot érnek el futószalagos terhelésnél, mint kerékpár ergometriánál. Jól edzetteknel azonban ez nem igaz.” [36]

---

<sup>21</sup> Légzési együttható, a kilélegzett  $CO_2$  és a belélegzett  $O_2$  hányadosa.

Továbbmenve, ha futószalagos terhelést választunk, a futók síkon jobban teljesítenek, míg azok a sportolók ahol az edzés nem síkon történik, a szalag meredekségét változtatva érnek el jobb teljesítményt. Teljes kifáradáshoz vezető terheléses teszt az ún. többlépcsős vizsgálat. Lényege, a terheléses lépcsők (1-5 perc) között pihenő idő (0,5-2 perc) beiktatásával az intenzitás (sebesség, watt, fordulatszám, csapásszám) növelésével jut el a sportoló a maximális teljesítményig.

A módszer hátránya, hogy a pihenő idő miatt a maximális  $O_2$  felvételének mintegy 97-100%-át éri el a versenyző, valamint időigényes és drágább vizsgálat. Előnye viszont, hogy adott intenzitáshoz hozzárendelhetők keringési (pulzus), légzési (ventilláció,  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , RQ), és metabolikus (tejsav, sav-bázis) paraméterek, amelyek felhasználásával pontosabb információt kapunk az optimális edzésvezetéshez. [36]

A többlépcsős teszt során a maximális teljesítményből következtethetünk az edzettségi állapotra. A maximális teljesítmény és a maximális oxigén felvétel között szoros összefüggés van. Futószalag, kerékpár, kar-ergometria és lépcsőteszt során specifikus egyenletek segítségével megbecsülhető a  $VO_2$  max értéke. A maximális  $O_2$  felvétel értékét liter/perc -ben fejezik ki. Relatív aerob kapacitásnak nevezik a  $VO_2$  max testsúlykilogrammmra számított értékét. A nagy állóképességet igénylő sportágakban a legmagasabbak az elvárható  $VO_2$  max értékek. [49]

#### Sav-bázis háztartás paramétereinek vizsgálata

A vizsgálat célja az anaerob erő kifejtés mértékének meghatározása beleértve a kompenzációt is. „A sav-bázis egyensúly paramétereinek terhelést követő eltolódását elsősorban a tejsav felszaporodása következtében kialakuló metabolikus acidózis okozza. Ez tükröződik a pH érték, az Aktuális Bikarbonát (AB), a Standard Bikarbonát (SB), a Buffer Bázis (BB) és a Báziskészlet (BE) alakulásában. A széndioxid parciális nyomásának (AC) csökkenése már a respiratorikus kompenzáció jeleként figyelhető meg. Ezen értékek a savasodás mértékén kívül tehát a kompenzáció fokát is tartalmazzák.” [49]

Minél nagyobb a tűzoltó aerob kapacitása azonos teljesítmény mellett, annál kisebb a sav-bázis paramétereinek a nyugalmi értéktől való eltérése. A tűzoltó állóképessége alacsony, ha mérsékelt teljesítményhez nagyfokú savasodás tartozik. Ilyen előfordulhat hosszabb ideig tartó inaktív periódus után is. Amennyiben mérsékelt teljesítményhez kisfokú savasodás tartozik, abból a motiváció hiányára következtetünk.

A restitutionó 10. percében mért pH érték<sup>22</sup> változása arányos az edzés adaptációval. A vértejsav növekedése elsősorban a bázis készlet csökkenésével mutat összefüggést, s így az értékelésnél az anaerob átmenetnél alkalmazott elvek is hasznosíthatók. [49]

#### A proteinuria<sup>23</sup> vizsgálata

„A vizsgálat célja a terhelés szervezetre gyakorolt hatásának kimutatása. Dr. Gábor utalt arra, hogy az egészségesek fehérjevizelése, proteinuriája túlterhelés következménye. A proteinuria foka a terheléshez már megszerzett adaptációjával, s így a vizsgálattal az aktuális kondíció jellemezhető. A proteinuria bizonyos terhelések (munka, hideg, pszichés izgalom) után hatványozottan jelentkezik.” [49]

#### Az anaerob átmenet (az ún. laktacid küszöb) meghatározása

A vizsgálat célja a fokozatosan növekvő terhelés során meghatározni, esetenként jó közelítéssel megbecsülni azt az erőkifejtés intenzitást, amelynek elérésekor a szervezet energiát szolgáltató anyagcseréjében az anaerob laktacid folyamat jelentőssé válik, a tejsav termelődés meghaladja az elimináció ütemét és a vérben - aránylag gyors ütemben - a tejsav koncentráció megnő, metabolikus acidózis alakul ki. Az anaerob átmenet jó közelítéssel becsülhető non invazív módszerekkel is, pl. spiroergometriás vizsgálat során az  $RQ = 1$  értékéhez tartozó teljesítménnyel, illetve aerob kapacitással, vagy a Conconi-féle eljárással.

---

<sup>22</sup> A pH az oldatban található hidrogénion koncentrációjának negatív, tízes alapú logaritmus

<sup>23</sup> A vizeletben megjelenő fehérje kimutatása.

„A direkt (invazív) módon történő meghatározás esetén fokozatosan növekvő intenzitású, több (5-6 vagy még több) terhelési lépcsőből álló terhelést alkalmazunk. A terhelés történhet kerékpár ergométeren az ellenállás vagy a fordulatszám fokozásával, futószalagon a sebesség, vagy a szalag merekségének az emelésével és célszerűen megválasztott sportági mozgással is, ahol az intenzitás pontosan mérhető és reprodukálható.

Az egyes terhelési szakaszok időtartama 2-3 perc és az egyes terhelési szakaszok között a sportoló 1 perc pihenőt tarthat. A terheléses vizsgálat az esetek többségében vita maxima jellegű. A tejsav meghatározásához a terhelést megelőző nyugalomban, az egyes szakaszok közötti 1 perces szünetek második felében, a terhelés befejezése után közvetlenül, majd a 4. a 8. és a 16. percben célszerű vért venni, mert így követhető legjobban a tejsav-koncentráció dinamikája. A meghatározáshoz arterializált kapilláris vért használnak, amit a terhelés megkezdése előtt hyperanemizáló kenőccsel (vékonyan) bekent fülcimpából nyernek.

Az átmenet az esetek többségében a nyugalmi vértejsavsztint felső értékének (1,8-2,0 mmol/l) mintegy kétszeresénél, azaz 4,0 mmol/l értéknél található, s így nemzetközileg elfogadott a 4,0 mmol/l, mint az anaerob átmenet kvantitatív értéke. [3]

Az edzettség kedvező jele az azonos intenzitású erő kifejtés teljesítése aránylag mérsékelt vértejsav koncentráció növekedéssel. Összehasonlítás természetesen csak azonos nemű, közel azonos korú és azonos sportágat űző sportolók esetében lehetséges. Az egyéni értékelés longitudinálisan (3-4 hetenként) végzett, azonos jellegű terhelések esetén lehetséges.

„A pulzusemelkedés töréspontját Conconi és mtsai ugyanazon futássebességnél látták, mint ahol a tejsavküszöböt. Az egyszerű és olcsó Polar-teszter könnyen vizsgálhatóvá tette e jelenséget és ezért igen kedvelt küszöb lett Európában, majd az USA-ban is főleg a sportolók vizsgálatánál.” [3]

„Az optimális állóképességi edzésmódszer keresése vezetett a küszöb-fogalom elterjedéséhez. A nagy volumenű edzés időigényes, gyakran vezet túledzéshez és egy idő után tetőzik az állóképesség növekedése. Másrésről az intenzív edzés hatékonyan fejleszti ugyan az állóképességet, de az iram ö, nehéz elviselni és (mozgatórendszeri) károsodáshoz, túledzéshez vezethet.

A laktát küszöb megfelelőnek látszik, hogy kijelölje azt az intenzitást, amely még tartósan fenntartható. Számtalan közlemény tanúsítja ezt a nézetet az állóképességi sportolókra, nem edzett egészségesekre és rehabilitációra szorulóakra vonatkozóan.” [3]

Az anaerob átmenethez tartozó teljesítmény jól jellemzi a vizsgált személy edzettségét, betekintést enged annak aerob-anaerob szerkezetébe, longitudinális vizsgálatok során segítségével az edzettség alakulása jól megítélhető és így az edzéstervezéshez élettani adatok alapján biztosítja az individuálisan optimális edzésintenzitás megválasztását. Az egyidejűleg mért pulzusszám változások az anaerob anyagcsere alakulásán kívül lehetővé teszik a keringés edzettségének megítélését is (lásd Conconi-teszt)

#### IV. 2. 1. 2. Pályavizsgálatok

Azon teljesítménydiagnosztikai vizsgálatok tartoznak ebbe a csoportba, melyeket sportági körülmények között, elsősorban az edzés optimalizálás meghatározás céljából végeznek. A terhelés módjának meghatározásánál fontos, hogy megfeleljen a sportág jellegének és reprodukálható legyen.

A sportági terhelést a felkészülési időszak különböző periódusaiban végezzük, és a mért élettani paramétereket a teljesítményhez viszonyítva értékeljük. [62] Megfelelő sportági terhelés megválasztásával a mérési eredmények jó összhangban vannak a sportági eredményességgel. A sportági- és laboratóriumi körülmények között alkalmazott terhelésdiagnosztikai vizsgálat főbb jellemzőinek összehasonlítását mutatja a 3. táblázat.

	Laboratórium	Pálya
Sportági jelleg	Sportágtól függ	Jó
Mért paraméter	Tiszta állóképesség, néhány esetben rutin	Állóképesség és rutin
Reprodukálhatóság	Jó	Nem mindig garantált
Egyének összehasonlíthatósága	Sportágtól függ	Jó
Utánkövetés	Jó	Nem mindig lehet
Javaslat az edzésre	Közepes	Jó
Teljesítmény előrejelzésre	Közepes	Jó

3. táblázat: A laboratóriumi- és pályavizsgálatok összehasonlítása. Forrás: Dr. Martos Éva: A sportorvoslás alapjai

A tűzoltói gyakorlatban a pályavizsgálatokon a különféle szerelési, tűzoltási és mentési gyakorlatokon alkalmazott korszerű mérési módszerekkel (pulzusmonitor, laktát és vércukorszint-mérő, oximéter stb.) történik a terhelés-élettani vizsgálat, amely valóság-hű szituációk között zajlik. Ennek következtében a legnagyobb jelentőséggel bíró eljárás a tűzoltók munkavégző képességének megítélésében.

### IV. 3. Összefoglalás

A fejezetben szakirodalmak alapján vizsgáltam a munkaterhelés osztályozását a környezeti hatások, a biológiai jelentősége és a szervezetre kifejtett hatása szerint, ismertettem a fizikai megterhelés energiaforgalmi meghatározását és számításait.

Összefoglaltam az alkalmazott korszerű, összetett laboratóriumi és pályavizsgáló terhelés-élettani vizsgálatok jelentőségét a tűzoltók kardiorespiratórikus állóképességének meghatározásának tekintetében.

Rámutattam, hogy a tűzoltók aerob energiaszolgáltatásról elsősorban a gázcsere mérésével, az anaerob folyamatokról pedig a tejsav koncentráció és/vagy a sav-bázis háztartás paramétereinek meghatározásával kaphatunk információt. A megfelelő vizsgálati módszer kiválasztása mindig a munkaszpecifikus és a jellemezni kívánt anyagcsere folyamat (alaktacid, laktacid, aerob) figyelembevételével történik.

A rendszeresen végzett terhelés-élettani vizsgálatok nem csak a tűzoltók fizikai állapotának megítélésére, hanem az életmódjuk megváltoztatásához és az egyéni kondicionális program kidolgozásához, a következő évek szakmai munkájának javításához és sikeréhez is segítséget nyújthatnak.



## V. FEJEZET. TŰZOLTÓK FIZIKAI TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA

### V. 1. Tűzoltókon végzett ergometriás laborvizsgálatok elemzése

A Testnevelési Egyetem Kutató laboratóriumával közösen spiroergometriás terhelés-élettani vizsgálatot végeztünk a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság készenléti állományából (30 fő) és a Repülőtéri Katasztrófavédelmi Igazgatóság készenlétet ellátó (50 fő) állományánál. A vizsgált tűzoltók átlagéletkora: 30.5 év, átlagmagassága: 175,3 cm, átlag testsúly: 82,06, átlag BMI: 26,64.

A vizsgálat célja a tűzoltók fizikai állapotának meghatározásán túl az volt, hogy megállapítsuk a jelenlegi fizikai állapotfelmérő rendszer hatásosságát a tűzoltók kondicionális képességeinek és a szolgálati feladatok ellátásához szükséges fizikai követelmények felmérésében.

- Hipotézisem szerint a 2000 méteres síkfutás eredménye és a tűzoltók laboratóriumban, spiroergometriás Vita Maxima eljárással vizsgált élettani paraméterei között lényegesen kisebb összefüggés található, mint Cooper [8] vagy Fetz és Kornexl [21] vizsgálataiban meghatározta, mert a tűzoltók ezt a felmérési számot a felméréseken alacsony intenzitással, motiváció hiányában hajtják végre. Véleményem szerint így nem tükrözi a 2000 méteres síkfutás a felmérni kívánt képesség (középtávú állóképesség) jellemzőit.
- Feltevésem szerint a tűzoltók fizikai állapotfelmérésében egyes felmérési számok eredményei (fekve-nyomás 60 kg-al, helyből távolugrás, 4X10 méteres ingafutás, hanyatt-fekvésből felülés 1') szoros összefüggést mutatnak a relatív izomtömeggel és a relatív zsírtömeggel, ellenben szoros, de negatív előjelű összefüggést az abszolút izom- és zsírmennyiséggel.
- A hipotézisem szerint a 2000 méteres síkfutás eredményei és a tűzoltók életkora között nincs összefüggés.
- Hipotézisem szerint a tűzoltók 2000 méteres síkfutás eredményei és az antropometriai adatai között szignifikáns összefüggés mutatkozik.

A vizsgálat leírása:

A tesztek a nyugalmi élettani paraméterek meghatározásával kezdődtek, amelyek a meglévő betegség, sérülés, nagyfokú fáradtság kiszűréséből, majd a vérkép, (hematokrit, hemoglobin, trombocita, fehérvérsejtszám, granulocita, limfocita szám, nyugalmi EKG) vérnyomás ellenőrzéséből, a szöveti vérátáramlás nyugalmi, lézer doppleres, a pulzusszámmal szinkronban történő méréséből és R-R ingadozás méréséből álltak.

Ezt követően antropometriai vizsgálattal az optimális testsúly, a megfelelő testösszetétel, az elhízás, a kóros soványság, az optimális izomtömeg meghatározása történt. Az antropometria tudománya szerint az ember esetében az alkattípust döntően az határozza meg, hogy az optimális testsúly valóban mennyi kg, amelyet külső behatások, masszázs, fogyókúra, vagy a testedzés legerősebb - de nem károsító - ingerei sem változtatják meg, hiszen ez öröklött jelleg.

A vizsgálatok alapján el kell különíteni egymástól az öröklött és a szerzett komponenseket, meg kell mérni a tömegüket, és eldönthető, hogy az egyes komponensek aránya az életkor, a nem, a testi felépítés, az egészségi állapot, stb. ismeretében megfelelő-e, vagy egy-egy komponens - testösszetevő - mennyiségén változtatni szükséges.

Az általunk használt Drinkwater és Ross eljárás megalkotói logikailag helyesen abból indultak ki, hogy amennyiben az egyes testösszetevők mennyisége meghatározásra kerül, a frakciók összegének egyenlőnek kell lennie a könnyen mérhető testtömeggel. Ezzel a metodikával az emberi test a következő frakciókra osztható: a harántcsíkolt izmok tömege, a csontok tömege, az esszenciális (lényeges, fontos) és tartalék zsír tömege, a maradék tömeg, amelyet döntő többségében a zsigerik alkotják. A kövérséget nem a testtömeg, hanem a test teljes zsírtartalmának ismeretében ítélni lehet, meg és ezzel már minősítjük is.

A nyugalmi adatok meghatározása után teljes körű spiroergometriás vizsgálat történt: ventiláció, légzésszám, oxigénfelvétel, széndioxid leadás, oxigénpulzus<sup>24</sup> megadása sportfelszerelésben és tűzoltó védőruhában, valamint szívultrahangos vizsgálatot végeztünk.



9. kép: Spiroergometriás vizsgálat, Forrás: saját.

Az antropometriai vizsgálatok alapján a testalkatnak, életkornak megfelelően adtuk meg az optimális súlyt. A spiroergometriás vizsgálat adataiból pedig meghatároztuk a zsírégetéshez szükséges intenzitási tartományt.

A vérkép vizsgálatokat a spiroergometriás vizsgálatok előtt minden esetben elvégeztük. A betegség, sérülés, vagy gyógyulás hamissá teszi a kapott adatok értékelését. Jellemzően ebben a különleges munkakörben dolgozóknál is csak optimális vérkép, vérkémia, vagy spiroergometriás értékek mellett várható el a stressz helyzetben is hibátlan fizikai és szellemi teljesítmény leadása.

Hipotézisemet a matematikai statisztika módszereivel (Pearson-féle korreláció (r) számítás és lineáris regressziós görbének az adatokra való illesztésével történő korreláció ( $r^2$ ) meghatározása) ellenőriztem.

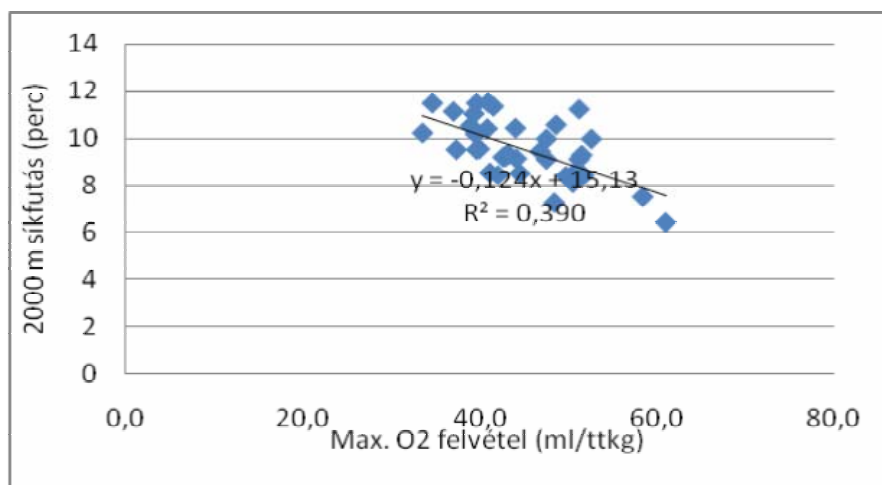
---

<sup>24</sup> Az egy szívösszehúzózással továbbított, illetve felvett oxigén mennyisége, (ml/pulzus).

## Eredmények:

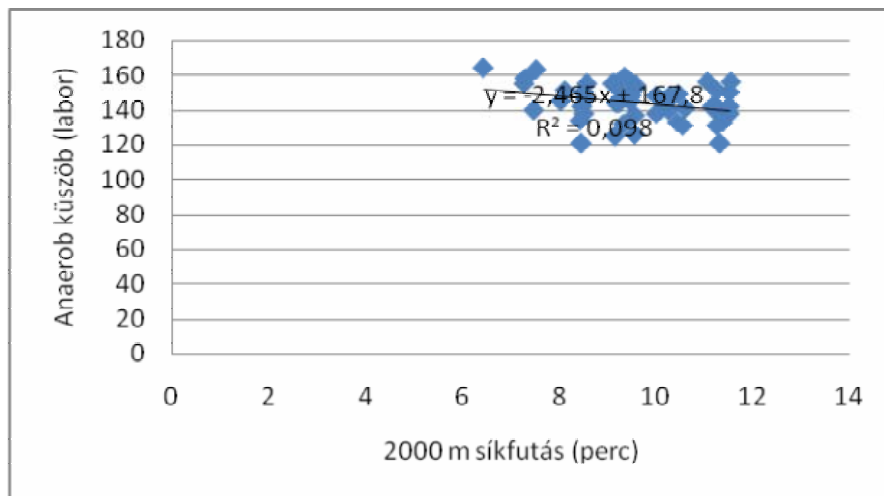
A hipotézisem, miszerint a 2000 méteres síkfutás eredménye és a tűzoltók laboratóriumában, spiroergometriás Vita Maxima eljárással vizsgált élettani paramétereik között kisebb az összefüggés, mint amely az állóképesség minősítéséhez szükséges, mert a tűzoltók ezt a felmérési számot a felméréseken alacsony intenzitással, motiváció hiányában hajtják végre, igazolódott:

- A korreláció a 2000 méteres síkfutás időeredményei és a laboratóriumában futószalag ergometrián mért VO<sub>2</sub> max (átlag: 44,9 ml/ttkg/min, szórás: 6,27 ml/ttkg/min.) között:  $r = -0,62461$  fordított arányú, lényegesen kisebb összefüggés, mint azt elvárhatnánk az állóképességet ( $r = 0,9$  Fetz és Kornexl. [21]) meghatározó teszteljárástól. A hipotézisem igazolódott.



