

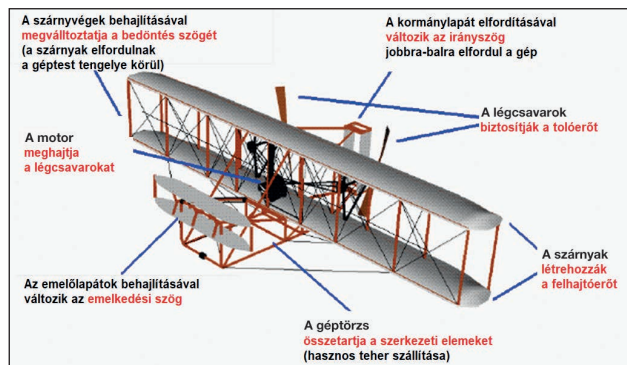
Dr. Guth-Orji Ágnes*

A Covid19-fertőzés repülésbiztonsági aspektusai I. rész

A bioszenzorok alkalmazásának lehetőségei a fáradtságmérésben

BEVEZETÉS

Az 1903-ban, irányítható, motorral hajtott, ember által vezetett levegőnél nehezebb eszközzel végrehajtott első sikeres repülést követően, az amerikai Wright fivérek 1904-ben bejelentették szabadalmi igényüket a repülőgép aerodinamikai tulajdonságainak megváltoztatásával, annak irányítását lehetővé tévő „szárnyhajlítás” technológiára [1] (1. ábra), amely egyben a mai modern repülőmérnöki tudomány alapja is. (2. ábra). A Wright fivérek mellett számos más személyt és nemzetet is foglalkoztatott akkoriban a repülés, többek között a francia Louis Bleriot aviátor, feltaláló és mérnök is fejlesztett repülőgépet; az ő nevéhez fűződik az első egyfedeles repülőgép, amelyet kézzel mozgatott botkormány és lábbal kontrollált pedál kombinálásával irányítottak [2] [3]. Egy ilyen Bleriot-féle, egyfedeles repülőgépből ugrott ki egy teszttúrák során a francia Adolf Pegoud pilóta-oktató és ejtőernyős 1913-ban. A gépet sorsára hagyva, ereszkedés közben megfigyelte az elhagyott monoplán bizarr mozgását a levegőben, és eszébe jutott, hogy egy pilóta irányításával is képes a repülőgép ilyen látványos manőverekre, amit később meg is valósított. Független S-manőverrel, belső hurkokkal és fordulókkal tarkított fordított félhurkokkal kápráztatta el a nézőit [4; 1. o.], és ezzel lerakta a műrepülés alapjait. Az I. világháború során az összetett műrepülő-manőverek a légi harc alapvetően szükséges részévé váltak, és a mai korokhoz hasonlóan nagy sikert arattak mind a civil-, mind a katonai légiképesség-bemutatókon. Ezen műrepülő-manővereknek láttán maga a repülőmérnök, Bleriot fogalmazta meg 1922-ben a mai modern repülőtechnikákra is hatványozottan igaz tény, hogy „Nem az anyag ellenállása limitálja a mesterséges madár aerodinamikai teljesítményét, sokkal inkább az ember élettani ellenállása, aki a mesterséges madár agya” [4; 1. o.]¹. Ez a kijelentés – a modern komplex repülési környezetet figyelembe véve –, azzal a kiegészítéssel még



1. ábra. Az 1903-as Wright Flyer repülőgép rajza a háromdimenziós térben való irányíthatóság mérnöki megoldásaival (A szerző szerkesztése a [6] alapján)

pontosabb, hogy az aerodinamikai teljesítmény határa az emberi teljesítőképesség határa – jelentse ez magát a pilótát, vagy a pilóta feladatainak ellátásához nélkülözhetetlen koordináló-kiszolgáló erők szakembereit. A humán faktor tehát a „leggyengébb láncszem” a repülésbiztonságban, az egyik legfőbb hibaforrás, hiszen a repülésben bekövetkező balesetek oka 80%-ban az emberi tényező okozta hiba. [5; 6. oldal].

AZ EMBERI TÉNYEZŐ SZEREPE A REPÜLÉSBIZTONSÁGBAN

Az emberi tényező – a továbbiakban humán faktor (hf) – meglehetősen széles skálán íveli át az emberi tevékenységgel kapcsolatos veszélyforrásokat. A szándékosan elkövetett szabályszegés, vagy az érvényben lévő eljárásrendtől történő tudatos eltérés (szabály megsértése – rule breaking) viszonylag ritkább, az esetek döntő többségében nem szándékos emberi hiba fordul elő. Ilyen nem szándé-

ÖSSZEFOGLALÁS: A Covid19-pandémia jelentős hatással volt életünk minden területére, a légi közlekedésre is, bár a Covid19 repülésbiztonsági aspektusait eddig kevesen vizsgálták. A Covid19 leggyakoribb szövődményei közül számos tünet jelentősen befolyásolja az emberi munkavégző képességet, fokozhatja a humán faktor hibaforrásveszélyét, így repülésbiztonsági kockázatot jelenthet. Jelen tanulmány célja a Covid19 megbetegedés lehetséges hatásainak azonosítása a repülésben részt vevő személyekre, azok repülésbiztonsági kockázatának felmérése és csökkentése, különös tekintettel a krónikus fáradtságra, amelynek objektív mérésére még kevés módszer létezik. A szerző a poszt-Covid okozta fáradtság hatását vizsgálta a fizikai erőnlétre, két hónappal a fertőzés után.

KULCSSZAVAK: Covid19, poszt-Covid szindróma, repülésbiztonság, humán faktor-hiba, fáradtság-menedzsment

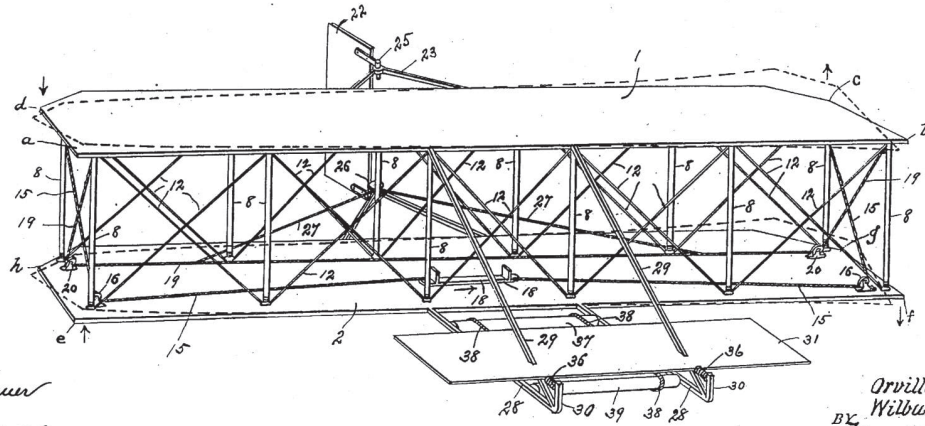
ABSTRACT: Covid19 pandemic had a significant effect on every aspects of our lives, on air traffic as well, however not many considerations on its aviation safety aspect. Many complications of Covid19 infection significantly reduce human performance- increase the human factor error likelihood, pose an aviation safety risk. The aim of this research is to identify the effects of Covid19 infection on aviation personnel and mitigate the risk that it may cause in aviation safety, in particular the chronic fatigue, which has very few methods to measure objectively. The author studied the effects of fatigue on physical performance after 2 months of infection.

KEY WORDS: Covid19, post-Covid syndrome, aviation safety, human factor error, fatigue management

* Orvos őrnagy, NKE, HHK, Katonai Műszaki Doktori Iskola; Repülőorvosi Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézet (RAVGYI), Funkcionális Diagnosztikai és Fizikai Alkalmasságvizsgáló Osztály, osztályvezető főorvos ORCID: 0000-0003-0138-9807

O. & W. WRIGHT.
FLYING MACHINE.

FIG. 1.