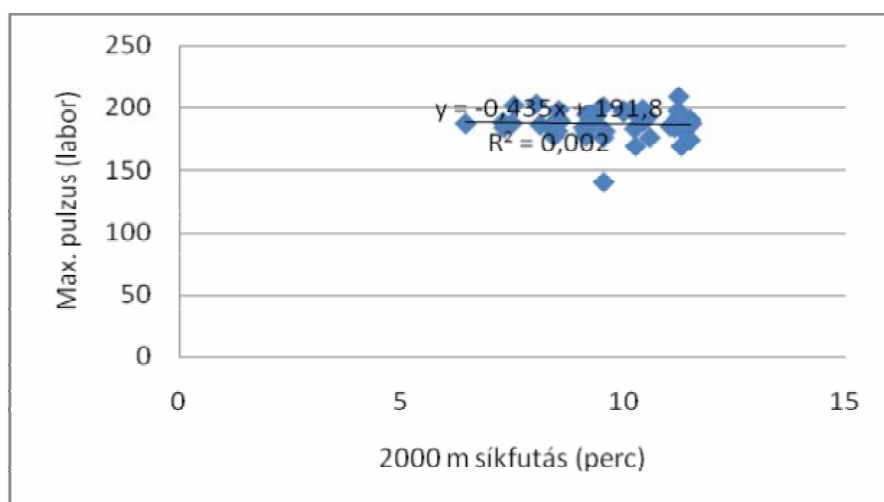
6. ábra: A 2000 méteres síkfutás és a max. O<sub>2</sub> felvétel összefüggése tűzoltóknál. Forrás: saját

- A 2000 méteres síkfutás időeredményei és a laboratóriumában, futószalag ergometrián mért anaerob küszöb (átlag: 144,1 bpm, szórás: 10 bpm.) között:  $r = -0,31419$ ,  $p \leq 0,05$  fordított arányú, gyenge szignifikancia áll fenn a mért paraméterek között. Hipotézisemet igazoltam, miszerint nincs jelentős összefüggés a fent meghatározott paraméterek között, amely a felmérési szám alacsony intenzitással történő végrehajtását jelenti.



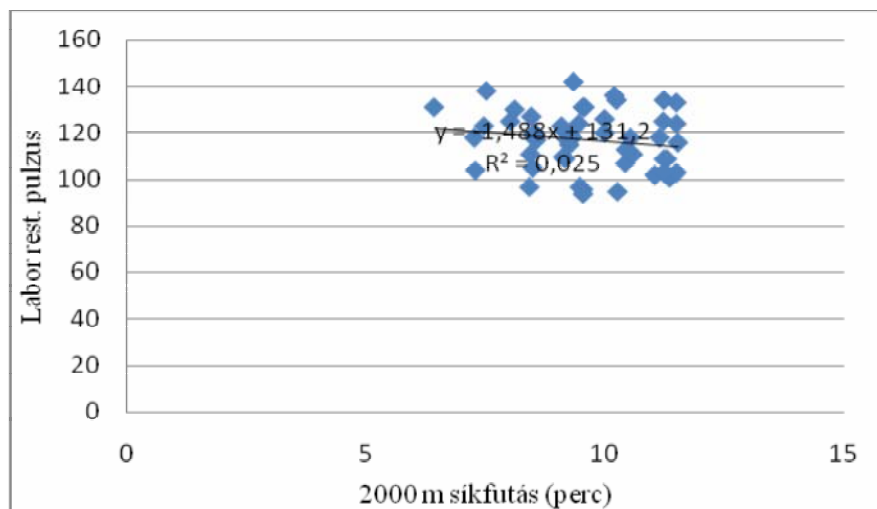
7. ábra: A 2000 méteres síkfutás és az anaerob küszöb összefüggései tűzoltóknál. Forrás: saját.

- A korreláció a 2000 méteres síkfutás és a laboratóriumban futószalag ergometrián mért max. pulzus (átlag: 187,1 bpm. szórás: 11 bpm.) között:  $r = -0,05117$ , amely egyáltalán nem mutat szignifikanciát a két mért eredmény sor között. A maximális terheléses pulzus teljesen egyéni paraméter és nem elég az egzakt diagnosztikához. Ez a hipotézisemet igazolja, miszerint a 2000 méteres síkfutás teljesítése nem vált ki olyan reakciót a tűzoltókból, amely maximálisan igénybe venné a szervezetüket és értékes alapja lenne a tűzoltók teljesítmény mérésének.



8. ábra: A 2000 méteres síkfutás és az ergometrián mért max. pulzusok közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

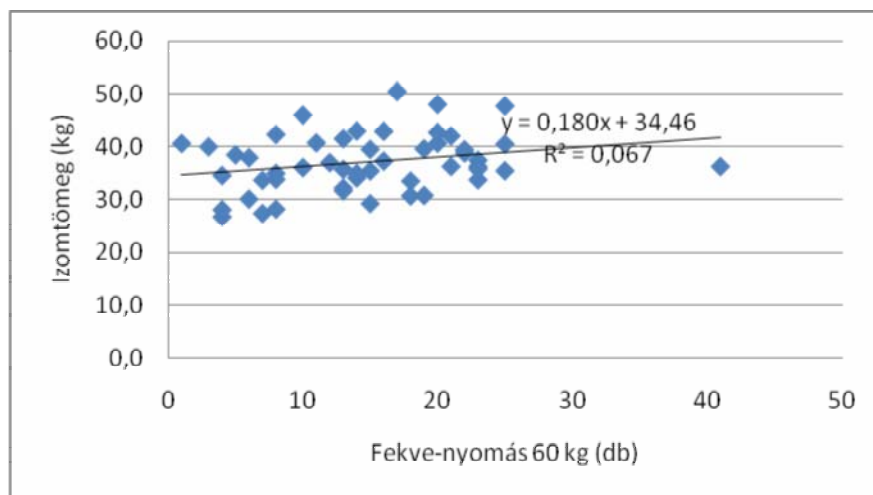
- A 2000 méteres síkfutás eredményei és a terhelés utáni (5') restitutionós pulzus (átlag: 116,92 bpm. szórás: 12 bpm.) között:  $r = -0,16071$ , nincs szignifikancia, amely ismét a 2000 méteres síkfutás csekély intenzitású teljesítésére utal. A hipotézisem igazolódott.



9. ábra: A 2000 méteres síkfutás és a restitutionós pulzusok közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

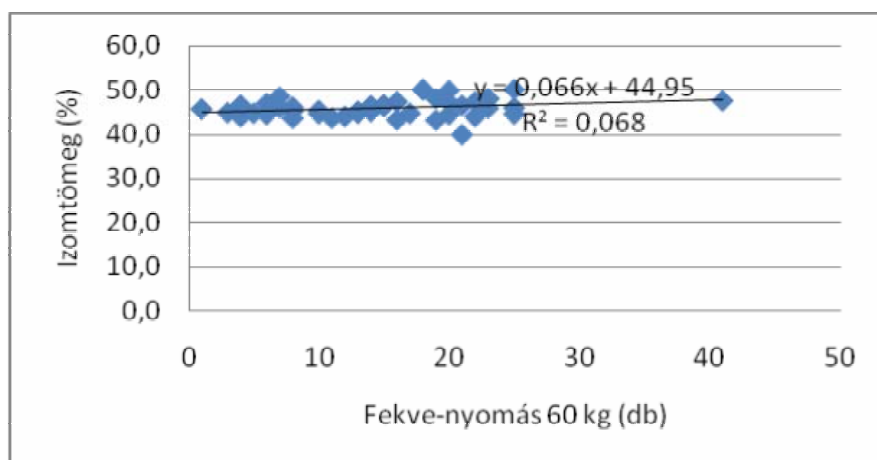
Hipotézisem, miszerint a tűzoltók fizikai állapotfelmérésében egyes felmérési számok eredményei szoros összefüggést mutatnak a relatív izomtömeggel és a relatív zsírtömeggel, ellenben szoros, de negatív előjelű összefüggést az abszolút izom- és zsírmennyiséggel részben igazolódott:

- A korreláció a fekve-nyomás (60 kg) eredményei (átlag: 15, szórás: 8) és az izomtömeg (kg) (átlag: 37,1, szórás: 5,3) összefüggései között:  $r = 0,25921$ ,  $p \leq 0,01$  gyenge korreláció áll fenn, amely azt feltételezi, hogy a nagyobb izomtömeggel rendelkező tűzoltók nem teljesítenek jobban ebben a számban. Véleményem szerint a fekve-nyomásban nyújtott gyenge teljesítmények a gyakorlatlanságra vezethetőek vissza, amely a szórás értékének az átlagértékhez való viszonyításával támasztható alá. A hipotézisem nem igazolódott.



10. ábra: A fekvő-nyomások száma és az izomtömeg (kg) közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

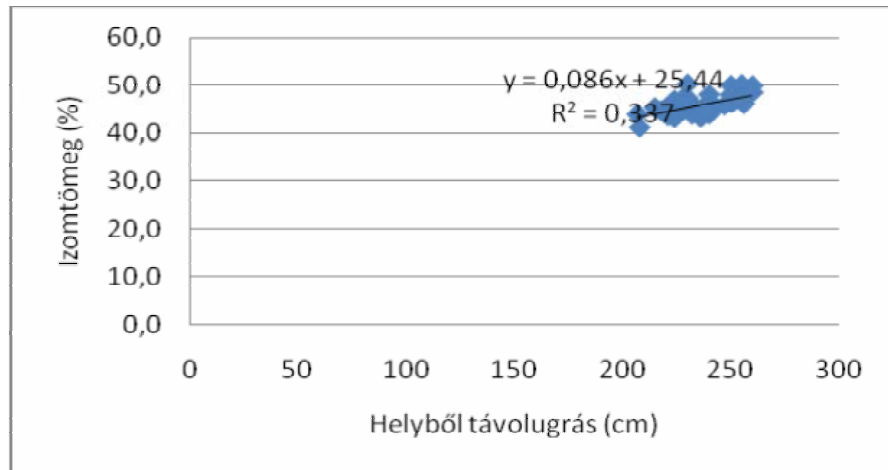
- A fekvő-nyomás (60 kg) eredményei és az izomtömeg (%) (átlag: 45,2 szórás: 6,2) összefüggései között:  $r = 0,261220$ ,  $p \leq 0,01$  tehát gyenge összefüggés van a fekvő-nyomások száma és a százalékos izomtömeg között a tűzoltókon végzett felmérés szerint. A hipotézisem nem igazolódott.



11. ábra: Az izomtömeg (%) és a fekvő-nyomások száma közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

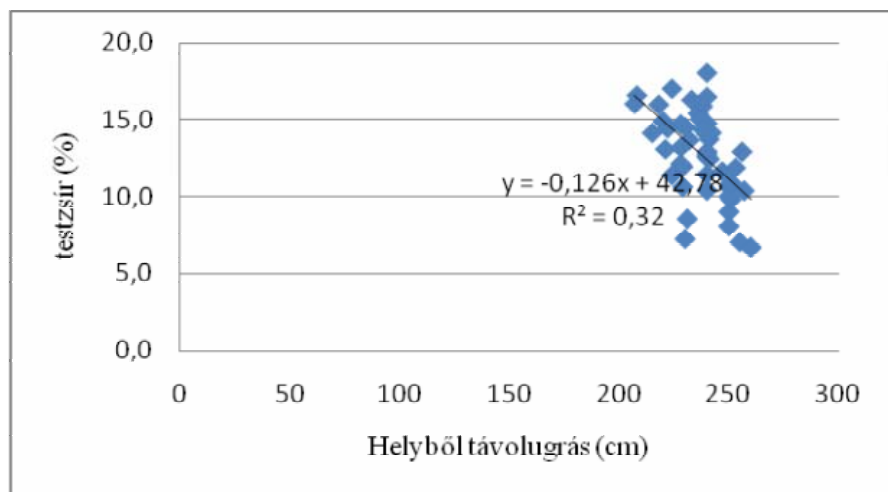
- A korreláció a helyből távolugrás eredményei (átlag: 237 cm, szórás: 12,8 cm) és az izomtömeg (kg) között:  $r = -0,12056$ ,  $p > 0,1$  tehát nincs szignifikáns összefüggés a tűzoltók helyből távolugró teljesítménye és az abszolút izomtömegük között a hipotézisem nem igazolódott. Véleményem szerint a nagyobb izomtömeggel nagyobb testsúly is jár, valamint a technikai végrehajtás elégtelensége miatt nincs korreláció.

- A helyből távolugrás eredményei és az izomtömeg (%) között:  $r = 0,458085$ ,  $p \leq 0,001$  igen erős szignifikancia a relatív izomtömeg és a helyből távolugró teljesítmény között, tehát alkati okok miatt van összefüggés. A hipotézisem igazolódott.



12. ábra: Az izomtömeg (%) és a helyből távolugrás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

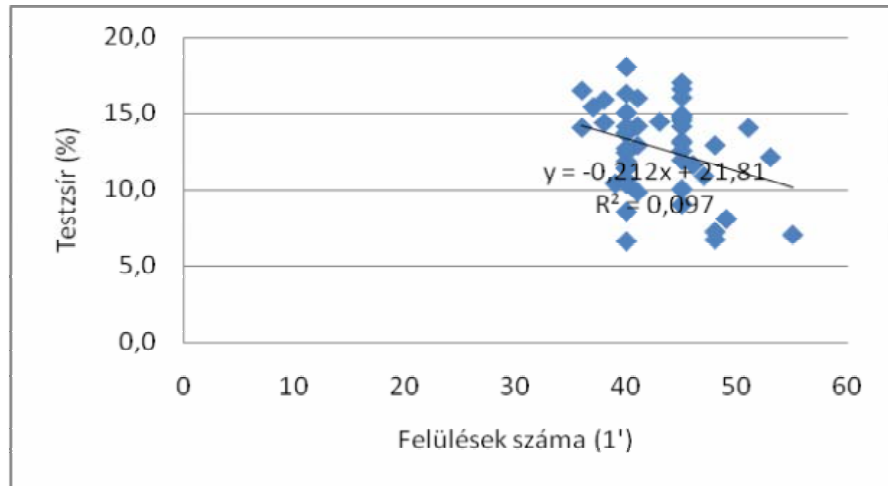
- A korreláció a helyből távolugrás eredményei és a testzsír (%) (átlag: 12,7, szórás: 2,9) között:  $-0,52015$  negatív igen erős szignifikancia áll fenn, amely azt mutatja, hogy minél nagyobb a testzsír %, annál kisebb a távolugrás eredménye. A hipotézisem igazolódott.



13. ábra: A testzsír (%) és a helyből távolugrás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

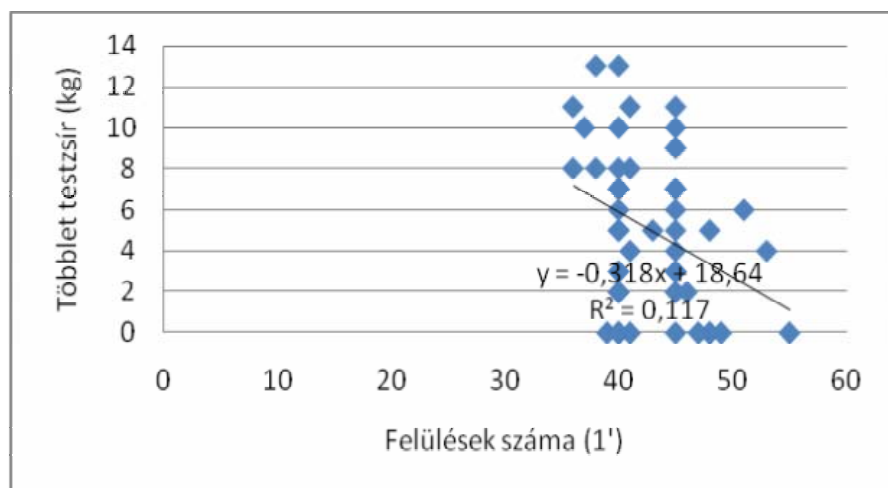


- Az egy perc alatti felületek száma (átlag: 43, szórás: 4,2) és a zsír (%) (átlag: 12,7%, szórás: 2,86 %) között  $r = -0,311444$ ,  $p \leq 0,05$  szignifikáns, fordított az összefüggés, tehát a feltevésem igazolódott.



14. ábra: A testzsír (%) és az egy perc alatti felületek közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját

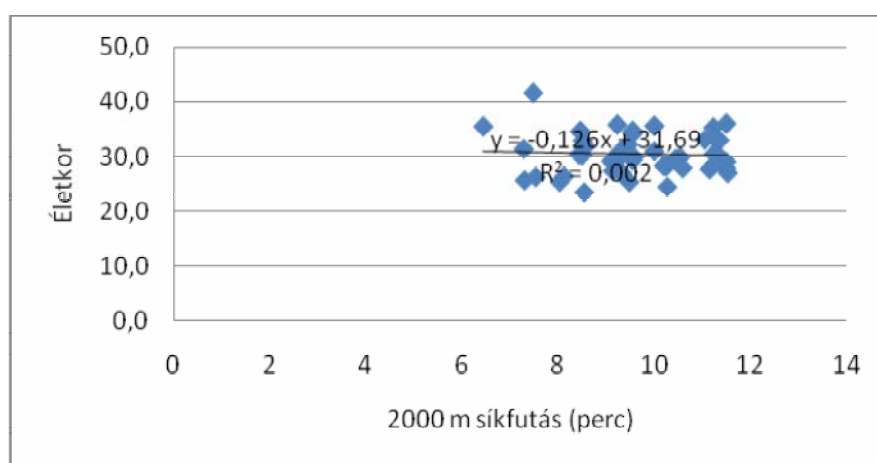
- A korreláció az egy perc alatti felületek eredményei és a többlet testzsír (kg) (átlag: 5 kg, szórás: 3,89 kg) között:  $r = -0,343286$ ,  $p \leq 0,02$ , amely fordított arányú erős szignifikancia, tehát a hipotézisem igazolódott.



15. ábra: A többlet testzsír (kg) és az egy perc alatti felületek száma közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

A hipotézisem, miszerint a 2000 méteres síkfutás eredményei és a tűzoltók életkora között nincs összefüggés, igazolódott:

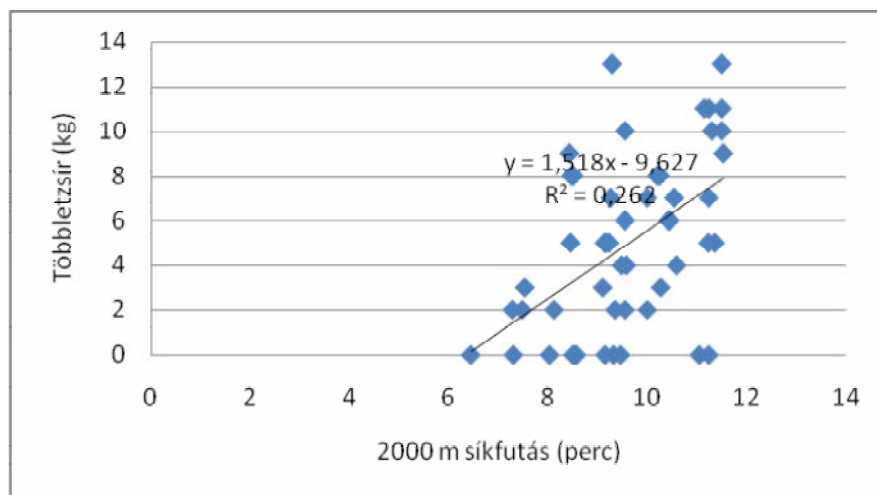
- A korreláció a 2000 méteres síkfutás eredményei (átlag: 9,61', szórás: 1,31') és az életkor (átlag: 30,5 év, szórás: 3,5 év) között:  $r = -0,04696$ ,  $p > 0,1$  a hipotézisemmel megegyezően nem találtam szignifikáns összefüggést az életkor és a 2000 méteres síkfutás időeredményei között a tűzoltóknál.