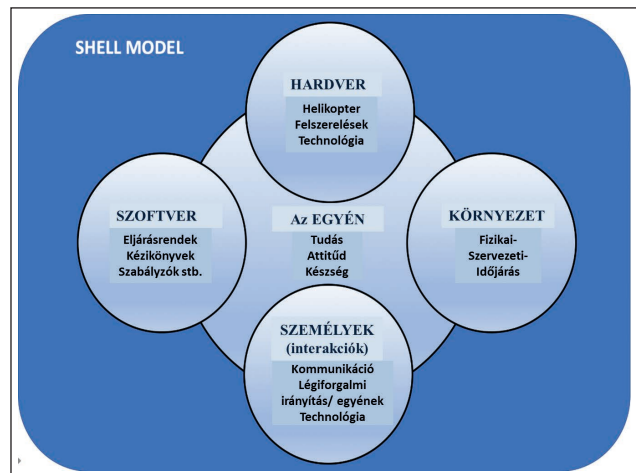
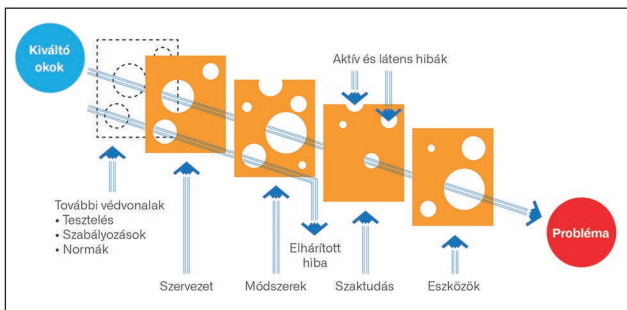
WITNESSES:
William F. Bauer
Irene Miller

INVENTORS:
Orville Wright
Wilbur Wright
BY
H. A. Coulter,
ATTORNEY.

2. ábra. A Wright fivérek 1906-ban megszerzett, US Patent 821393 számú szabadalmi rajza (Forrás: a szerző szerkesztése a [7] alapján)

kos emberi hiba történhet jól megírt szabályok rossz kivitelezése miatt (a szabály nem ismerete, vagy az ismert szabály rosszul történő végrehajtása, a jártasság hiánya), vagy előfordulhat rossz szabályozás előírás szerinti végrehajtása (szabályozás alapú hiba – rule based error), esetleg a szabályról történő megfeledkezés (tudáshiány miatti hiba – knowledge based error). Mindezek mellett a humán faktor eredetű hibaforrások közé tartozik számos környezeti tényező is, például a kommunikációs hibák (nem tisztázott eljárások, vagy feladatkörök stb.), a szervezeti szintű hibák – organisational error), ilyen például a munkakörnyezet és munkafeltételek, a munkaterhelés nem megfelelő kialakítása, vagy a gazdasági döntések biztonságra kiható következményei. Ezekre az esetekre a repülésbiztonsági rendszerben többféle humánfaktor-modell is létezik, legismertebbek ezek közül az események kialakulásában leírt emberi hiba háttér okait kutató James Reason-féle „svájci sajt” modell (3. ábra), az ember-gép-környezet dinamikus egyensúlyát tükröző SHEL(L)-modell (4. ábra), illetve az emberi hiba viselkedésen alapuló megközelítést leíró Rasmussen nevéhez köthető SRK-modell (képessegek, szabályok, és szabályok ismerete – Skills, Rules, Knowledge) [8]. A repülésbiztonsági modellekben közös tulajdonságként emondható, hogy a repülésben elkövetett 1-1 egyéni hiba – legyen az szándékos vagy sem – nem feltétlenül vezet katasztrófához, amennyiben a szervezeten belül jól alkalmazkodik a többi védelmi vonalhoz. Ilyen védelmi vonal lehet például az eljárásrendek ellenőrzése (check list), a kontroll (a másodpilóta, a légiforgalmi irányító, vagy a felettes személy felülvizsgálata), megfelelő kommunikáció (a bizonyta-

3. ábra. James Reason „svájci sajt” modellje a repülésbiztonságról [9]



4. ábra. SHELL-modell a repülésbiztonságban. Szoftver: a működést biztosító programok. Hardver: maga az eszköz, az ember, aki dolgozik. Személyek: akikkel az egyén dolgozik (Forrás: a szerző szerkesztése a [10] alapján)

lanság kifejezése, segítség kérése, vagy az észlelt hiba jelezése), belső vagy szervezeten kívüli auditok, vagy éppen a biztonsági továbbképzésekre költött vállalati erőforrások. Szintén közös ezekben a repülésbiztonsági modellekben az, hogy a leggyakoribb veszélyforrás a humánfaktor-hiba, amely a munkakörben megszerzett tudás és tapasztalat mellett a repülésben dolgozók fokozott terheléssel járó munkakörnyezetében mutatott emberi teljesítőképességen, munkavégző képességen alapul. Az ember, teljesítőképességének maximumát csak megfelelő mentális és fizikai egészségi állapotban képes nyújtani, és még ebben az ideális állapotban is komoly kihívást jelentenek a hosszú idejű munkavégzés, a váltott műszakos és éjszakai munkarend, valamint a monotonia okozta veszélyek. A repülésben számos munkakör esetében elkerülhetetlen az éjszakai, vagy az elhúzódó, fokozott koncentrációt igénylő munka (pl. a 24 órás szolgáltatást biztosító légiforgalmi irányítás, a hosszú távú transzkontinentális repülőutak pilótáinak és légiutas-kísérőinek feladatai stb.). Sok esetben az intenzív munkaterhelés csendesebb, monoton rutinfeladatokkal töltött időszakokkal váltakozik, amely próbára teszi a dolgozó monotonia-tűrését is. A felsoroltak alapján, a humánfaktor-

Repülésbiztonsági kockázatot jelentő poszt-Covid-tünetek	Fáradtság	Koncentrációs problémák	Pszichés problémák
Átfogó egészségügyi felmérés 3 hónappal a Covid19-fertőzésből való felgyógyulás után Lásd: [16] 3 hónap utáni poszt-covidos tünetek, 124 beteg	69%	36%	30%
Kórházi elbocsátás utáni tünetek és rehabilitációs szükséglet Covid19-fertőzést túlélők körében, keresztmetszeti vizsgálat [15] 100 kórházi beteg 4-8 hét után	60-70%	nincs adat	25-45%
Hosszú Covid- és fertőzés utáni fáradtság szindróma: Áttekintés [19] 2021. januárig irodalmak meta-analízise (115 irodalom)	Átlag: 46 % 50% 4-7 hét 53% 8-11 hét 40% 12-15 hét 28% 16-20 hét 34% 28. hét után	Hasonló, enyhén alacsonyabb előfordulási %	nincs adat
A post-Covid19 manifesztációk értékelése és jellemzése [18] 278 fiatal, viszonylag egészséges páciens	72,8%	28,6%	28,6%
A Covid19 poszt-akut következményei 6-12 hónappal a fertőzés után: populációalapú vizsgálat [22] 6-12 hónappal Covid-fertőzés után, kb. 12 000 fő keresztmetszeti vizsgálata, átlag 44,1 éves kor, átlag 8,5 hónappal Covid-fertőzés után.	37,2%	31,3%	21,1%

hiba érhető módon jelentőséggel bír a repülésbiztonságban, és szorosan összefügg az emberi teljesítőképességgel, egészséggel. Ezt igazolja az is, hogy a repülésben dolgozóknak – hazai és nemzetközi viszonylatban is – rendszeresen speciális munkaköri alkalmassági vizsgálaton, úgynevezett *repülőorvosi alkalmasságvizsgálaton* kell részt venniük mind a katonai, mind a polgári repülésben. [11] [12] [13]