16. ábra: Az életkor és a 2000 méteres síkfutás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

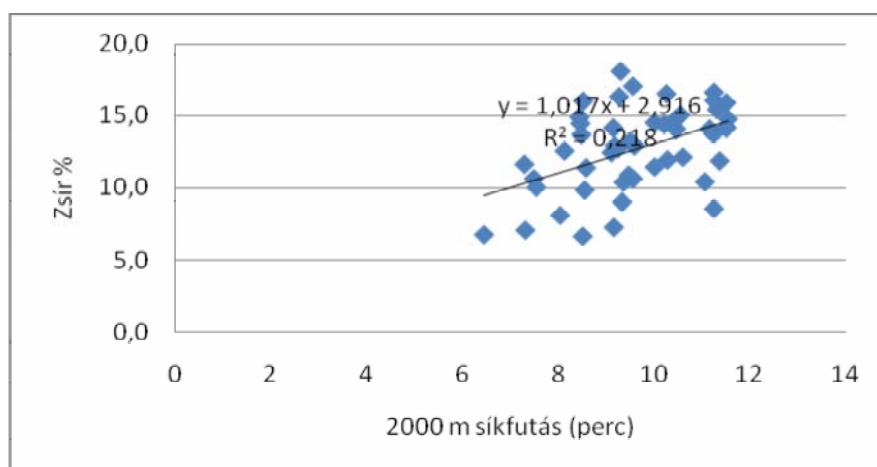
Hipotézisem, miszerint a tűzoltók 2000 méteres síkfutás eredményei és az antropometriai adatai között szignifikáns összefüggés mutatkozik, igazolódtak:

- A korreláció a 2000 méteres síkfutás és a többlet testzsír (kg) (átlag: 5 kg, szórás: 3,89 kg) között:  $r = 0,561588$ ,  $p \leq 0,001$ , azaz, igen erős szignifikanciát jelent, tehát igazolódott a hipotézisem, miszerint a testzsír növekedésével csökken a futóteljesítmény, tehát a teljesítmény előre jelezhető az antropometriai adatok alapján.



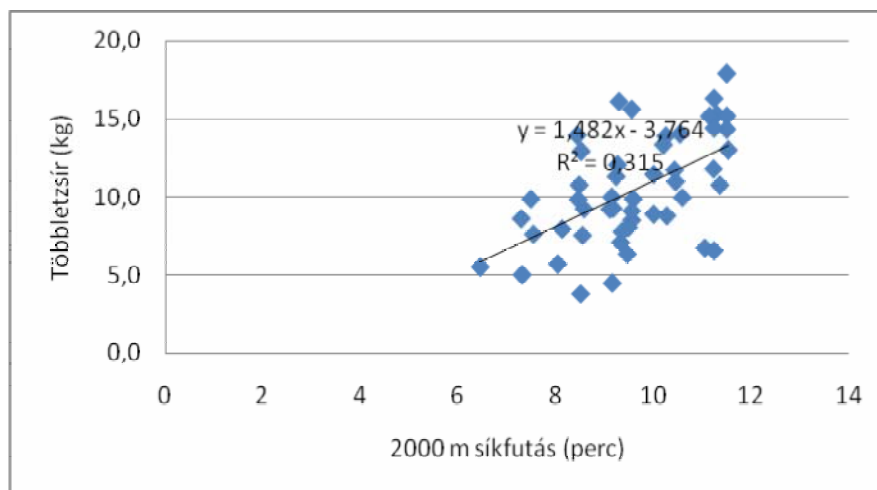
17. ábra: A többletsír (kg) és a 2000 méteres síkfutás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

- A 2000 méteres síkfutás eredményei és a zsír (%) (átlag: 12,7%, szórás: 2,86 %) között  $r = 0,467358$ ,  $p \leq 0,05$  erősen szignifikáns az összefüggés, tehát a feltevésem igazolódott.



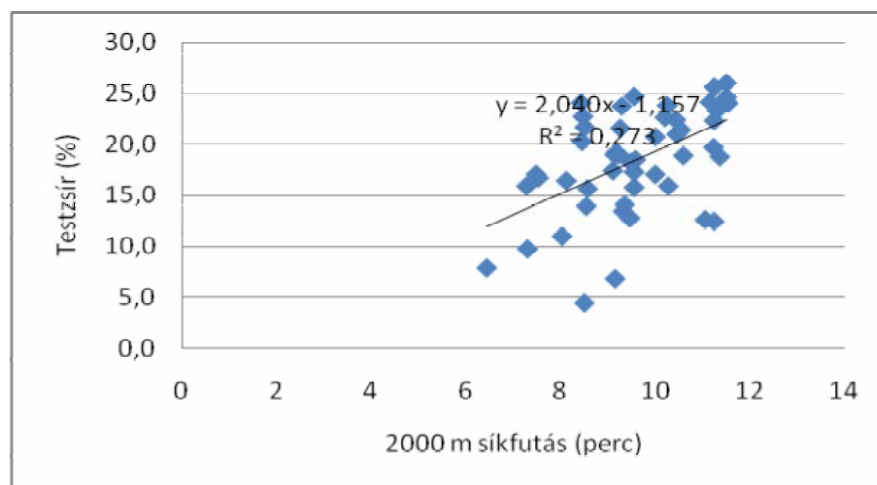
18. ábra: A testzsír (%) és a 2000 méteres síkfutás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját

- A korreláció a 2000 méteres síkfutás eredményei és abszolút testzsír (kg) (átlag: 10,5 kg, szórás: 3,4 kg) között:  $r = 0,51275$ ,  $p \leq 0,001$ , amely igen erős szignifikancia, tehát a hipotézisem igazolódott.



19. ábra: A többletsír (kg) és a 2000 méteres síkfutás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

- A 2000 méteres síkfutás eredményei és a testzsír (%) (átlag: 18,4%, szórás: 5,4%) között:  $r = 0,522694$   $p \leq 0,001$  igen erős szignifikancia áll fenn, amely a hipotézisemet igazolja.



20. ábra: testzsír (%) és a 2000 méteres síkfutás közötti összefüggés tűzoltóknál. Forrás: saját.

Összegzésképpen:

A hipotézisvizsgálataim alapján bebizonyítottam, hogy a jelenlegi fizikai állapotfelmérő eljárással nem becsülhetőek meg a tűzoltók kondicionális képességei, valamint az egzakt eredményekhez mérni kell a teljesítményt, amelynek alapja az antropometriai vizsgálat és a laboratóriumban elvégzett spiroergometriás vizsgálat. Továbbá az antropometriai vizsgálatokkal és azok értékelésével kiemelkedően javul a tűzoltók különböző szolgálati feladatokra való kiválasztása és a hosszútávú terhelhetőségének előrejelzése, valamint a spiroergometriás vizsgálatokkal együtt adják meg a longitudineális pályavizsgálatok értékelésének alapjait.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeiből levonható az a következtetés, hogy az állomány terhelhetősége alapvetően életmódváltással javítható, ami nem nélkülözheti a rendszeres orvosi vizsgálatokat, a rendszeres sportolást, a megfelelő pihenést és fokozottabb folyadékbevitelt.

A kapott eredmények alapján a szolgálat minél magasabb szinten történő ellátása érdekében - személyre szabottan, az egyéni eredmények tükrében - elkezdődött az a fizikai felkészítés, amely lehetővé teszi a tűzoltók riasztás esetén történő minél eredményesebb beavatkozását.

## V. 2. Tűzoltók terhelés-élettani pályavizsgálatának lehetséges új módszerei

A tűzoltói hivatás a világ minden társadalmában a legelismertebb tevékenység, amelyben a pszichikai, fizikai tulajdonságok kiemelkedő szintje és együttes megléte teszi alkalmassá az egyént a tűzoltói munkára. A tűzoltók fizikai állapotának, kondicionális képességeinek vizsgálata, felmérése, valamint az eredmények értékelése alapján a képességfejlesztő módszerek kidolgozása, végrehajtása közel tíz éve jelen van a Magyar gyakorlatban. A tűzoltók kondicionális képességének mérésének célja, hogy meghatározzuk az egyén munkavégző képességét.

A tűzoltói gyakorlatban a káresemények, gyakorlatok folyamán történő terhelés-élettani vizsgálat is a pályamérések csoportjába tartozik. Jelentősége, információ tartalma a legnagyobb az összes vizsgálathoz képest. Lehetőség van folyamatos pulzuszámolásra a tűzoltás és műszaki mentés alatt, de kiegészíthető a terhelés utáni tejsavméréssel (anaerob erőkifejtés mértéke) is. A tűzoltóknál alkalmazott, ilyen irányú pályavizsgálatokat rendszeresen végezzük és ezen eredmények alapján vonhatóak le egzakt következtetések a szervezetet érő terhelésről a beavatkozások alatt.

A szubmaximális terhelés alatt mérhető spiroergometriás adatok általában nem jelentenek diagnosztikus támpontot a munkakapacitás megítélésére, hiszen az aerob hatásfok csak legfeljebb csekély mértékben jobb az edzetteken. [4] A terhelés maximumán mérhető abszolút, vagy relatív aerob kapacitás (maximális oxigén felvétel) értékes mutató, mert általában igaz az a megállapítás, hogy jó, vagy kiemelkedő fizikai teljesítményhez átlagon felüli oxigénfelvétel társul. Ellenben az már közel sem biztos, hogy magas oxigén felvétel esetén, a fizikai, vagy tűzoltói szakmából eredő speciális teljesítmény jó vagy kiemelkedő.

A pulzusszám jellemzi valamilyen szinten a keringést, ezáltal az oxigénfelvételt. Lehetőség szerint, azonban mérni kell az oxigénfelvételt befolyásoló élettani, (pl. testméretek, bőrhőmérséklet, szöveti vérátáramlás, anyagcsere) fizikai (testhelyzet, haladási sebesség, légnyomás, zaj stb.) tényezőt is és figyelembe kell venni a terhelhetőség megállapításában. Az ideális az lenne, ha a tűzoltót a feladata végrehajtása közben tudnánk vizsgálni.

#### V. 2. 1. Tűzoltók speciális fizikai állapotfelmérése Draeger tűzszimulációs konténer alkalmazásával

A zárt terekben, pincékben, padlásokban bekövetkezett tüzek oltása jelenti a legnagyobb veszélyt a beavatkozó tűzoltók számára és ezen alkalmakkor éri a legnagyobb fizikai igénybevétel a szervezetet. Az intenzív hőhatás, a látótávolság csökkenése, a védőfelszerelések használata és súlya, valamint a munkavégzés együttesen a fizikai teljesítőképesség határát súrolják.

Természetesen minden váratlan körülményre felkészülni nem lehet, de rendszeres gyakorlatozással felkészíthetjük a tűzoltó szervezetét mind fizikai mind pszichikai szempontból a várható hatásokra. A tűzoltó szervezetét érő ingerek egyénenként változó (edzettségi állapottól függő) adekvát válaszokat váltanak ki, úgymint a pulzusszám, légzésszám, vérnyomás, bőrhőmérséklet emelkedése, a verejtékezés megindulása, a savbázis egyensúly megbomlása, az ásványi anyag forgalom változása.

A fizikumot és a pszichikumot is jelentősen befolyásoló tényező az egyes érzékszervek állapota. A látás, hallás, szaglás és tapintás érzékszervei egy zárt térben történő tűzoltás során jelentős mértékben korlátozva vannak, hiszen a légzőkészülék, a füst, a védőkesztyű a személyi védelmet szolgálja, de csökkenti az érzékelési tartományt.

Az érzékszervek kifogástalan állapota segíti a tűzoltót a koordinációs képességeinek (egyensúlyozás, téri tájékozódó képesség, mozgásérzékelés, helyzetfelismerő- és megoldó képesség, stb.) kihasználásában.

A tűz-szimulációs konténerben végrehajtott gyakorlat a zárt térben történő tűzoltói beavatkozás mesterséges körülmények közötti lemodellezésére nyújt kiváló lehetőséget. A gyakorlat során a tűzoltó ellenőrzött, mondhatni „laboratóriumi” körülmények között tapasztalhatja meg egy lakás vagy picetűz oltásának váratlan körülményeit, nehézségeit. Megtapasztalhatja a szervezetét érő fizikai, pszichikai hatásokat, és nem utolsósorban megtanulhatja az eredményes és gyors tűzoltás módozatait.

A beavatkozó tűzoltó szervezetének élettani paramétereinek monitorozása, az eredmények vizsgálata és összehasonlítása által lehetőség nyílik arra, hogy felmérjük a kondicionális képességek szintjét, megállapítsuk a légzőkészülékben történő munkavégzés optimális időtartamát.

Több alkalommal vizsgáltam a tűzoltók tűzszimulációs gyakorlatának új módszerként történő alkalmazását a fizikai állapotfelmérő eljárás kiegészítésének lehetőségeként, valamint az edzettség jelentőségét a tűzoltói beavatkozások, zárt téri tüzek oltásánál.

A Vizsgálatban a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság szolgálatparancsnoki, illetve tűzoltásvezetői irányító (TCS) hivatásos állományából válogattunk résztvevőket  $n = (30)$ , a résztvevők átlagéletkora 32 év. A tűzoltói hivatásban eltöltött éveiknek a száma átlagosan 12 év. A kiválasztás során 18 főt az átlagos kondicionális képességekkel rendelkezők közé soroltunk, míg 12 főt a kiemelkedő képességekkel (volt és jelenleg is aktív élsportolók) rendelkezők közé.



Hipotézisem szerint két csoport között jelentős eltérés mutatkozik az:

- antropometriai adatok,
- maximális szívfrekvencia,
- nyugalmi pulzus,
- restitúciós pulzus,
- laktát,
- bőrhőmérséklet,

változásának tekintetében, miszerint az edzett csoport élettani adatai sokkal kedvezőbben alakulnak a speciális terhelés hatására, mint az edzetleneké.

### Vizsgálati Módszerek

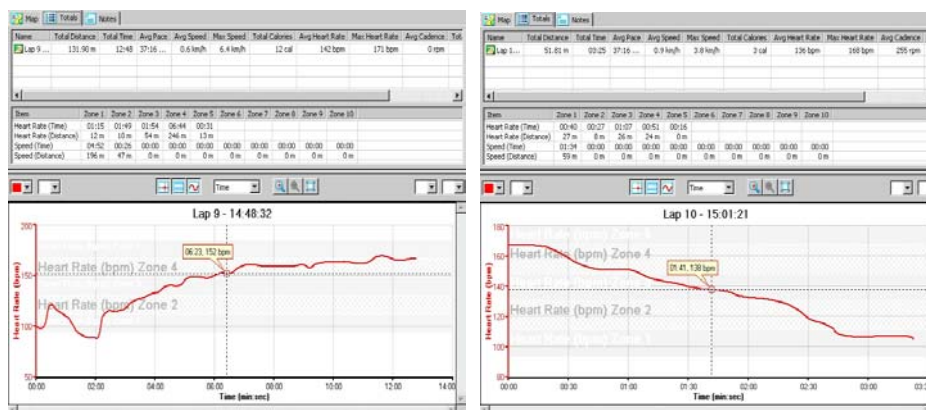
A vizsgálati személyekkel összetett terhelésélettani spiroergometriás vizsgálatot végeztünk, ahol a nyugalmi élettani paraméterek (vérkép, légzésfunkció, antropometria) meghatározása után futószalagon végzett Vita Maxima vizsgálat közben állapítottuk meg a terhelhetőséget.

Ezt követően a tűzoltók speciális kondicionális képességeinek méréséhez az „éles” helyzeteket valóságosan lemodellező FIRE DRAGON III tűz-szimulációs konténert használtuk, amely során a tűzoltók párban, teljes védőfelszerelés (Bristol védőruha) és légzőkészülék (Draeger PSS 100, 6 literes űrtartalmú, 300 bar nyomáson sűrített levegőjű, 10,6 kg-os ) használatával, 10–12 perc időtartamban hajtanak végre tűzoltási feladatokat.

A tűzoltók a gyakorlat teljes időtartama alatt pulzuszámoló monitorral (Garmin Forerunner 301 és 305 típus) lettek ellátva, amelyek mellkasi jeladón keresztül adják le a szívfrekvencia jelet a készülékbe, amely alapján az elemző szoftver segítségével folyamatosan nyomon követhető a gyakorlat teljes időtartama alatti szívfrekvencia változása, ezáltal a terhelés mértéke.

Hipotézisvizsgálatomat a matematikai statisztika módszerével, kétmintás „t” próbával végeztem, amelyet két csoport (kísérleti és kontroll) eredményeinek összefüggésének meghatározására használunk.

A pulzus értékeket grafikonon ábrázoljuk, amely feltünteti az antropometriai adatok és életkor alapján meghatározott terhelési zónákat, a zónákban eltöltött időt és az adatok alapján meghatározott maximális pulzusszámhoz viszonyított értéket. 21. ábra.



21. ábra: Garmin edzésemelő szoftver szívfrekvencia ábrája, forrás: saját.

A légzőkészülékből felhasznált levegő mennyisége alapján mérjük gyakorlat közben a szervezet által felhasznált oxigén ( $VO_2$ ) mennyiségét, majd ebből az egy percre jutó oxigénfelvétel testtömegre számított mértékét, amely a végzett munka intenzitásának és az egyén edzettségének egyik legértékesebb mutatója. A gyakorlat végén kapilláris vérből laktát szint, majd vérnyomás meghatározása történt a terhelés utáni 3. percben.

A vizsgálat a tűz-szimulációs konténer tesztpálya bemutatásával kezdődött, amikor is ismertettük a végrehajtandó feladatokat, majd az antropometriai adatok, nyugalmi pulzus és vérnyomás értékek felvétele következett. A vizsgált személyek „szárazon” is bejárták a tesztpályát megismerve a feladatokat. Ezután a párok beöltöztek egyéni védőfelszereléseikbe és leolvastuk a palackban lévő levegő nyomását, felmásztak a konténer tetején lévő bejárathoz. A sugárcső sugárképeinek kipróbálása után a tűzoltók csatlakoztatták a légzőkészülék tudó-automatáját az álarchoz és megkezdték a gyakorlatot

A gyakorlat részletes időbeli leírása:

**0'-1'** A vizsgált személyek (sugárvezető, mint 1-es, és segéd sugárvezető, mint 2-es) támadó „C” sugárral teljes védőfelszerelés és légzőkészülék használatával a konténer tetején lévő bejáraton, csigalépcsőn keresztül hatolnak be az 1-es tűztérbe (pincetűz szimuláció), amely során jelentős mennyiségű az ellenirányú füstáramoltatás és a csigalépcső alján felcsapó lángokat kell többször megfékezniük.



10. –11. kép: A gyakorlat megkezdése, behatolás, forrás: saját.

**1'-1'30"** A 2-es tűztérbe a bejutás már vízszintes irányú és felhevült ajtón (elektromosan fűthető) keresztül történik, itt modellezhető és gyakorolható a zárt térbe történő behatolás helyes módszere a szúróláng elkerülésének, kivédésének céljaként. Az ajtónyitást követően a konténer plafonján tűzátgördülés (flash over) jelenik meg, amelyet az 1-es a sugár szakaszos működtetésével küzd le.

**1'30"-1'50"** A sugárvezető ezután felváltva oltja az ágyon és a TV készülékben felcsapó lángokat, majd a visszavonulás útján—a lépcső alján—ismét felcsapó lángokat.



12.-13. kép: Visszavonulási útvonal és TV- készülék oltása, forrás: saját.

**1'50"-2'10"** Flash over oltása

**2'10"-2'30"** A tűzoltók ezután együtt hatolnak be a gázóra helyiségbe, ahol a nagy kiterjedésű lángokat a sugárvezető „lecsapja”, majd a segéd-sugárvezető a gázcsap elfordításával állítja le a gáz kiáramlását.

**2'30"-2'40"** A gázórától visszavonulva ismét az ágy és a TV tűzének oltása

**2'40"-3'15"** Flash over oltása párhuzamosan az ágy és TV tűzének megfékezésével, mialatt a sugárvezető kb. 20 cm-re helyezkedik el az ágyból felcsapó félméteres lángoktól.



13. kép: visszavonulási útvonalon felcsapó lángok, forrás: saját.

**3'15"-5'** A visszavonulási útvonalon felcsapó lángok megfékezése párhuzamosan a flash over és a berendezési tárgyak oltásával. Ennél a szakasznál különösen fontos a segéd-sugárvezető segítsége, aki figyelmezteti a sugárvezetőt a veszélyekre és a váratlanul felcsapó lángokra, mindeközben a konténer plafonján a hőmérséklet eléri a 800 °C hőmérsékletet. A tűzoltók eközben haladnak a konyha felé, ahol a tűzhelyből csapnak fel a lángok.

**5'-5'45"** A tűzhelyből kicsapó lángokat megfékezve az 1-es kinyitja a tűzhely ajtaját és azon keresztül oltja el a tüzet, majd visszazárja az ajtót és megkezdik a visszavonulást a nappali helyiségbe.

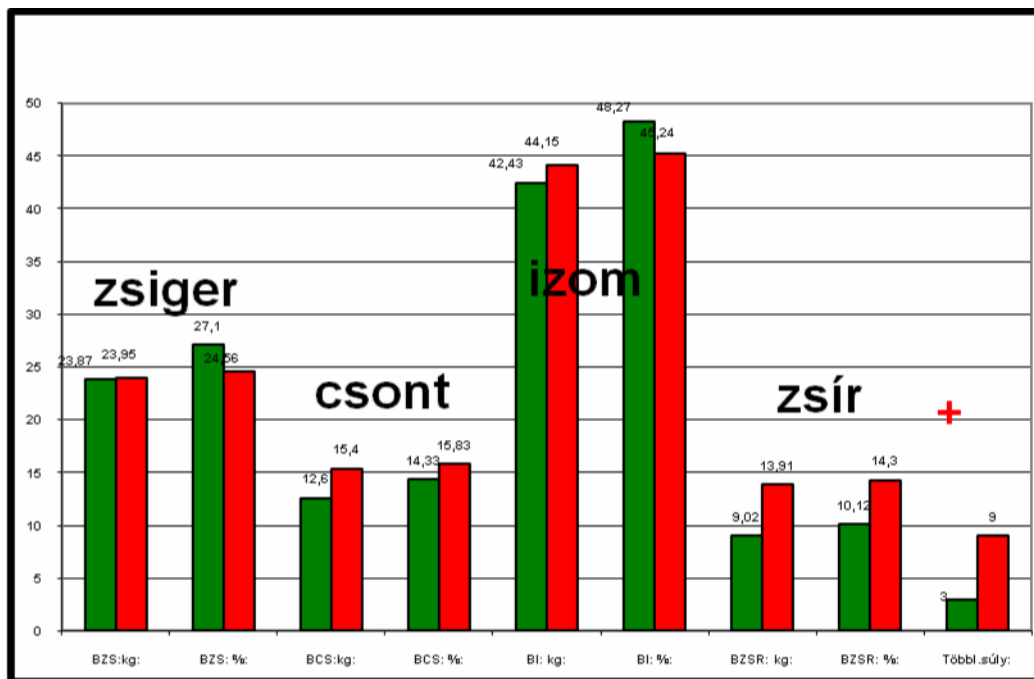
- 5'33"-6'** A nappaliban lévő ágy és TV oltása.
- 6'-6'20"** Flash over oltása
- 6'20"-6'45"** A gázóra tűz ismételt eloltása az előző metódussal.
- 6'45"-7'** Az ágy és a TV tűzének oltása.
- 7'-7'30"** Flash over oltása, közben a két tűzoltó elindul a konyha felé.
- 7'30"-8'15"** Konyhai tűzhely tűzének oltása.
- 8'15"-8'45"** A konyhából való visszavonulás során a berendezési tárgyak oltása.
- 8'45"-9'15"** Flash over oltása
- 9'15"-10'45"** Flash over, berendezési tárgyak és a visszavonulási útvonalon a lépcső alatti tűz oltása egy időben.
- 11'** gyakorlat vége.

A gyakorlaton minden páros ugyanazt a feladatot teljesítette, közel azonos idő alatt (10'-12'), amely az élsportolók teljesítménymérési (spiroergometriás Vita Maxima) eljárásában alkalmazott időintervallum.

A gyakorlat folyamán a konténer belsejében, 1.5 méter magasságban közel 200 °C, a mennyezet alatt közvetlenül, 600 °C volt tapasztalható.

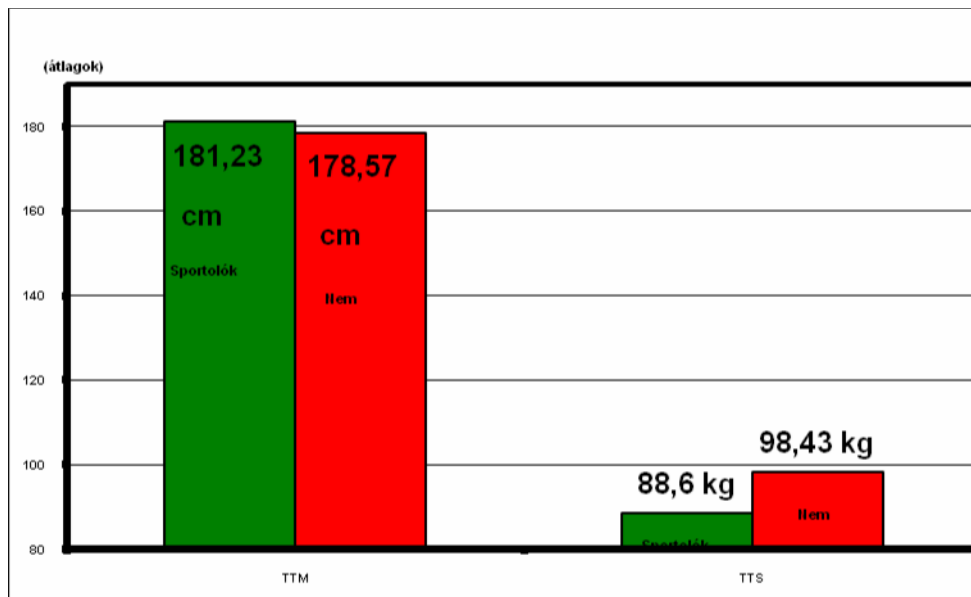
Eredmények:

Az antropometriai adatok összehasonlításánál igen erős szignifikanciát találtam a **testzsír %** (átlag: edzett cs. 10,1 és az edzetlen cs. 14,3,  $r = 2,215$ ,  $p \leq 0,02$ ) **testzsír abszolút (kg)** (átlag: edzett cs. 9,02 és az edzetlen cs. 13,9,  $r = 2,227$ ,  $p \leq 0,02$ ), **izomtömeg %** (átlag: edzett cs. 48,2 és az edzetlen cs. 45,2  $r = 2,233$ ,  $p \leq 0,02$ ) **izomtömeg kg** tekintetében viszont nem igazolódott a feltevésem, itt fordított (átlag: edzett cs. 42,4 és az edzetlen cs. 44,1,  $r = -1,227$ ) arányú szignifikancia áll fenn. 22. ábra.



22. ábra: Testösszetétel abszolút (kg) és relatív (%) értékei sportoló és nem sportoló tűzoltóknál, forrás: Petrekanits-Kanyó

A testtömeg indexek tekintetében is jelentős különbség mutatkozik. Az átlagos edzettségi szinttel rendelkezők testtömeg index középértéke 28,4, amely a túlsúlyos kategóriába esik, míg az edzettek átlagértéke 24,7, amely a normál súlyúakhoz sorolandó. 23. ábra.



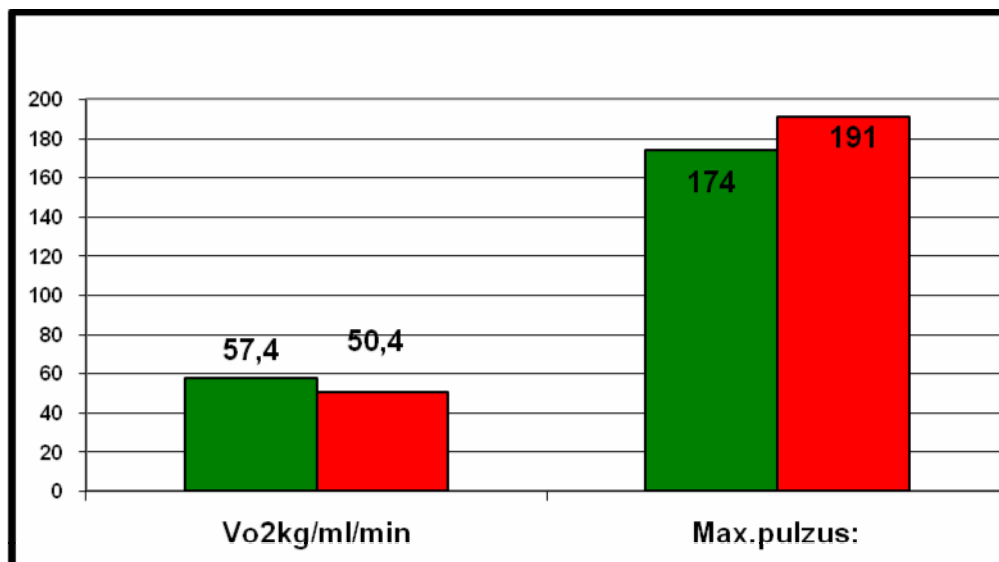
23. ábra: Sportoló és nem sportoló tűzoltók testmagasság, testtömeg adatai, forrás: Petrekanits-Kanyó

A gyakorlat során megállapítottuk, hogy a pulzuszám mérő megfelelően működtek a konténer belsejében tapasztalható magas hőmérséklet, valamint a tűzoltók munkavégzése, tűzoltása során bekövetkező mozgás ellenére, tehát alkalmasak a rendszeres használatra.

Az edzettség megítéléséhez a pulzusszám változásának mérése terheléskor önmagában kevés, mert az egyéni, pillanatnyi kondíció mutatója. Ezért szükséges a pulzusszámhoz tartozó pontos teljesítmény, oxigénfelvétel, sav-bázis értékek, bőrhőmérséklet együttes monitorozása, amely alapján határozzuk meg a terhelhetőséget. A szubmaximális terhelésnél az egyes terhelési lépcsőkhöz tartozó keringési igénybevétel edzettekénél alacsonyabb, mint edzetlenekénél. A szívfrekvencia folyamatos monitorozása során nyilvánvalóvá vált a különbség az edzetlen és az edzett csoport között.

Az edzett csoport terhelés alatt mért átlagos maximális pulzusszáma 170/min. volt, amely az életkori maximális pulzusértékükhöz viszonyítva 85 %-os (szubmaximális) terhelést jelentett. Az edzetlen csoport terhelés alatt mért pulzusszáma átlagban 188/min, amely 100-105 %-os terhelést jelentett az életkori maximum értékeikhez viszonyítva. 24. ábra.

Hipotézisem helyesnek bizonyult, hiszen az edzett csoport pulzusértékei erős összefüggést mutatnak ( $r = 2,320$ ,  $p \leq 0,02$ ) az edzetlen csoport értékeihez viszonyítva.



24. ábra: Az állóképességet jellemző egyes adatok sportoló és nem sportoló tűzoltóknál, forrás: Petrekanits-Kanyó

A terhelést követő megnyugvási szakasz pulzusszám csökkenéséből következtetni lehet az állóképességi edzettségre. A restitúció 3. és 5. és 10. percében mért értékek jól tükrözik az állóképességi terheléshez való adaptációt. Az edzettektől elvárható, hogy a megnyugvási szakasz 10. percében megközelítsék a nyugalmi értékeket. Az edzett csoport átlagértéke az restitúció 5. percében 87 bpm/min, míg az edzetleneké 121.6 bpm/min, amely jól tükrözi az edzettségi különbséget.

A hipotézisemet alátámasztotta a vizsgálati eredmények összehasonlítása, amely erős összefüggést mutat ( $r = 1,330$ ,  $p \leq 0,1$ ) az edzett és az edzetlen csoport értékei között.

Az oxigénfelvétel mérése a fizikai terhelés alatti gázcsere megfigyelésére szolgál. Laboratóriumi körülmények között a vizsgálatot futószalagon végzett terhelés közben a ki- és belélegzett levegő gázfrakcióit folyamatosan monitorozva végzik.



Jelen esetben a tűzoltók által használt Draeger PSS 100, 6 literes űrtartalmú, 300 bar nyomáson sűrített levegőjű, 10,6 kg-os légzőkészülék segítségével, egyszerű számításokkal állapítottam meg az oxigénfelvétel mértékét a gyakorlat során.

A felhasznált levegő ml-ben mért mennyiségéből meghatároztam a szervezet által felvett oxigén mennyiségét (4%-os gázcsere gazdaságosság esetén 1 ml oxigén felvételéhez 25 ml levegőt kell ventilálni), valamint a kapott értéket elosztottam a terhelés idejével (perc) és a vizsgált személy testtömegével. A kapott értékeket metabolikus egységben (1 MET = 3,5 ml/kg/min.) is kifejeztem, amellyel a munkavégzés intenzitása is jól jellemezhető.

Természetesen ezen számítások alapján csak orientáló értékek állapíthatóak meg a szervezet gázcsere paramétereiről, hiszen a laboratóriumi mérések precizitásától messze járunk, de a két csoport közötti különbség világosan látszik.

Az edzett csoport testtömeg-kilogrammmra számított oxigénfelvételének mértéke 36,5 ml/kg/min, amely 10,4 MET, ez az érték nagyon jó a 85%-os szubmaximális terhelést és a 67 l/min ventilált levegő mennyiségét figyelembe véve, ami nem váltotta ki a légzési és keringési szervek maximális működését.

Az edzetlen csoport átlaga 29,3 ml/kg/min, azaz 8,4 MET, a csoport által átlagosan ventilált levegő mennyisége 76 l/min. Az edzetlen csoport ezen értékeket maximális szívfrekvencia mellett érte el, amelyből világosan látszik a kardiorespiratórikus rendszer elmaradása az edzett csoporttól.

Az oxigénpulzus az adott terhelésnél mért oxigénfelvétel ml-ben, osztva a pulzusszámmal, tehát az egy szívösszehúzóással továbbított, illetve felvett oxigén mennyiségét mutatja meg. A két csoport között szignifikáns különbség mutatkozik a mért értékek alapján — amely edzettek esetében a 25 ml- is meghaladhatja — jól tükrözi a kardiorespiratórikus rendszer gazdaságosságát.

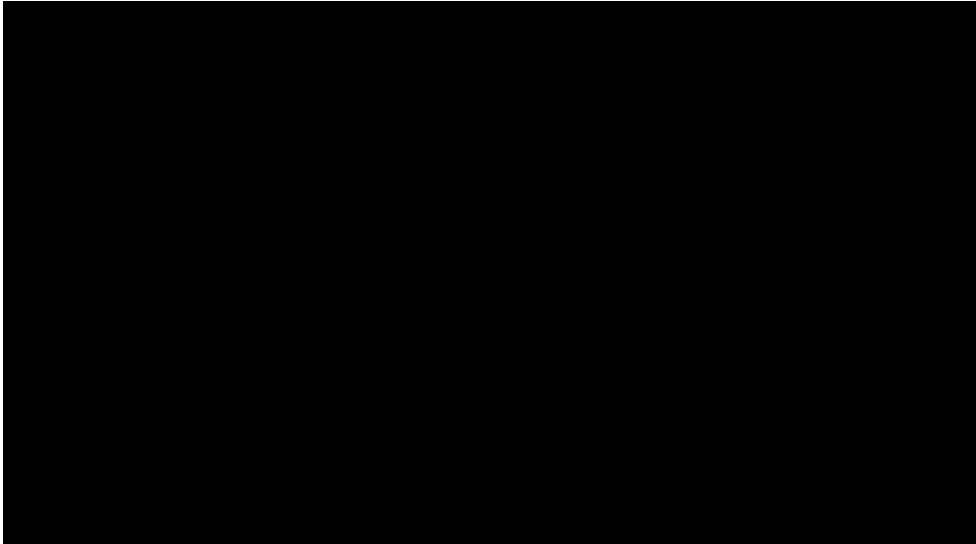
Vizsgálatomban az edzett csoport átlagértéke 21,5 ml/bpm, amely nagyon jó érték, azt is figyelembe véve, hogy szubmaximális terhelésnél érték el. Az edzetlen csoport átlagértéke 14,9 ml/bpm, amely jóval elmarad az előzőektől, itt viszont jól látható, hogy ezen értékek az életkornak megfelelő maximális pulzusszám feletti tartományban kifejtett munka során jöttek létre, tehát a szervezet keringési -és légző-rendszere gazdaságatlanabban működik.

A laktát szint mérés eredményei is egyértelműen jelzik a két csoport közötti különbséget. Az edzettek átlagos laktát szintje: 4,1 mmol/l, amely azt mutatja, hogy éppen az anaerob küszöb határán, a munkavégzést nem befolyásoló, a szervezet puffer rendszerei által még kompenzálható szinten dolgozott a szervezet. Az edzetlen csoport laktát átlagértéke: 7,8 mmol/l, mely szerint a szervezet nagyobb részt anaerob tartományban dolgozik.

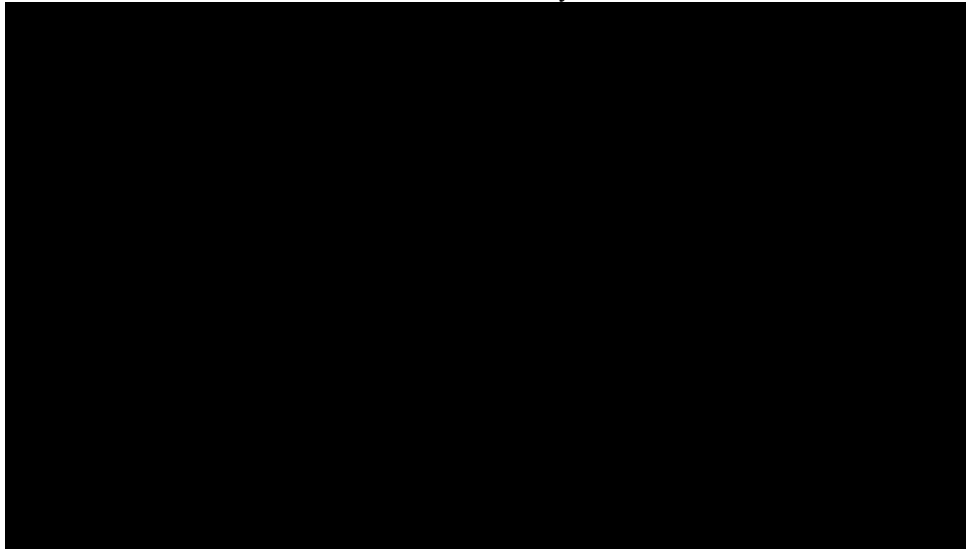
Feltevésemet, miszerint a laktát értékek alacsonyabbak az edzett csoportnál, mint az edzetleneknél, ugyanazon terhelésnél, igazolta az eredmények összehasonlítása. Az edzett és az edzetlen csoport értékei között erős szignifikanciát ( $r = 0,863$ ,  $p \leq 0,3$ ) mutattam ki.

A védőruha alatti mikroklímát a ruha alatti páratartalom és a bőrhőmérséklet mérésével tudjuk jellemezni. A gyakorlat ideje alatt a szívfrekvencia (25. ábra), a páratartalom (26. ábra) és a bőrhőmérséklet emelkedését (27. ábra) progresszívnek és párhuzamosnak tapasztaltuk az idő függvényében valamennyi beavatkozó tűzoltónál.