A COVID19-FERTŐZÉS ÉS A POSZT-COVID-SZINDRÓMA KAPCSOLATA AZ EMBERI HIBÁVAL

A leggyakoribb humánfaktor-hibaforrások közé sorolható a fáradtság, a figyelem zavara (koncentrációs nehézségek), a pszichikai nyomás, a stressz, a memóriazavarok, a tudatosság/térbeli orientáció zavarai [5; 7. o.]. A Covid19-pandémia kitörése óta a nemzetközi irodalmakban leírt Covid19-betegséggel együtt járó tünetek és akár hosszabb ideig is fennálló szövődmények közül a leggyakoribb panaszok (pl. a fáradékonyság, a brain fog, a memória-problémák, a kognitív képességek csökkenése, az alvászavarok, a pszichés panaszok) pontosan ezekbe az előbb felsorolt humánfaktor-hiba veszélyét fokozó problémakörbe tartoznak. A Covid19-fertőzésen átesett személyeknél szignifikánsan romlik a munkavégző teljesítmény mind a reakcióidő, mind a hibaszázalék tekintetében [14]. A nemzetközi kutatások adatai alapján a Covid19-fertőzésen átesett betegek jelentős része, 60–70%-a számol be elhúzódó fáradtság, fáradékonyság kialakulásáról, 40–60% tartós légzési problémákról vagy légszomjról, és 25–45%-uk elhúzódó pszichológiai rendellenességekről az infekció lefolyásának súlyosságával arányosan. [15] Ezek közül a repülésbiztonságban a humánfaktor-hiba rizikóját növelő panaszok közül számos, a felgyógyulást követően még hosszú ideig fennáll. Három, vagy akár hat hónappal a Covid19-fertőzés után, amikor a tüdőszövet diagnosztikus módszerekkel kimutatható érintettsége már meggyógyult, a betegek jelentős része számol még be krónikus fáradtságról (kb. 70% három- és 34% hat hónap után is), életminőség-romlásról és a funkcionális képességek romlásáról (pl. objektív légzésfunkciós teszt, hatperces gyaloglásteszt, valamint a szubjektív mentális, kognitív és az életminőség felmérésére szolgáló kérdőívek kitöltése során). [16] (1. táblázat)

A fertőzés kezdetétől számított 4 hétnél tovább fennálló panaszokat nevezük poszt-Covid-szindrómának [17].

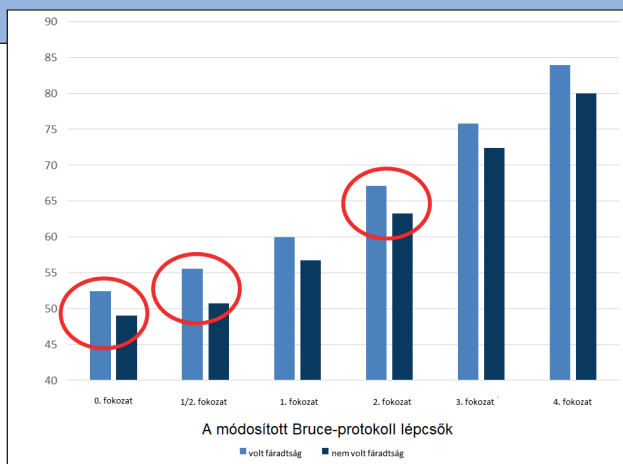
A Covid19-fertőzésen átesett pilóták esetében a poszt-Covid maradványtünetek okozta élettani problémák, a munkavégző- és a teljesítőképesség-csökkenés repülés közbeni vészhelyzetekhez, akár hirtelen cselekvőképtelenség kialakulásához is vezethetnek. Ez jelentősen növeli a Covid19-fertőzésen átesett pilóták körében a humánfaktor-hiba veszélyét, ezzel a repülésbiztonsági kockázatot. A fertőzés alatt kialakuló tünetek súlyossága-, és a poszt-Covid-szindróma során fennmaradó szövődmények valószínűsége is pozitívan korrelál a páciensnél meglévő rizikófaktorok számával (életkor, alapbetegségek). [18][19][20] Figyelembe kell venni azt a tényt, hogy az életkor kitolódása a repülésben a repülőorvostan egyik legnagyobb kihívásai közé tartozik napjainkban, a repülésre való alkalmasság felső korhatárának megállapítása kérdésében. [21] Az idősebb pilóták, a repülésben szolgáló személyek körében a poszt-Covid-szakirodalomban is leírt tapasztalatok szerint súlyosabb lefolyású Covid19-fertőzés és több, illetve súlyosabb maradványtünet várható, súlyosabb és elhúzódóbb poszt-Covid-rehabilitáció lehet szükséges, azaz összességében a kevésbé rigorózus szabályok alapján minősített polgári repülő-hajózó állomány és az idősebb, repülésben tevékenykedők körében nagyobb repülésbiztonsági rizikót jelenthetnek a poszt-Covid-tünetek.