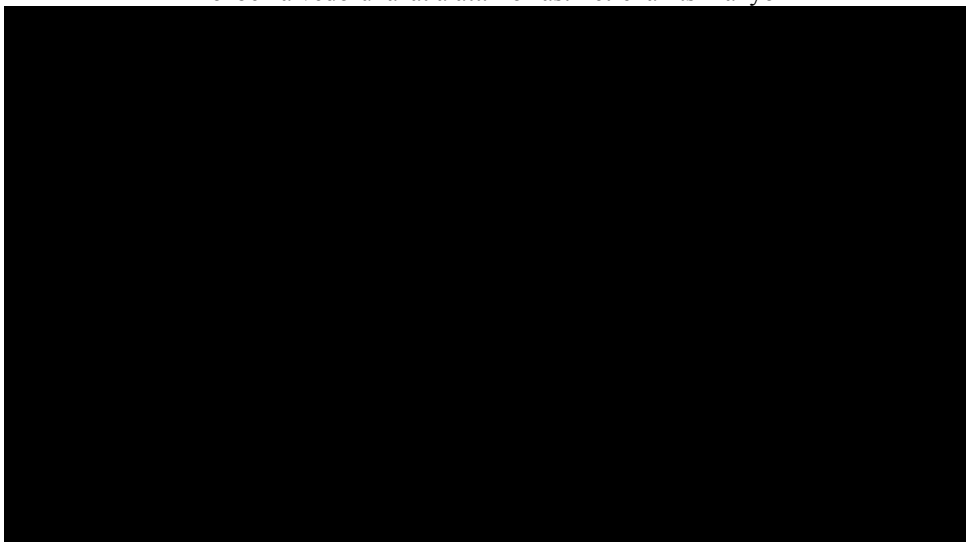
Hipotézisemet a mérési eredmények igazolták, miszerint az edzett (39,7 °C) és az edzetlen csoportnál (átlag: 40,7 °C) bőrhőmérséklet tekintetében szignifikáns ( $r = 0,129$ ,  $p \leq 0,9$ ) eltérést tapasztaltam. A külső hőmérséklet emelkedésével (200 °C – 600 °C) jelentősen növekedett a bőrhőmérséklet valamint a teljesítmény hatványozottabban romlott, amelyet a magasabb sav- bázis értékek jeleztek.



25. ábra: A szívfrekvencia alakulása terheléskor a tűzszimulációs konténerben. Forrás: Petrekanits-Kanyó



26. ábra: A páratartalom alakulása a tűzszimulációs konténerben végrehajtott gyakorlat közben a védőruházat alatt. Forrás: Petrekanits-Kanyó



27. ábra: A bőrhőmérséklet alakulása a tűzszimulációs gyakorlat folyamán. Forrás: Petrekanits-Kanyó

## V. 2. 2. Tűzoltók lépcsőterheléses pályavizsgálata

A tűzoltói gyakorlatban a középmagas és magas házakban bekövetkezett tüzeseteknél történő beavatkozás és mentés állítja a szervezetet a legnagyobb fizikai kihívás elé. A bevezetőben említett, a SOTE elméleti tömbjében végrehajtott gyakorlat alkalmával újfent szembesültünk a tűzoltás és mentés nehézségeivel a magas házak vonatkozásában. Ennek kapcsán került előtérbe a tűzoltó kondicionális képességeinek kiemelkedő szerepe a beavatkozások során. Életek múlhatnak azon, hogy a tűzoltók milyen gyorsan jutnak fel a tűz szintjére (akár a 23. emeletre), hajtják végre a szerelési feladatokat és végzik a tűzoltást, továbbá a mentési csoport (ok) a természetes feljárókon menekítik, mentik a közvetlen és közvetett életveszélyben lévőket.

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság személyi állományából 50 fő részére szerveztünk lépcsőterheléses gyakorlatot a SOTE elméleti tömbjében, amelynek során a tűzoltók (átlagéletkor: 32 év, átlag testsúly: 82,1 kg, átlag magasság: 175,2 cm, átlag testzsír: 19,4%, átlag túlsúly: 5,4 kg.) mérési eredményeit dokumentáltuk. A gyakorlatot egyénileg hajtják végre a tűzoltók teljes védőfelszerelés és légzőkészülék alkalmazásával, amelynek során a feladat az, hogy a 23. emeletre a lehető legrövidebb idő alatt kell feljutni.

A cél az, hogy a tűzoltó szív és vérkeringési, valamint légző rendszerét maximális, tűzoltói munkaspecifikumokat tartalmazó igénybevételnek tegyük ki és közben mérjük a terhelés hatására bekövetkező változásokat a sav-bázis háztartásban és a szívfrekvenciában.

További célként a következő hipotézisek igazolását állítottam magam elé, miszerint:

- A légzőkészülékben és védőfelszerelésben történő lépcsőfutás időeredménye és a felhasznált levegőmennyiség között szoros összefüggés található.

- A tejsav és maximális pulzus értékek tekintetében erős összefüggést feltételeztek a spiroergometriás Vita Maxima vizsgálat és a gyakorlat során mért értékek között.

A gyakorlat végrehajtása:

A gyakorlatot a Polár team system puzusmérő rendszer mellkasi jeladójának felhelyezése, nyugalmi pulzus és vérnyomás adatok, testméretek felvétele, testzsír meghatározásával (OMRON készülékkel) kezdtük. A védőfelszerelés és a légzőkészülék tekintetében a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon rendszeresített eszközöket alkalmaztuk.

Feladat: a tűzoltó a rajt elhangzása után a lehető leggyorsabban jusson fel a 23. emeletre, amelynek rögzítjük az idejét.

A rajtnál és a célnál feljegyezzük a palackban lévő mennyiséget majd ezen értékekből elméleti számítások alapján (4%-os gázcsere gazdaságosság esetén 1 ml oxigén felvételéhez 25 ml levegőt kell ventilálni) meghatározzuk az abszolút és az egy percre eső oxigénfelvevő képességet.

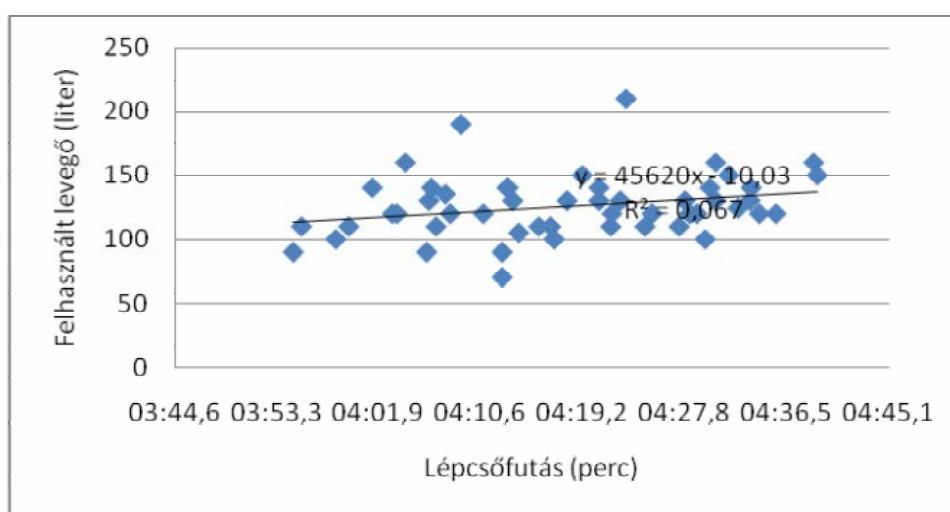
A célba érkezéskor ujjbegyből vett kapilláris vérből a restitúció 3.-5. percében tejsav meghatározás és a pulzusmegnyugvás folyamatos monitorozása történt.

Eredmények:

A gyakorlatot a tűzoltók 2'23" és 5'44" közötti időintervallumban hajtották végre (átlag: 4' 20"), a felhasznált levegő mennyisége 70 bar és 290 bar (420-1740 liter) között (átlag: 756 liter) volt.

Hipotézisemet, miszerint a légzőkészülékben és védőfelszerelésben történő lépcsőfutás időeredménye és a felhasznált levegőmennyiség között szoros összefüggés található, az eredmények összehasonlítása nem támasztotta alá.

A légzőkészülékben és védőfelszerelésben történő lépcsőfutás időeredménye (átlag: 4'17"9" szórás: 35") és a felhasznált levegőmennyiség (átlag: 126,1 liter, szórás: 27,4 liter) között nincs összefüggés ( $r = 0,138636$ ,  $p \geq 0,1$ ). Véleményem szerint, mivel a lépcsőfutás eredményét a védőfelszerelés (csizma, sisak, védőruházat, légzőkészülék) súlyán (25,6 kg) keresztül, jelentősen befolyásolja a testalkat. A legjobban edzett 70 kilogramm súlyú tűzoltónak is jelentősen befolyásolja a teljesítményét a testsúlyának 50%-val nehezített próba, amely egy átlagos testsúlyú (86,1 kg) tűzoltó testsúlyának csak a 33%-át jelenti.



28. ábra: összefüggés a ventilált levegő mennyisége és a lépcsőfutás eredménye között

A gyakorlat alatt mért pulzusértékek 175-203/perc közötti értékek között mozogtak. A tejsav értékek átlaga 11,3 mmol/l, amely a terhelés maximális intenzitását mutatja.

Hipotézisemet, miszerint a tejsav és maximális pulzus értékek tekintetében erős összefüggést feltételezek a spiroergometriás Vita Maxima vizsgálat és a gyakorlat során mért értékek között, a vizsgálat igazolta. A max. pulzusértékek ( $r = 0,4538$ ,  $p \leq 0,01$ ), valamint a laktát értékek ( $r = 0,4538$ ,  $p \leq 0,01$ ) is igen erős szignifikanciát mutattak. A percnként felhasznált levegőmennyiség átlaga 174 liter, amely adatokat összehasonlítva a laboratóriumban mért átlagértékekkel, 25 literrel magasabb percnkénti ventilált levegőmennyiséget mutat. vizsgálataim szerint ez a szignifikáns különbség a légzőkészülék tudóautomatájában beállított 200 pascal túlnyomás következtében áll fenn.

A gázcsere paraméterek összehasonlítása a laboratóriumi értékekkel akkor lehetséges, ha átszámoljuk a légzőkészülékből felhasznált levegő nyomásértékeit a tengerszint szerinti nyomásértékekre. A gyakorlat maximálisan igénybe vette a tűzoltók szív és vérkeringési, valamint légző rendszerét, amely a szívfrekvencia és a tejsav értékek átlagaiból is látható. a teszt nagyon értékes mutatónak bizonyult azoknál a tűzoltóknál, akik motiváltak voltak és kihívásnak érezték a gyakorlat végrehajtását.

### V. 2. 3. Pszichikai pályán végrehajtott terheléses gyakorlat

Felmérést végeztünk a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság pszichikai gyakorló pályáján, abból a célból, hogy mekkora fizikai terhelés éri a beavatkozó tűzoltót. Modellünkben teljes védőfelszerelésben, légzőkészülék használatával teljesítette a gyakorló pályát 30 újonc és 30 létesítményi tűzoltó. A pályát 21 és 29 perc időintervallum alatt küzdötték le, amely során különböző feladatokat hajtottak végre, mindeközben folyamatos szívfrekvencia monitorozást végeztünk pulzusmérő órával.



14. kép: Gyakorlat az Ftp pszichikai pályáján, forrás: saját.

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon 2007-ben kísérleti jelleggel végeztük az új állapotfelmérő módszert, amelyen a teljes készenléti szolgálatot ellátó állomány (1200 fő) kötelezően vett részt.

A gyakorlat során valamennyi tűzoltónak jelentősen megemelkedett a pulzusszáma a feladat teljes ideje alatt, ezen értékek 175-198 ütés/perc között mozogtak.

Összehasonlításképpen: középtávú (2-9 perc ideig tartó erő kifejtés) állóképességi sportolók maximális pulzusszáma verseny közben megegyezik a tűzoltóknál mért értékekkel, viszont az óriási különbség abban rejlik, hogy míg az élsportoló több évig, évtizedig tartó mindennapi edzésterheléssel készíti fel szervezetét a maximális terhelésre, addig az átlag tűzoltó szervezete felkészületlenül áll a terhelés elé.

Mindezek alapján a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon kialakítottunk egy új fizikai állapot felmérési eljárást, amely kiegészítve a rendeletben előírt módszert, komplex képet ad a tűzoltók speciális kondicionális képességeiről. Az új eljárás a tűzoltók munkavégzését valóság-hűen lemodellező gyakorlat során a beavatkozó tűzoltók élettani paramétereinek (szívfrekvencia, tejsav) monitorozásán, és elemzésén alapul. (1. számú melléklet).

A gyakorlatot a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Pszichikai gyakorlópályáján párban hajtják végre a tűzoltók, akik teljes védőfelszerelés és légzőkészülék használatával hatolnak be a gyakorlópályára sugárfelszereléssel. Feladatuk fali tűzcsapról sugarat szerelve a tűz eloltása és a bent lévő személy kimentése. A gyakorlópályán a látótávolságot ködképzéssel szinte nullára redukáljuk és hőkamera, valamint számítógépes technika alkalmazásával kontrolláljuk a gyakorlat helyes végrehajtását és a tűzoltói reakciókat.

A gyakorlatot megelőzően antropometriai méréseket végezve megállapítjuk a testösszetételt, zsírszázalékot, alkattípust, optimális testsúlyt és az elhízás és kóros soványság jeleit.



A terhelhetőség mérésének alapja a „Polar Team” rendszer alkalmazásával történik, amelyet csapatsportágak élsportolóinak teljesítmény-mérésében használnak a versenysport gyakorlatában. A gyakorlat előtt pulzusrővizet erősítünk fel a tűzoltó mellkasára, amely rögzíti a gyakorlat teljes ideje alatt a szívritmus változását és a restitúciós szakaszban a pulzus megnyugvásának ütemét.

A pulzus értékeket grafikonon ábrázoljuk, amely feltünteti az antropometriai adatok és életkor alapján meghatározott terhelési zónákat, a zónákban eltöltött időt és az adatok alapján meghatározott maximális pulzusszámhoz viszonyított értéket. (2. számú melléklet: edzett és edzetlen tűzoltó terhelési zónái és EKG görbéi)

Az adatokból egyértelműen látszik, hogy az edzett tűzoltó a terhelési zónák alapján nem érte el a maximális erő kifejtését, sőt szervezete gazdaságos módon AEROB körülmények mellett használta fel az energiát, míg a kevésbé edzett a több mint 30 perces terhelés közel felét maximális pulzusszám mellett és ANAEROB környezetben teljesítette, tehát gazdaságtalanabban működött. Jól látszik, hogy az edzettebb tűzoltó kalória felhasználása 1154 kcal/h, míg az edzettebbé 1850 kcal/h, amely azt mutatja, hogy ezzel az intenzitással a kimerülés sokkal hamarabb bekövetkezik.

A gyakorlat végén perifériás vérből a tejsav felszaporodását vizsgáljuk, amelyből a terhelés mértékére következtetünk. A 4 mmol/l-es érték alatti laktát szint azt jelzi, hogy a tűzoltó aerob körülmények között végez munkát, közepes erő kifejtést kifejtve. A 4 mmol/l-es értéket átlépve az izomműködés energetikai mechanizmusa főleg anaerob környezetben zajlik, amely jelentős oxigén felhasználást feltételez, mivel a belélegzett levegőből a szervezet egyre kevésbé tudja fedezni az oxigénigényét.

Amikor a laktát szintje 10 mmol/l, vagy annál magasabb értéket ér el akkor az maximális intenzitású munkavégzést jelent, amely értékek megegyeznek az élsportolók spiroergometriás — futószalagos vagy kerékpáron történt „vita maxima” típusú — teljesítménymérésekor mért adatokkal.

A légzőkészülékből felhasznált levegő mennyisége alapján mérjük gyakorlat közben a szervezet által felhasznált oxigén ( $\text{VO}_2$ ) mennyiségét, majd ebből az egy percre jutó oxigénfelvétel testtömegre számított mértékét, amely a végzett munka intenzitásának és az egyén edzettségének egyik legértékesebb mutatója.

### V. 3. A vizsgálati eredmények alapján új fizikai állapot-felmérési módszer alkalmazási javaslata

A tűzoltók minősítéséhez, kiképzéséhez, fizikai alkalmasságának megállapításához, vizsgálataim, kutatásaim alapján a következő kialakítandó módszereket javaslom alkalmazni, az alkalmassági és az éves szűrővizsgálatok során:

#### **Nyugalmi vizsgálatok**

Antropometria alapján a testalkat, testösszetétel, optimális testtömeg, erősíthetőség megállapítása. A testösszetétel a Drinkwater és Ross (1980) által javasolt metodikával elkülöníthető a mért testtömegben az izom, a csont, a zsír, és a belső szervek tömegének mennyisége abszolút értékben, (kg.) továbbá meghatározható az egyes testösszetevők testtömeghez viszonyított relatív aránya (%) is. A relatív izom- és zsírtömeg, nem, életkor, valamint a testalkat ismeretében kilogrammban kifejezve határozható meg az egyén kívánatos testtömege. Testalkat és a becsült csonttömeg alapján jellemezhető az egyén erősíthetősége, illetve az erősítés "gazdaságossága". A túlzott izomtömeg az állóképesség és a gyorsaság rovására megy. Az optimálistól eltérő zsírtömeg a teljesítményt és a várható élettartamot csökkenti. A hízásra való hajlam előre jelezhető, illetve a kóros soványság elkerülhetővé válik vizsgálataink segítségével.

#### **Terheléses vizsgálatok**

Az elvégzett kutatások és vizsgálatok alapján véleményem szerint az időszakos fizikai alkalmassági vizsgálatokat ki kell egészíteni a szív és keringési rendszer terheléses ergometriás vizsgálatával, amelyet 35 év alatt **5 évenként**, 36-45 év között **2 évenként**, 45 év felett **évenként** kell megismételni panaszmentes esetekben is. Panasz esetén soron kívüli alkalmassági vizsgálat végzendő. A spiroergometriás vizsgálatokkal megvalósítható az életkornak, a nemnek megfelelő értékelés, tanácsadás a fittség megőrzéséhez, zsírégető intenzitás tartomány kijelölése.

A szív és keringési rendszer terheléses vizsgálatának elvégzésére előzetes alkalmassági vizsgálatok esetén az MH EVI FAVO teljesítmény-és terhelés-élettani laboratóriuma illetékes.

A 21/2000. (VIII. 23.) BM-IM-TNM együttes rendelet 6. § (3) bekezdése szerint a vizsgálatot kérő fegyveres szerv által megjelölt beosztásokba jelentkezők, kinevezésre kerülők esetében a (2) bekezdés szerinti vizsgálatok mellett terheléses EKG-t, egyensúlyvizsgálatot, a gerinc szűrő jelleggel történő röntgenvizsgálatát és légzésfunkciós vizsgálatot is kell végezni. Tehát a jogszabályi alap is rendelkezésünkre áll a laboratóriumi vizsgálatokhoz, amire a szűrővizsgálatokat ellátó orvosok figyelmét ezúton is szeretném felhívni.

A Spiroergometriás vizsgálatokkal megálapítható a  $MV(L/min)$  = maximális ventiláció,  $BF$  = légzésszám,  $FO_2 \%$ ,  $FCO_2 \%$ ,  $RQ$  = respirációs kvóciens:  $CO_2/O_2$  arány,  $HR/min$  = szívfrekvencia értéke: ütés/perc (pulzusszám),  $VO_2/L/min$ ,  $VCO_2/L/min$ ,  $O_2/p$  = Oxigénpulzus,  $VO_2/kg/min$  = testsúlykilogramra eső oxigénfelvétel ml-ben, ami az állóképességet legjobban kifejező szám. Az alkalmazott terhelési protokollról szóló javaslatot a 3. számú melléklet tartalmazza.

### **Pályavizsgálatok**

Vizsgálataim alapján a tűzszimulációs konténerben végrehajtott gyakorlat a legalkalmasabb a tűzoltók speciális munkavégző képességének megállapítására, ezért javaslom a gyakorlat minimum évente egy alkalommal történő végrehajtását, valamennyi hivatásos tűzoltó számára.

A gyakorlat végrehajtásához a feltételek az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Katasztrófavédelmi Oktatási Központ gyakorló konténerében rendelkezésre állnak.

Véleményem szerint a hivatásos tűzoltóságához kerülő tűzoltót a fenti elvek szerint kell vizsgálni, hogy stabil a hosszútávon használható adatokat kapjunk. A pályavizsgálatok eredményeinek értékeléséhez is ezek az adatok nyújtanak referenciát.

#### V. 4. Összefoglalás:

A fejezetben az általam vizsgált laboratóriumi és három különféle terheléses pályavizsgáló eljárás módszereit, szükségességét és eredményeit mutattam be a tűzoltók kondicionális képességeinek felméréséhez, monitorozásához. Az alkalmazott eljárások között azonban lényeges különbségeket tapasztaltam.

A laboratóriumban végzett antropometriai és spiroergometriai vizsgálatok elengedhetetlenül szükségesek a tűzoltók terhelhetőségének előrejelzéséhez.

A három gyakorlat közül a tűzszimulációs konténer modellezi le a legélethűbben a tűzoltói feladatokat, hiszen itt nyomás alatt lévő sugárral, valós tüzeket küzdenek le, komoly hőterhelés és páratartalom nehezíti a beavatkozást.

A pszichikai pályán végrehajtott gyakorlat közben a látótávolság jelentős csökkenése okozza a legnagyobb kihívást, hiszen a tűzoltók itt „szárazon” szerelnek és oldanak meg terheléses feladatokat. Jelenleg fejlesztés alatt van a pálya technikai eszköztára nagy teljesítményű vonali hősugárzók és tűzszimulációs berendezések terén.

A lépcsőterheléses próba során értékes eredményre a motivált tűzoltóktól számíthatunk, ezért ezeket a felméréseket a fővárosi tűzoltó lépcsőfutó versenyek alkalmával végeztük.

Vizsgálataim szerint a tűzszimulációs konténerben végrehajtott tűzoltási gyakorlat közben monitorozott, élettani paraméterek változásának kiértékelése alapján kaphatjuk a tűzoltók kondicionális állapotáról a legösszetettebb, igazán valós képet.

A jelenleg is folyó fizikai állapotfelmérések rendkívül sok új és értékes információval szolgálnak a beavatkozó tűzoltók teljesítmény összetevőiről, amelyek mindig komplexen, kölcsönhatásban jelentkeznek és nem lehet csupán egy-egy képesség mérésére korlátozva megállapítani az egyén teljesítményét. A célunk, hogy a tűzoltónak segítséget nyújtsunk abban, hogy az egyéni teherbíró képesség megállapításával személyre szóló edzés és életmód tanácsadással járuljunk hozzá a rekreációjához.

A laboratóriumi terheléses vizsgálatok kapcsán a hipotézisvizsgálataim alapján bebizonyítottam, hogy a jelenlegi fizikai állapotfelmérő eljárással nem becsülhetőek meg a tűzoltók kondicionális képességei, valamint az egzakt eredményekhez mérni kell a teljesítményt, amelynek alapja az antropometriai vizsgálat és a laboratóriumban elvégzett spiroergometriás vizsgálat. Továbbá az antropometriai vizsgálatokkal és azok értékelésével kiemelkedően javul a tűzoltók különböző szolgálati feladatokra való kiválasztása és a hosszútávú terhelhetőségének előrejelzése, valamint a spiroergometriás vizsgálatokkal együtt adják meg a longitudineális pályavizsgálatok értékelésének alapjait.

Igazoltam, hogy a tűzoltók fizikai állapotfelmérésében egyes felmérési számok eredményei (fekve-nyomás (60 kg), helyből távolugrás, 2000 m síkfutás, hanyatt-fekvésből felülés 1') szoros összefüggést mutatnak a relatív izomtömeggel és a relatív zsírtömeggel, ellenben szoros, de negatív előjelű összefüggést az abszolút izom- és zsírmennyiséggel.

Bebizonyítottam, hogy a 2000 méteres síkfutás eredményei és a tűzoltók életkora között nincs összefüggés.

Igazoltam, hogy a 2000 méteres síkfutás eredménye és a tűzoltók laboratóriumban, spiroergometriás Vita Maxima eljárással vizsgált élettani paraméterei között lényegesen kisebb az összefüggés, mint az állóképesség meghatározásához szükséges korrelációs együttható, mert a tűzoltók ezt a felmérési számot a felméréseken alacsony intenzitással, motiváció hiányában hajtják végre. Véleményem szerint így nem tükrözi a 2000 méteres síkfutás a felmérni kívánt képesség (középtávú állóképesség) jellemzőit.

Bebizonyítottam, hogy a tűzoltók 2000 méteres síkfutás eredményei és az antropometriai adatai között szignifikáns összefüggés mutatkozik.

A vizsgálat során hipotézisvizsgálattal bizonyítottam, hogy az edzettség jelentősen befolyásolja a tűzoltók teljesítményét, miszerint a maximális szívfrekvencia, nyugalmi pulzus, restitúciós pulzus, laktát és a bőrhőmérséklet paraméterei szignifikánsan kedvezőbben alakultak az edzetteknél.

Igazoltam, hogy a légzőkészülékben és védőfelszerelésben történő lépcsőfutás időeredménye és a felhasznált levegőmennyiség között nem található összefüggés.

Bebizonyítottam, hogy a tejsav és maximális pulzus értékek tekintetében erős összefüggést van a spiroergometriás Vita Maxima vizsgálat és a lépcsőterheléses gyakorlat során mért értékek között.

A vizsgálati eredményeim alapján javaslatot tettem egy új fizikai állapot-felmérési eljárás bevezetésére, amely antropometriai, spiroergometriai és pályavizsgáló módszerekkel komplexen méri a tűzoltók kondicionális képességeit.

## ÖSSZEGZÉS, A FŐTÉZISEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Az első fejezetben vizsgáltam a tűzoltó szervezetére ható fizikai terheléseket a tűzoltás és műszaki mentések során, értelmeztem a terhelhetőség, teljesítmény, a külső és belső terhelés fogalmát. A tűzoltói beavatkozások szemszögéből csoportosítottam a külső és belső terhelés formáit.

Elemeztem a tűzoltói munka során fellépő elfáradás kialakulását és meghatároztam a tűzoltók teljesítőképesség csökkenésének okait a rövid ideig tartó, intenzív és a hosszú ideig tartó közepes munkavégzés okán.

Meghatároztam az elfáradási folyamatok késleltetésének alapvető módszereit a tűzoltói munkavégzés kapcsán.

A második fejezetben összefoglaltam a külföldi és hazai szakirodalmat, valamint a saját kutatási eredményeimet, amelyek alapján vizsgáltam védőfelszerelésben és légzőkészülékben történő beavatkozások során a tűzoltó szervezetére gyakorolt élettani változásokat.

A vizsgálati és kutatási eredmények felhasználásával megállapítottam a zárt térben, légzőkészülék és védőfelszerelés használatával végzett tűzoltás, hatékony beavatkozás átlagos időintervallumát.

A harmadik fejezetben a hazai gyakorlat és jogszabályok, valamint a külföldi szakirodalom és a tanulmányútjaimon szerzett tapasztalatok alapján elemeztem a fizikai állapotfelmérés jelenlegi helyzetét Magyarországon és külföldön.



Összehasonlító elemzést végeztem a hazai és nemzetközi fizikai állapotfelmérések között, amelynek alapján megállapítottam, hogy az alkalmazott teszt együttesek az alapvető kritériumoknak (validitás, reprodukálhatóság, megbízhatóság) nem felelnek meg. Rámutattam a tűzoltók kondicionális képességeinek fejlesztésének szükségességére, annak lehetőségeire.

Továbbá vizsgálataim alapján meghatároztam, hogy a tűzoltók kondicionális képességeinek fejlesztésekor elsősorban a kardiorespiratórikus állóképesség fejlesztésére van szükség és javaslatot tettem annak fejlesztési lehetőségeire is.

A negyedik fejezetben szakirodalmak alapján vizsgáltam a munkaterhelés osztályozását a környezeti hatások, a biológiai jelentősége és a szervezetre kifejtett hatása szerint, ismertettem a fizikai megterhelés energiaforgalmi meghatározását és számításait.

Összefoglaltam az alkalmazott korszerű, összetett laboratóriumi és pályavizsgáló terhelés-élettani vizsgálatok jelentőségét a tűzoltók kardiorespiratórikus állóképességének meghatározásának tekintetében.

Rámutattam, hogy a tűzoltók aerob energiaszolgáltatásról elsősorban a gázcsere mérésével, az anaerob folyamatokról pedig a tejsav koncentráció és/vagy a sav-bázis háztartás paramétereinek meghatározásával kaphatunk információt. A megfelelő vizsgálati módszer kiválasztása mindig a munkaszpecifikus és a jellemezni kívánt anyagcsere folyamat (alaktacid, laktacid, aerob) figyelembevételével történik.

Rávilágítottam, hogy a kardiorespiratorikus és az izom állóképesség jellemzésére a mindennapi gyakorlatban a  $VO_2$  max. mérése és az anaerob küszöb meghatározása a legcélravezetőbb.

A rendszeresen végzett terhelés-élettani vizsgálatok nem csak a tűzoltók fizikai állapotának megítélésére, hanem az életmódjuk megváltoztatásához és az egyéni kondicionális program kidolgozásához, a következő évek szakmai munkájának javításához és sikeréhez is segítséget nyújthatnak.

Az ötödik fejezetben az általam vizsgált három különféle terheléses pályavizsgáló eljárás eredményeit mutattam be a tűzoltók kondicionális képességeinek felméréséhez, monitorozásához, amelynek alapján meghatároztam a tűzoltók számára - a munkaszpecifikum szemszögéből - lehető legjobb pályavizsgáló teszteljárást a fizikai képességek mérésére.

Vizsgálataim szerint a tűzszimulációs konténerben végrehajtott tűzoltási gyakorlat közben monitorozott, élettani paraméterek változásának kiértékelése alapján kaphatjuk a tűzoltók kondicionális állapotáról a legösszetettebb, igazán valós képet.

Hipotézisvizsgálatok végzésével feltártam és bizonyítottam az összefüggéseket a tűzoltók jelenlegi fizikai állapotfelmérő eljárásának felmérési eredményei, az antropometriai mutatók, a spiroergometriás vizsgálatok és a pályavizsgáló eljárások eredményei között.

Rámutattam, hogy az antropometriai vizsgálatok elvégzésével előre jelezhető a tűzoltók terhelhetősége és teljesítménye.

A vizsgálataim és kutatási eredményeim alapján javaslatot tettem egy új, fizikai állapotfelmérő teszteljárás bevezetésére, amely összetett laboratóriumi és pályavizsgáló eljárással egészíti ki a jelenlegi felmérést.

## VÉGKÖVETKEZTETÉSEK ÉS A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK FELSOROLÁSA.

1. **Elemeztem** a tűzoltói munka során fellépő elfáradás kialakulását és **meghatároztam** a tűzoltók teljesítőkéesség csökkenésének okait, továbbá **meghatároztam** a zárt térben, légzőkészülék és védőfelszerelés használatával végzett tűzoltás, hatékony beavatkozás átlagos időintervallumát.
2. A nemzetközi és hazai fizikai felmérő tesztek **elemeztem** és **bebizonyítottam**, hogy a tűzoltók kondicionális képességeinek eredményes fejlesztéséhez, alapvetően a kardiorespiratorikus állóképesség fejlesztésére van szükség. Továbbá **bebizonyítottam**, hogy a jelenlegi fizikai állapotfelmérő eljárással nem becsülhetőek meg a tűzoltók kondicionális képességei, valamint az egzakt eredményekhez mérni kell a teljesítményt, amelynek alapja az antropometriai vizsgálat és a laboratóriumban elvégzett spiroergometriás vizsgálat.
3. **Bebizonyítottam**, hogy a tűzoltók fizikai állapotfelmérésében egyes felmérési számok eredményei szoros pozitív összefüggést mutatnak a relatív izomtömeggel és a relatív zsírtömeggel, ellenben szoros, de negatív előjelű összefüggést az abszolút izom- és zsírmennyiséggel. Vizsgálataim alapján **bebizonyítottam**, hogy a 2000 méteres síkfutás eredményei és a tűzoltók életkora között nincs összefüggés, továbbá hogy a 2000 méteres síkfutás és a tűzoltók laboratóriumban, vizsgált élettani paramétereik között nincs olyan erős összefüggés, hogy annak alapján meghatározható legyen a tűzoltók állóképessége.
4. A vizsgálati eredményeim alapján **javaslatot tettem** egy új fizikai állapot-felmérési eljárás bevezetésére, amely antropometriai, spiroergometriai és pályavizsgáló módszerekkel komplexen méri a tűzoltók kondicionális képességeit.

## AZ ÉRTEKEZÉS FELHASZNÁLHATÓSÁGA, AJÁNLÁS

1. A speciális fizikai állapot felmérési eljárás alkalmazásával „szemmel láthatóvá” válik a tűzoltói feladatokra való fizikai alkalmasság, elősegítve ezzel a szolgálatszervezéssel és szolgálatellátással összefüggő feladatok végrehajtását.
2. A beavatkozó tűzoltók hatékony bevetési idejének meghatározása a zárt téri tüzek oltásakor, az egészségük megóvásának érdekében.
3. Tűzoltók fizikai felkészítési rendszerének továbbfejlesztése a fizikai állapot nem megfelelő szintjéből adódó sportsérülések, szolgálati balesetek, megelőzése céljából.
4. A kutatási eredmények felhasználásával a készenlétet ellátók fizikai erőnlétének fejlődése várható.
5. a tűzoltóság fizikai alkalmasság-vizsgálati rendszerének felülvizsgálata, a továbbfejlesztés lehetőségeinek feltárása, javaslattétel.

## JAVASLATOK TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOKRA

A SOTE Testnevelési és Sporttudományi karán fejlesztés alatt van (sőt több prototípussal is dolgoztunk) egy telemetriás élettani teljesítmény vizsgálatokra fejlesztett készülék.

A kardiovaszkuláris alkalmazkodás, anyagcsere (EKG hullám, ritmusanalízis, hőmérséklet, szöveti perfúzió, bőrellenállás, impedancia elv, oximetria, tejsav, glukóz stb.) és a fizikai teljesítmény (testhelyzet, gyorsulás, sebesség, hőmérséklet, légnyomás, páratartalom) együttes mérése speciális tűzoltói helyzetekben ugrásszerűen emelné a beavatkozás biztonságának minőségét, és az állomány életminőségének megtartását. A jelenleg működő, bemutatható berendezés felkészíthető (természetesen a konzorciumban szereplő kollégák eredményeit is figyelembe véve) ezeknek a paramétereknek a mérésére, adatok továbbítására és elemzésére.

Az alkalmasság vizsgálat és a küldetés orientált kiválasztás hatékonyságának fokozása érdekében szükséges a fizikai és pszichés teljesítőképesség iránti követelmények pontosabb meghatározása. Lényeges, hogy objektív módszerekkel tudjuk megítélni a hivatásos tűzoltók szolgálat közbeni tevékenységét. Hasznos információt kapunk, ha a vizsgálat során, a feladatok végrehajtása közben, esetleg a felkészülést szolgáló nehéz/szélsőséges körülmények között folyamatosan és kellő megbízhatósággal nyomon követjük a tűzoltók pszichés és fiziológiai állapotát. A kiválasztás és a kiképzés támogatásán túl arra is szükség van, hogy a különböző veszélyhelyzetekben megbízhatóan meg tudjuk ítélni a résztvevők cselekvőképességét.

A tűz és káresetek optimális elhárítása megköveteli az egyes résztvevők egészségi állapotának folyamatos monitorozását, és a kapott adatok továbbítását a kiértékelő és irányító központba, ahol meghozzák a szükséges döntéseket.

A pszichológiai és fiziológiai állapot monitorozása képet ad arról, hogy a tűzoltók pillanatnyi teljesítménye milyen szinten van a tűzoltás és műszaki mentés közben, a pincerendszer labirintusában és segítségével a parancsnokok megítélhetik a visszavonulás vagy a mentés szükségességét.

Ezek ismeretében, az irányító személyzet meg tudja határozni, hogy az egyénnek például pihenésre vagy folyadékpótlásra van szüksége, vagy esetleg az egyén állapota leromlott arra a szintre, hogy jobb lesz inkább leváltani.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Ángyán Lajos: Sportélettani vizsgálatok, MOTIO, Pécs, 1995. ISBN 963-04-42736
2. Ángyán Lajos: Teljesítmény-élettan - egy félrevezető fogalom, Sporttudományi szemle, 2003/3-4. Budapest. ISSN 1586-5428
3. Apor Péter: Küszöbértékek használata a klinikumban, tanulmány, 2000.
4. Apor: A sport és testnevelés időszerű kérdései, 1979., 67. oldal
5. B.E.Williams, The effects of oxigen-enriched air on firefighter job performance, 1998, Edmonton, Canada
6. Bátori Béla: A testnevelés elmélete és módszertana, Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, változatlan utánnomás 1985., 1994. ISBN 963 253 034 9
7. Bincsik István-Eleki Zoltán. A katonák fizikai alkalmasság vizsgálatának külföldi példái, Humán szemle 2003. 1. sz. HM, Budapest.
8. Cooper, K. H.:The new aerobics. M. Evans and Co. Inc., New York, 1970.
9. CPAT: [http://www.iaff.org/HS/CPAT/cpat\\_index.html](http://www.iaff.org/HS/CPAT/cpat_index.html)
10. Cziva Oszkár- Kanyó Ferenc Different international methods for testing the ability of firefighters Hadmérnök 2008/3
11. Declaration of Helsinki 1976, Medical Journal of Australia 7(1) 206-207.
12. Dobos József. Spiroergometria a gyakorló sportorvos munkájában 1987
13. Drinkwater és Ross (1980) Anthropometric fractionation of body mass. Khinaantropometry II. University Park Press, Baltimore.
14. Dunai Pál. Fizikai fekészítés a Magyar Honvédségben, Új Hovédségi Szemle 2000. 11. sz. Budapest
15. Eleki Z. A magyar Katonákkal szemben támasztott fizikai követelményrendszer hatásfokának vizsgálata és az optimalizálás lehetőségei. PhD értekezés, ZMNE, 2004. Budapest.
16. Eurofit (1993), Európa Tanács Sportfejlesztési Bizottság: Eurofit, a fizikai fittség eurofit tesztjének kézikönyve, Magyar Testnevelési Egyetem és a Művelődési és Közoktatási Minisztérium Testnevelési és Sport Osztály, Budapest, 1993. ISBN 963 7166 300
17. EUROFIT FELNŐTTEKNEK A fizikai fittség mérése /49. o. / Kiadó: Európai Tudományos Tanács Bp. 1997. )
18. Fábíán Gyula, Zsidegh Miklós: A Testnevelési és Sporttudományos kutatások Módszertana, Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, 1998. ISBN 963 7166 66 1
19. Fekete- Szóts- Prókai-Petrekánits. Biokémia, TF tankönyv 1996. Budapest
20. Ferenc Kanyó: Special physical examination for firefighters using Draeger Fire Simulation Containers AARMS 2007/4
21. Fetz,F.-Kornexl,E.:Sportmotorische tests. Bad Homburg, 1978.
22. Finteis, Oehler, Genzwürker, Hinkelbein, Dempfle, Becker, Ellinger: Stressbelastung von atemschutzgerateträgern bei der Einsatzsimulation im feuerwehr-übungshaus Bruchsal Landesfeuerweherschule Bden-Württemberg (statt-studie), 2002. Universitatklinikum Manheim.
23. Fodor József Országos Közegészségügyi Központ: A bányamentők és a kítőrelelhárító csoport tagjai alkalmasságának orvosi vizsgálata és véleményezése
24. Fogarty, Cardiovascular and thermal consequences of protective clothing: a comparison of clothed and unclothed states. Ergonomics, 2004 , pages 1073 - 1086
25. Frenkl Róbert: Sportélettan, 1983. évi második, átdolgozott, bővített kiadás változatlan utánnomása, Plantin-Print Bt, Budapest, 1995 ISBN 963 7166 231 8
26. Gergely Tamás Személyorientált intelligens szenzorokra épülő katonai monitorozó rendszer kifejlesztése, Hadtudományi Tájékoztató, p: 49-56
27. Gord Stewart: Saving a life in the line of duty
28. Griefahn and Kiinemund:1996, Arbeitszeit und pausen im simulierten einsatz der feuerwehr, Zeitschrift Air Arbeitswissenschaften, 50, 89-95.
29. Harsányi László: teljesítményélettan és terhelésélettan, Sporttudományi szemle, 2003/3-4. Budapest. ISSN 1586-5428
30. <http://www.toronto.ca/fire/recruitment/top>, 2008.02.20.
31. Hullám József: Az extrém megterhelések mentális következményeinek multifaktoriális vizsgálata és elemzése: az eredmények alkalmazhatósága az alkalmasságot és beválást vizsgáló szakértői rendszerek fejlesztésében. PhD értekezés, ZMNE, 2005. Budapest.

32. Ilmarinen, Griefahn, Kunemund. 1996, Physiological comparison of fire fighter turnout suits with and without microporous membrane in the heat. In: James S. Johnson and S.Z Mansdorf (eds.), Performance of Protective Clothing: Fifth Volume, ASTM STP 1237, (American Society for Testing and Materials, Philadelphia) 396-407.
33. Ilmarinen, Koivistoinen: 1995. Physiological strain of fire fighters in a job-related training drill. *PfZugers Archiv-European Journal of Physiology*. 430, 4, R 131.
34. ISO 10551. 1995, Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. International Organization for Standardization, publications, Geneva
35. J. B. Carter: Effectiveness of rest pauses and cooling in alleviation of heat stress during simulated fire-fighting activity. *Ergonomics*, 1999 , pages 299 - 313
36. Jákó Péter, Martos Éva, Pucsek József: A sportorvoslás alapjai Print City Kiadó és Nyomda KFT Sárbogárd, Budapest, 1998 ISBN 963 03 63992
37. Kanyó Ferenc: A fáradtság kialakulásának folyamata - mint teljesítőképeséget korlátozó tényező - a tűzoltói beavatkozások specifikálásának függvényében *Védelem* 2007/2
38. Kanyó Ferenc: A fizikai állapotfelmérés új módszerei a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon *Védelem* 2007/4
39. Kanyó Ferenc: A fizikai állapotfelmérések tapasztalatai, *Védelem* 2006/2
40. Kanyó Ferenc: Tűzoltók kondicionális képességeinek fejlesztési lehetőségei, *Védelem*, 2005 XII. évf. 5. sz.
41. Karlman Wasserman, James E. Hansen, Brian H. Whipp, Richard Cassaburi, Williams and Wilkins Waverly Principles of Exercise Testing and Interpretation, Williams and Wilkins, 1994. USA ISBN 0-81-21-1634-8
42. Kovács Péter, Terhelés- és teljesítmény-élettani mutatók vizsgálata a Magyar honvédség és a civil szféra hadrafoghatóságának szempontjából érintett területein. Doktori értekezés, 2005. ZMNE.
43. Lorenz, Franz, Krieger, Zeilberger, Jeschke: Dynamische Leistungsfähigkeit bei reduzierter Wärmeabgabe in Feuerweherschutanzügen, *DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FÜR SPORTMEDIZIN* Jahrgang 58, Nr. 5 (2007)
44. Malomsoki J., Ékes E., Nemeskéri V.: A laktacid átmenet vizsgálata labdajátékosoknál. *Hung. Rev. Sports Med.*, 1995, 26, 27–36.
45. Malomsoki J., Ékes E., Nemeskéri V.: A laktacid energiaszolgáltatás vizsgálata evezés és kerékpározás során. *Hung. Rev. Sports Med.*, 1982, 23, 83–90.
46. Malomsoki Jenő (1975) a sportbeli edzettség jellemzése komplex eljárással, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1975.
47. Malomsoki Jenő, Gyakorlati spiroergometria 1979
48. Malomsoki Jenő, Kiegészítő tananyag a légzésfunkciós és sportegészségügyi asszisztensek szakosító képzéséhez, Egészségügyi Minisztérium, Budapest, 1986.
49. Malomsoki Jenő, Martos Éva: Teljesítményélettani vizsgáló eljárások OSEI 15.
50. Mélykúti Sándor Komplex légzés és bőrvédelem, Katasztrófavédelmi szemle 8. száma
51. Nádori László és munkatársai, Sportképességek mérése, Magyar Testnevelési Egyetem, 1998, Budapest, ISBN 963-2538-315
52. Nádori László: Az edzés elmélete és módszertana, Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, 1991. ISBN 9632530330
53. Nádori-Derzsi-Fábián-Ozsváth-Rigler-Zsidegh. Sportképességek mérése, TF tankönyv 1998. Budapest
54. Ozsváth Károly: Motoros teszteggyüttesek értékelésének módszertani megközelítése az eurofit példáján. [www.tofk.elte.hu/testnev/tanszek/efitn.html](http://www.tofk.elte.hu/testnev/tanszek/efitn.html) 2005.09.09.
55. Petrankanits Máté, Befejezés előtt a Repülőtéri Katasztrófavédelmi Igazgatóság készenléti állományának speciális vizsgálata *Védelem*, 2002.
56. Petrankanits, és mtsi. Az operatív feladatokat végrehajtó katona élettani és pszichés terhelhetőségének vizsgálata laboratóriumban és kiképzési-harci feladatok végrehajtása közben *Hadtudományi tájékoztató*.
57. Petrankanits: Befejeződött a ferihegyi tűzoltók fizikai vizsgálata
58. Riegler Endre, Az általános edzésmélet és módszertan alapjai. II. rész. A kiválasztás. *Jegyzet*. Budapest 1996. OTSH.
59. Smith DL, Physiological, psychophysical, and psychological responses of firefighters to firefighting training drills. *Aviat Space Environ Med*. 1996 Nov;67(11):1063-8.



60. Smith, Petruzzello: Selected physiological and psychological responses to live-fire drills in different configurations of firefighting gear. Ergonomics, 1998 , pages 1141 - 1154
61. Somlai József. Felnőttkorúak fittségének vizsgálata motoros próbák alkalmazásával, Rendvédelmi füzetek 2000. 5. sz. Budapest, RTF
62. Szabó Tamás - Sziva Ágnes - Schmidt Gábor Néhány megfigyelés kajak-ergométeren végzett gázcsérés vizsgálatoknál (Sporttudomány folyóirat) 1/1999
63. Szilágyi Tivadar: A tudományok rendszertani elemzése című tansegédlet, ZMNE, 2001. Budapest
64. Temesvári András, Gyenes Gábor: Kardiológia 2000., Dr. Jánosi András: Fizikai terheléses vizsgálatok, 128. old. Melania, Budapest, 2000. ISBN 963910633 x
65. Ungvári György: Munkaegészségtan, Medicina, Budapest 2000. ISBN 963 242 062
66. Varga József, A munkaterhelés és igénybevétel meghatározás lehetséges módszerei. Családorvosi Fórum 2003.
67. [www.strengthcats.com](http://www.strengthcats.com) • Copyright © 2001 Power-Up USA, Inc.2008.02. 20.
68. [www.topendsports.com/comment.htm](http://www.topendsports.com/comment.htm)

#### JOGSZABÁLYOK:

1. 1/2003. BM rendelet: a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól.
2. 21/2000 BN-IM-TNM e.r.: A fegyveres szervek hivatásos, közalkalmazotti, köztisztviselői állományának munkaköri, egészségi, pszichikai, fizikai alkalmasságáról, a szolgálat-, illetve a keresőképtelenség megállapításáról, valamint a belügyi egészségügyi szolgálat igénybevételéről.

TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM:

1. Ferenc Kanyó: Special physical examination for firefighters using draeger fire simulation containers (AARMS 2007/4)
2. Kanyó Ferenc: Fizikai állapotfelmérés: más kell a tűzoltónak? Védelem 2006/2
3. Kanyó Ferenc: Kajakozók spiroergometriás vizsgálatának élettani vonatkozásai Diplomadolgozat, PTE TTK 2002.
4. Kanyó Ferenc: A fáradtság kialakulásának folyamata - mint teljesítőképeséget korlátozó tényező - a tűzoltói beavatkozások specifikálásának függvényében. Védelem, 2007/2
5. Kanyó Ferenc: A fizikai állapotfelmérés új módszerei a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon. Védelem 2007/4
6. Kanyó Ferenc: Tűzoltók kondicionális képességeinek fejlesztési lehetőségei. Védelem 2005/5
7. Kanyó Ferenc: Tanulmány a fizikai szintfelmérés és a sportversenyek tapasztalatairól a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon. 2007. FTP irattár.
8. Ferenc Kanyó: Special physical examination for Hungarian firefighters. Warsó CTIF Sport Comite, angol (2007, ppt előadás)
9. Ferenc Kanyó: Ungarische feuerwehrwettbewerb systeme. Salzburg, CTIF Sport Comite, német (2007, ppt előadás)
10. Kanyó Ferenc: Innováció a tűzoltóságon (ppt előadás) RTF
11. Kanyó Ferenc: Pályázat: A tűzoltók terheléses munkavégzésének jellemzői, a fizikai kiválasztás követelményrendszere, a munkaegészségügyi mérések módszertanának leírása. A személyi minősítő rendszer bevezetésének hatástanulmánya. (Somos Alapítvány a Védelmi Oktatásért és Kutatásért Kuratórium)
12. Kanyó Ferenc: Pályázat: Alkalmassági vizsgálat a XXI században: kompetencia alapú alkalmasság vizsgálati rendszer kidolgozása, alkalmazása a rendészeti állomány kiválasztásában. (ÖTM Oktatási Főigazgatóság)
13. Kanyó Ferenc: Alapvető sportélettani, edzéselméleti ismeretek a sportképességek fejlesztéséhez 2003. jegyzet, RTF, FTP
14. Kanyó Ferenc: Tanulmány a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság sportversenyeinek rendezési, szervezési sajátosságairól. FTP 2006.

MELLÉKLETEK:

1. számú melléklet

Szituációs Pszichológiai Pálya gyakorlat  
(Kivonat a Fővárosi Tűzoltóparancsnok Intézkedéséből)

A gyakorlatot a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság készenléti jellegű szolgálatot ellátó állományából a légzőkészülék használatát igénylő beosztásokban szolgálatot teljesítők 2007. évtől gyakorló és felkészítő jelleggel, 2008. évtől az értékelési rendszer alkalmazásával éves rendszerességgel kötelesek teljesíteni. A teljesítményeket személyenként az 1. számú függelékben szereplő „Törzslap” értékelési szempontjai szerint kell értékelni. Az értékeléseket elektronikus formátumban, központi adatbázisban gyűjteni kell.

A gyakorlatok gyakorlatvezetője a Tűzoltási, Mentési és Katasztrófaelhárítási Főosztály vezetője által kijelölt tiszt, az adminisztrátori feladatokat az egység tűzország parancsnoka vagy a szolgálati előjáró által kijelölt személy látja el. A gyakorlat végrehajtásához egészségügyi személy biztosítása kötelező.

A gyakorlat célja a készenléti jellegű szolgálatot ellátó állomány légzőkészülék használatának gyakoroltására életszerű körülmények között, valamint a munkavégzés minőségének ellenőrzése, értékelése meghatározott szempontok szerint.

Feltevés, hogy a zárt, labirintus rendszerű térben tűz keletkezett, a tűz füsttel telítette a helyiségeket. Az épület nincs áramtalanítva, és található bent egy kerek orsóval működtethető gáz fő-elzáró, amely mindkét oldalról ütközésig behajtvá eredményezi az elzárást. A kerek orsó környezetében van egy fali tűzcsap, ami tömlőkkel nincs felszerelve, illetve információ nincs a felszerelések állapotáról, meglétéről.

A tűzcsaptól a tűz maximum 2 db „C” tömlővel elérhető. A tűz eloltását követően lehet megközelíteni a bennrekedt személyt. A személy mentése két irányba lehetséges. Az első a megközelítés iránya, míg a másik lehetőség egy ismeretlen hosszúságú útvonal.

A gyakorlatot végrehajtók felszereléseinek (1-1 „C” tömlő, sugárcső) és védőeszközeinek (sisak, kámsza, védőruha, védőkesztyű, csizma, légzőkészülék, stb.) ellenőrzése, a palacknyomás regisztrálása.

A gyakorlatot végrehajtók teljes védőfelszerelésben, a meghatározott felszerelésekkel és a légzőkészüléket használva belépnek a pályára — ami teljesen elsötétített és füsttel (köddel) oly mértékben elárasztott, hogy a látótávolság 1 méter alatti — és megkezdik a meghatározott feladat leküzdését.

A pszichikai pálya pályavezérlése „éles gyakorlat” helyzetben legyen, mert a fény és hang effektek csak így működnek. Az ajtónyitáskor (rácsos ajtó) a vezérlő rendszer elindítja az automatikus követést és időmérést, amely a vezérlőteremben lévő monitoron jelenik meg, de a gyakorlatvezető a belső kezelőtérből figyeli a végrehajtást, illetve indítja a kézi időmérést. A kézi időmérésre azért van szükség, mert az automatikus csak ellentétes oldalú kimenetel esetén állítja azt meg.

A gyakorlatvezető a gyakorlatot végrehajtókkal egy légtérben tartózkodik (környezeti levegőtől függő légzésvédőt használ) és az értékelő táblázat szempontjai szerint figyeli a végrehajtást. Rendkívüli esemény észlelésekor a gyakorlatvezető a gyakorlatot leállítja és jelzést ad a kezelőben lévő adminisztrátornak a fények felkapcsolására és a szellőzés beindítására, valamint megkezdik a bent lévők mentését a pályáról a szükséges rácsok kiemelésével. A gyakorlat teljes ideje alatt folyamatos szívfrekvencia monitorozás történik.

A kézi időmérést a kijáraton lévő rácsos ajtók bármelyikének — a gyakorlatot végrehajtók általi — nyitáskor, vagy a gyakorlat leállításakor kell megállapítani. A gyakorlat bármilyen — a feladat végrehajtásának mélységét és minőségét eredményező — befejezését követően a maradvány palacknyomást a „törzslapon” rögzíteni kell.

A végrehajtást követően a vezérlőhelyiségben a gyakorlatvezető értékeli a feladatot a „törzslap” értékelő táblázatának szempontjai szerint.

Ekkor történik a következő vérnyomás és tejsav ellenőrzés is. Az értékelés térjen ki a rögzített értékelési sarokpontok eredményeinek közlésén túl a tapasztalt pozitívumok, esetleges hiányosságok feltárására is.

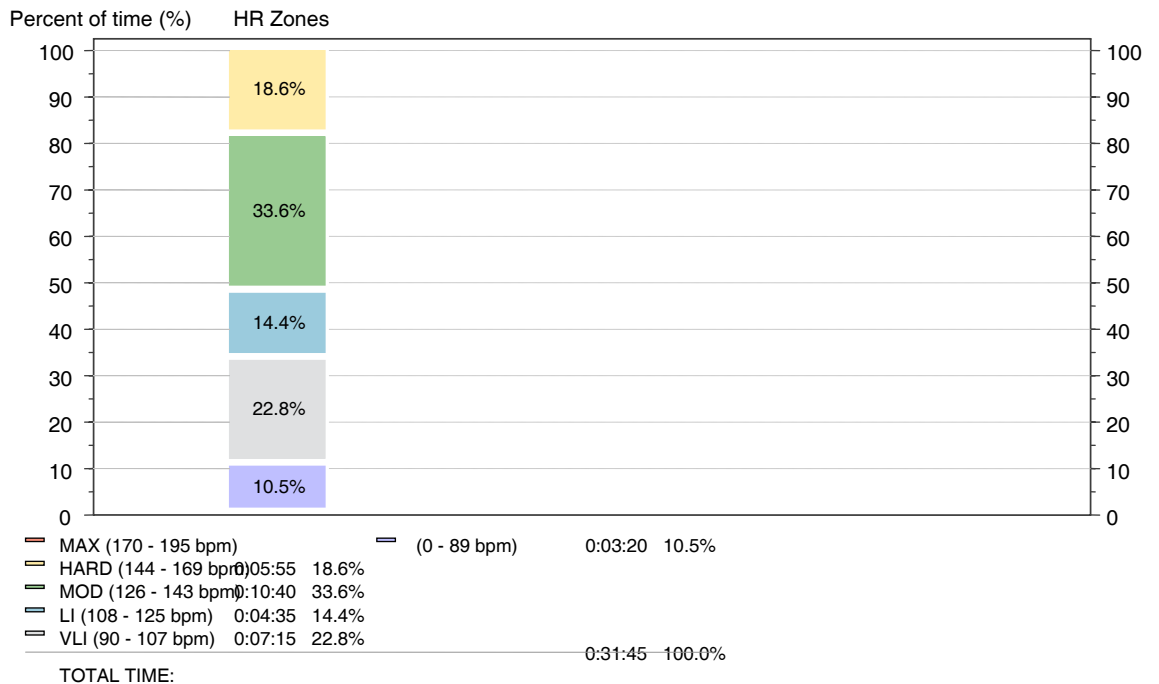
Az értékelés — megfelelő teljesítés esetén — feltétlenül olyan legyen, hogy megerősítse a gyakorlatot végrehajtókat feladatvégzésük szakszerű voltában, nyújtson pozitív visszacsatolást, de mutasson alternatívákat a hibák kiküszöbölésére.

A gyakorlat végrehajtásának mélységét és minőségét értékelni kell. A gyakorlat végrehajtásának mélységét a feladatvégzés szakaszai (áramtalanítás, gázlezárás, sugárszerelés, a tűz eloltása, az életmentés végrehajtása) minőségét a kivitelezés kreativitása (kommunikáció, tájékozódás, döntésképeség, helyzetfelismerés, stb.) adja. Minden végrehajtás eredményesnek értékelhető, ha a végrehajtók a pályát önerejükől légzőkészülékben hagyják el.

Nem teljesítettnek kell tekinteni, ha a feladatlelküzdés (életmentés, tűzoltás) érdekében nem tesznek meg minden elvárható cselekvést a végrehajtók, vagy bármelyikük önerejéből, légzőkészülékben nem képes a pályát elhagyni, vagy társát nem képes a pályáról kihozni, kikísérni.

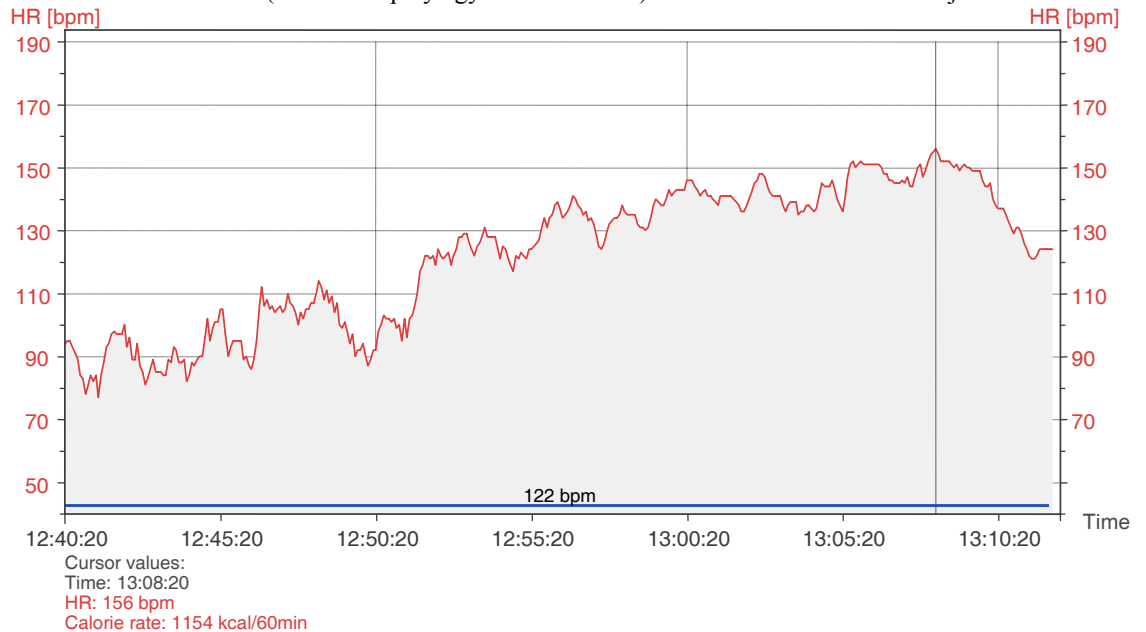
Továbbá, ha az értékelési szempontok közül bármelyik feladat nem megfelelő minősítést eredményez, akkor a teljes gyakorlat értékelése nem teljesített minősítést von maga után. Ez esetben a gyakorlatot egy későbbi időpontban meg kell ismételni. A nem megfelelőnek minősített gyakorlatokat lehetőleg 30 napon belül, de legkésőbb a szervezeti egység számára kiírt pótnapon meg kell ismételni. Az ismételt gyakorlat nem megfelelő értékelése esetén a gyakorlatvezető feljegyzést készít a tapasztaltakról az állományilletékes parancsnok felé, aki dönt az érintett személy további szolgálatellátásával kapcsolatban.

2.sz.melléklet:



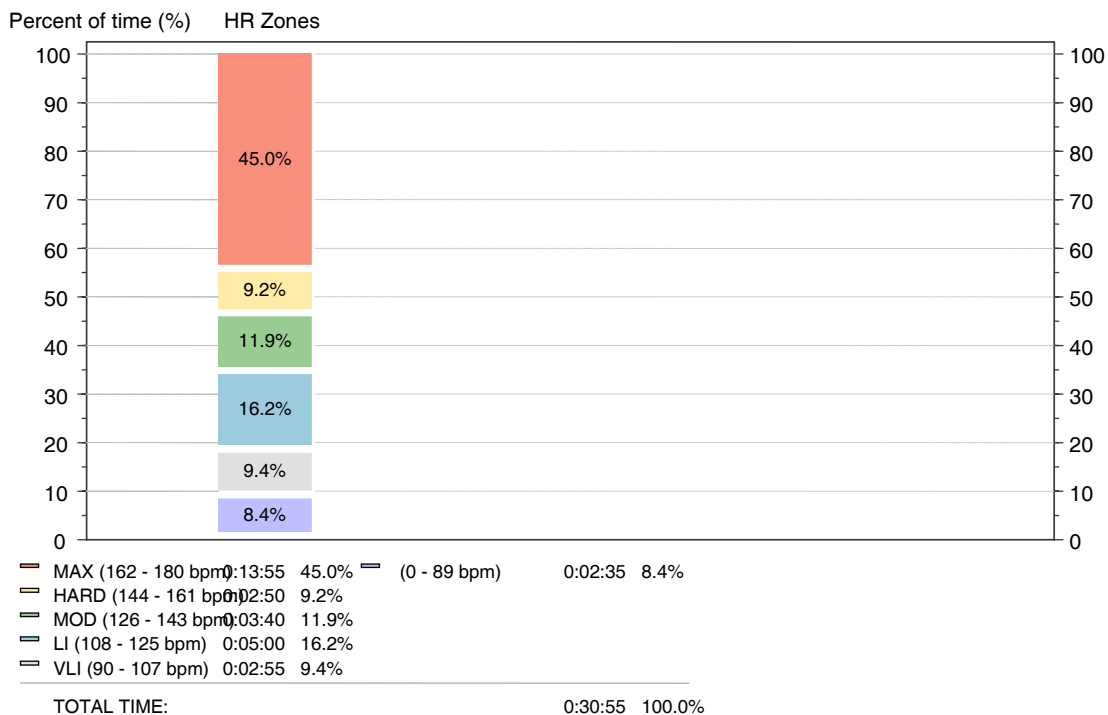
Person	xy	Date	2007. 10. 04.	Heart rate average	122 bpm
Exercise	07100401	Time	12:40:20	Heart rate max	156 bpm
Sport	Running	Duration	0:31:45.0		
Note				Selection	12:40:20 - 13:12:05 (0:31:45.0)

Terhelési zónák alakulása (Pszichikai pálya gyakorlat közben) edzett tűzoltónál. Forrás: saját.



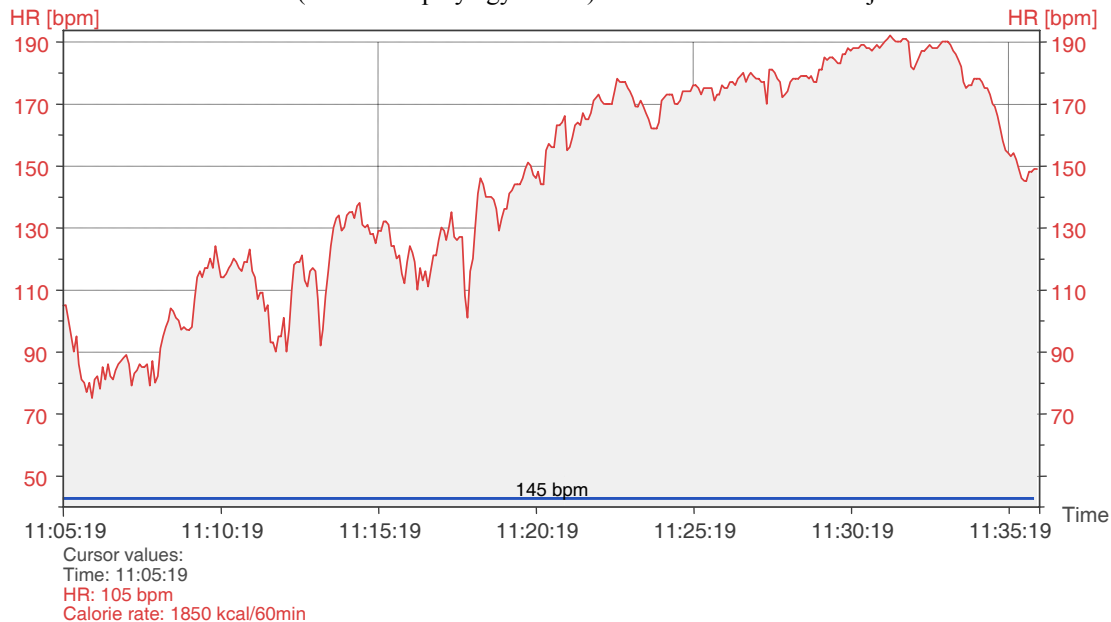
Person	xyi	Date	2007. 10. 04.	Heart rate average	122 bpm
Exercise	07100401	Time	12:40:20	Heart rate max	156 bpm
Sport	Running	Duration	0:31:45.0		
Note				Selection	12:40:20 - 13:12:05 (0:31:45.0)

EKG görbe alakulása terhelés (Pszichikai pálya gyakorlat) közben, edzett tűzoltónál. Forrás:saját.



Person	wz	Date	2007. 09. 25.	Heart rate average	145 bpm		
Exercise	07092501	Time	11:05:19	Heart rate max	192 bpm		
Sport	Running	Duration	0:30:55.0				
Note				Selection	11:05:19 - 11:36:14 (0:30:55.0)		

Kevésbé edzett tűzoltó (Pszichikai pálya gyakorlat) terhelési zónái. Forrás:saját.



Person	x y	Date	2007. 09. 25.	Heart rate average	145 bpm		
Exercise	07092501	Time	11:05:19	Heart rate max	192 bpm		
Sport	Running	Duration	0:30:55.0				
Note				Selection	11:05:19 - 11:36:14 (0:30:55.0)		

Kevésbé edzett tűzoltó (Pszichikai pálya gyakorlat) EKG görbéje. Forrás: saját.

### 3. számú melléklet

#### **Javaslat**

#### **a 21/2000 BM-IM-TNM együttes rendelet módosítására, a kardiopulmonális rendszer terheléses vizsgálatának lebonyolításához**

A terheléses vizsgálatok célja a tűzoltók alkalmassági vizsgálatában annak biztosítása, hogy a tűzoltásban és a mentésben résztvevők a mentés célját jelentő személyek és anyagi javak mentését oly módon tudják elvégezni, hogy saját maguk és társaik egészségét és biztonságát ne veszélyeztessék. Magától értetődő, hogy a különleges körülmények (magas környezeti hőmérséklet, korlátozott mozgástér, esetlegesen viselt teljes testet védő védőruha és teljes légzésvédelmet nyújtó légzőkészülék és annak szerelvényei, stb.) között végzendő tevékenységre csak olyan személy alkalmas, aki kifogástalan kardiopulmonális teljesítőképességgel rendelkezik. A “szimptoma limitált progresszív kardiopulmonális terheléses vizsgálat” (továbbiakban CPET) felismerhetőek a terhelési intolerancia (csökkent teljesítőképesség) okai. Ezek között mind a kardiovaszkuláris (ischemiás szívbetegség, hypertenzív állapotok, terhelés indukálta ritmus- és vezetési zavarok, korai, klinikai tüneteket nem okozó kontraktilitás zavarok), mind pedig a pulmonális rendszert limitáló állapotok (obstruktív és krónikus obstruktív légzőszervi betegség, intersticiális fibrózisok különböző formái, kisvérköri keringés abnormalitásai) egyaránt felismerhetők és a limitáló szerv-rendszer(ek) megjelölhető(k). A funkcionális rezerv egyértelműen megítélhető. Mindezekre a terhelésellettan alapvető koncepcióinak az elmúlt egy- másfél évtizedben történt tisztázása, valamint eszközös és metodikai feltételeinek egységesítése szolgál alapul.

#### **A CPET általános módszerei**

#### ***A CPET kivitelezéséhez szükséges eszközök***

1. Ergométer, mellyel szemben támasztott alapvető követelmény, hogy számítógép által vezérelhető legyen.
2. Terheléses EKG rendszer
3. Automatikus vérnyomásmérő, vagy olyan alkalmas eszköz, mellyel biztonsággal kivitelezhető a terhelés alatti vérnyomás mérés.
4. Légzési gázanyagcsere vizsgálatára alkalmas komputerizált berendezés

A CPET alatt maximális terhelésre törekszünk. Nem függesztjük fel a terhelést sem az un. Submaximális terhelési szinten, sem pedig egy meghatározott szívfrekvencia elérésekor. Még akkor sem, ha az életkor szerint jóslott maximális szívfrekvenciát a vizsgált személy elérte, ugyanakkor annak folytatását annak



általános közérzete lehetővé teszi. Így tehát valódi maximális teljesítőképességet (fiziológias végpontot) határozunk meg.

A terheléses tesztet fel kell függeszteni, ha annak folytatását az alábbi tényezők egyike, vagy másika, esetleges azok kombinációi lépnek fel. Ezekben az esetekben a terheléses teszt közvetlenül diagnosztikai erejű. A megszakítási indikációk általában az alábbi csoportokban jelennek meg:

#### 1. Kardiovaszkuláris

- Ischémiás reakció (anginás fájdalommal együtt járó 2 mm vagy azt meghaladó mértékű horizontális ST depresszió)
- Malignus ritmuszavar kialakulása (ismételt, gyakori kapcsolt kamrai extrasystolia vagy rövid salve, kamrai tachycardia megjelenése)
- Magas fokú AV blokk kialakulása vagy a meglévő AV blokk progressziója.
- Intraventrikuláris vezetési zavar kialakulása.
- 250 Hgmm systolés és/vagy 120 Hgmm diasztolés vérnyomás kialakulása.
- Progresszív tensió és/vagy szívfrekvencia esés.
- Perifériás vazokonstrikció jelei, látászavar

#### 2. Pulmonális

- Nagymértékű, a légzési segédizmok igénybevételével járó nehézlégzés
- Súlyos tachypnoe (60/min légzésszám felett)
- Az artériás vérben súlyos deszaturáció (pulzus oximetriával 75% alatt)

#### 3. Általános

- Súlyos fáradtságérzés, ami megakadályozza a terhelés folytatását
- Pszichés zavarok kialakulása
- Nem kellő együttműködés
- Váz- és izomeredetű panaszok (artrózisos fájdalmak fellépése, súlyos izomfájdalom a munkát végző izomzatban)
- Monitorozási rendszer technikai hibája

### ***Standard CPET protokoll: progresszív teszt***

A standard progresszív CPET protokoll végezhető kerékpár ergométeren, vagy járószalagon. Alapvető követelmény, hogy a terhelés alacsony szintről (járószalagon 6-8,0 km/óra járástempóval) induljon a terhelés. A progresszív ramp teszt lehetővé teszi, hogy a terhelés növekedést szinte észrevétlenül adagoljuk a vizsgált személy maximális toleranciájának határáig, vagy patológiás tünetek fellépéséig (szimptoma limitált terhelés). A progresszív terhelés előtt 12 elvezetéses nyugalmi EKG-t kell készíteni és a vérnyomást 5 perc ülő állapot után meg kell mérni annak érdekében, hogy a manifeszt kardiovaszkuláris kontraindikációk (ischemiás szívbetegség, nyugalmi malignus ritmuszavarok, nyugalmi hipertenzív állapotok) a vizsgálat megkezdése előtt kizárhatók legyenek. A nyugalmi EKG és vérnyomás vizsgálatot a terhelést megelőzően, az ergometriai laboratóriumban kell elvégezni.

## *A CPET fázisai*

### **1. Kerékpár ergometria**

2. **Nyugalmi adatgyűjtés.** Időtartam 3 perc. Ez alatt a nyugalmi gázanyagcserét, valamint a kardiovaszkuláris paraméterek (vérnyomás, szívfrekvencia) kiinduló értékeit rögzíteni kell.

3. **Fékezés nélküli kerékpározás.** Időtartama 3 perc. Ez alatt az idő alatt a vizsgálati személy megszokja a 60/perc körüli fordulatszámot és alkalmazkodik a terheléses teszt körülményeihez.

4. **Progresszív fázis.** A progresszivitás elérhető folyamatosan (ramp teszt), vagy lépcsőzetesen. Lépcsőzetes terhelés során az egyes lépcsők időtartama ne haladjon meg az 1 percet. Ha a ramp teszt nem megvalósítható, akkor 30 másodperces lépcsők javasoltak.

Úgy kell a ramp meredekséget megválasztani, hogy a vizsgált személy jószolt maximális terhelhetőségét 9-11 perc között érje el. A terhelést jól meghatározott végpont esetén fel kell függeszteni (ld. a terhelés végpontjai).

5. **Megnyugvás.** Maximális terhelést követően a vizsgálati személy ne függessze fel a kerékpározást, hanem a fékezőerő megszüntetését követően lassítsa azt le kb. 20/perc fordulatszámra. Erre a periférián kialakult nagyfokú vazodilatáció miatt van szükség, hogy az effektív perctérfogat zuhanását elkerüljük. A monitorozást és adatgyűjtést folytatni kell addig, míg a fellépett abnormalitások meg nem szűnnek, ill. azok hiánya esetén is legalább 5 percen át. E pontban a jelenlegi ajánlás eltér az ERS ajánlásától abban, hogy ott 2 percet határoznak meg. Itt az 5 percet azért javasoljuk, mert a kardiovaszkuláris történések (ischemiás reakciók, esetlegesen fellépő malignus aritmiák) a megnyugvás 2-3 percében a leggyakoribbak és ezek feltétlenül felismerésre kell kerüljenek.

### **6. Járószalag ergometria**

A járószalagon végzett terhelés elmélete azonos a kerékpár ergométeren végzett terheléses vizsgálatéval. Egyedüli különbség, hogy járószalagon a terhelés pontos fizikai értelmezése nem lehetséges, azonban annak becslése elfogadható pontossággal elvégezhető az alábbi összefüggés alapján:

$$\text{Watt} = \text{testtömeg (kg)} * 9.81 \text{ (m/sec}^2\text{)} * v \text{ (m/sec)} * \sin(a) \text{ (1)}$$
 ahol: a = járószalag lejtőjének nyílásszöge

1. **Nyugalmi adatgyűjtés.** Időtartam 3 perc. A nyugalmi adatgyűjtés alatt a vizsgálati személy a járószalagra helyezett könnyű szerkezetű széken ül, miközben a nyugalmi gázanyagcserét, valamint a kardiovaszkuláris paraméterek (vérnyomás, szívfrekvencia) kiinduló értékeit rögzítjük. A vizsgálati személyt 1 perces ülést követően felállítjuk és a méréseket azonnal megismételjük.

2. **Lassú tempójú, konstans sebességű járás.** Időtartama 3 perc. Ez alatt az idő alatt a vizsgálati személy megszokja a járószalagon történő járást, megtalálja egyensúlyát és alkalmazkodik a terhelés körülményeihez.

3. **Progresszív fázis.** Lépcsőnként 30 másodperces időtartamban változtatjuk a járószalag paramétereit. Computeres vezérlés hiányában ezek a paraméterek stopperóra segítségével elfogadható pontossággal változtathatók. A terhelést jól meghatározott végpont esetén fel kell függeszteni

4. **Megnyugvás.** Maximális terhelést követően a járószalag sebességét az 1. lépcső sebességére csökkentjük, miközben a lejtő meredekségét vízszintesre állítjuk a megnyugvás 1. percére. Ezt követően megállítjuk a járószalagot és a vizsgálati személyt leültetjük úgy, hogy alsó végtagjait vízszintesbe hozzuk. Erre periférián kialakult nagyfokú vazodilatáció miatt van szükség, hogy az effektív perctérfogat zuhanását elkerüljük. A monitorozást és adatgyűjtést ez esetben is folytatni kell.

#### ***A CPET értékelése, normál standard értékek***

A gázanyagcsere mérésére és értékelésére azért van szükség, mert ezek eredményeinek ismerete teszi lehetővé a speciális funkcionális diagnosztikai megállapítások megtételét. Fontosabb értékelendő mutatók (az alább tárgyalt referencia értékek 20-69 év közötti férfiakra vonatkoznak):

1. **Csúcs oxigén fogyasztás (VO<sub>2</sub>peak).** A VO<sub>2</sub>peak értéke a terhelés utolsó percében, a 30 másodperces átlagértékek közül a magasabbik. Ezt az értéket az életkori és nemi standardhoz %-osan viszonyítjuk és ennek alapján határozzuk meg az un. *relatív aerob kapacitást (RAC%)*. Normál standard (L·min) (Fairbairn, Chest 1994; 105:1365-1369):

**VO<sub>2</sub>peak = 0.023\*M – 0.031K + 0.0117S – 0.332 M** = magasság (cm), K = kor (év), S = súly (kg) Járószalag alkalmazása esetén a jóslott csúcs oxigénfogyasztás mintegy 10 % -al magasabb. Tűzoltók átlagértékeit figyelembe véve a **VO<sub>2</sub>peak = 3,7 L/min, Követelmény: (RAC% > 75%)= 2,8 L/min.**

2. **Csúcsterhelés (Watt, max):** A csúcsterhelés jóslott értéke némileg különbözik attól függően, hogy a terhelés kerékpár ergométeren, vagy járószalagon végezzük. A jóslott maximális terhelés alapján határozzuk meg a progresszív terhelés meredekségét annak érdekében, hogy a vizsgálatot mintegy 10 perces időtartamra korlátozzuk. **Wattpeak = 0.163\*(1620\*M-9.5K+5.6\*S-249\*N-1569)**, N = nem (0= ffi, 1=nő)

Járószalagon a jóslott maximális teljesítmény mintegy 10 % -al magasabb. Célszerű a terhelési protokoll tervezésénél a számoltnál mintegy 20-50 Watt-al magasabb

értékkel számolni annak érdekében, hogy biztosak legyünk abban, hogy a maximális teljesítőképességet 10 percen belül érjük el.

3. **Ventillációs anaerob küszöb.** A klinikai funkcionális diagnosztikai értékelésben használt standard 9 paneles ábra létrehozása ajánlott. (Megemlítjük, hogy ezt minden kereskedelmi forgalomba kerülő spiroergometria mérőrendszer értékelő modulja tartalmazza). Minimálisan azonban feltétlenül szükség van a  $VCO_2 - VO_2$  függvény (V-slope) ábrázolására, melynek alapján meghatározható a vizsgált személy ventillációs anaerob küszöbe.

**Követelmény:** A vizsgálati személy ventillációs anaerob küszöbe a referencia  $VO_{2peak}$  értékének 55-60%-ánál magasabbnak kell lennie.

4.  **$CO_2$  ventillációs equivalense.** A  $VE/VCO_2$  változása utal a vizsgált személy  $VD/VT$  arányára. A kereskedelmi forgalomban hozzáférhető rendszerek ugyan lehetővé teszik a  $VD/VT$  listázását, azonban ez csak egészséges légzésfunkciójú egyén esetén ad hozzávetőlegesen elfogadható értéket. Ezért nem javasoljuk használatát.

**Követelmény:**  $VE/VCO_2$  értékének minimuma legyen kisebb 30-nál.

5. **Csúcs szívfrekvencia ( $HR_{peak}$ ).** A terhelés utolsó percében a 30 másodperces átlagok közül a magasabbik értéket vesszük csúcs szívfrekvencia értékének. Normál standard (bpm): (Fairbairn, Chest 1994; 105:1365-1369),  $HR_{max} = 207 - 0.78K$ , K = kor (év), A  $HR_{peak}$  értéket a  $HR_{max}$  %-ában fejezzük ki.

**Követelmény:** Maximális terhelés fogadható el akkor, ha a terhelés csúcán a szívfrekvencia gyorsulást gátló gyógyszerek hiányában az elért csúcs szívfrekvencia a  $HR_{max}$  85%-át meghaladja.