A COVID19-FERTŐZÉS HATÁSA A FIZIKAI ERŐNLÉTRE²

A kutatás első részében megvizsgáltam a Covid19-fertőzés hatását a fizikai erőnlétre. A repülőorvosi alkalmasságvizsgálatra kötelezett személyeket Covid19-fertőzés esetén soron kívüli alkalmasságvizsgálatra hívtuk be Intézetünkbe³, hogy megállapítsuk a repülésre való alkalmasságukat és kiszűrjük az esetleges repülésbiztonsági rizikót jelentő egészségi vagy pszichés problémákat. A végrehajtott vizsgálatok egyik része a fizikai erőnlétnak, a szervezet fizikai terhelhetőségének és rezerv kapacitásainak felmérésére irányult. A Covid19-fertőzés egyik jól ismert szövődménye lehet a szívizomgyulladás kialakulása a vírusinfekció kapcsán megjelenő toxinok miatt, amelyek a fertőzés után nagyobb fizikai megterhelés esetén súlyos egészségkárosodást okozhatnak még egészséges sportolók esetében is. Ennek elkerülése érdekében a Covid-fertőzés után csak fokozatos visszatérést ajánlanak a sportoláshoz (a Covid19-betegség lefolyásának súlyossága alapján meg-

határozott ideig). [23] [24] Ennek figyelembevételével erre a terheléses EKG-vizsgálatra intézetünkben egy módosított Bruce-protokoll szerinti futószalag-ergometriával került sor, amelynek célja, hogy az óvatosabb, fokozatosan emelkedő terhelés érdekében a terhelési lépcsők hosszabb ideig tartanak (a szokásos 1 perc helyett 2 perces stádiumok). A vizsgálat kezdetén kisebb mértékben emelkednek a nehézségi fokozatok (az emelkedési szög, illetve a sebesség). Az ergometria során folyamatosan monitorozzuk a vérnyomást, a szívűködést (EKG), a perifériás oxigén-szaturációt, ezáltal fokozott megfigyeléssel tudjuk végrehajtani a szervezet fizikai terhelését. Amennyiben panasz, szívritmuszavar, légszomj, mellkasi fájdalom vagy egyéb poszt-Covid-szövődmény jelentkezik, azt időben észleljük. Ezen a módon biztonságos körülmények között terhelhetjük meg a páciensek szervezetét a Covid-fertőzés utáni fizikai erőnlét objektív megállapítása céljából. A fizikai erőnlétet a teljesítmény (maximális Watt-, illetve a szervezet oxigén-felhasználásának emelkedését kifejező metabolikus ekvivalens-MET érték) mellett a terhelésre jelentkező pulzusválasz alapján tudjuk megállapítani. A pulzusszám-emelkedés mértéke negatívan korrelál a fizikai erőnléttel [25], azaz minél magasabbra ugrik a pulzus a terhelés hatására, annál rosszabb a fizikai kondíció.

A vizsgálat során 47 repülőorvosi alkalmassági vizsgálatra kötelezett személy terheléses EKG-vizsgálatának adatait elemeztük, átlagosan 66,91 nappal a Covid19-fertőzés után (az átlag életkor $36,43 \pm 9,52$ év, az átlagos testsúly: $BMI = 26,59 \pm 2,44$ kg/m^2 volt) a fentebb leírt, módosított Bruce-protokoll szerinti terhelési lépcsőkben. Az ergometria során mért pulzusértékeket átszámoltuk a korhoz igazított vita-max pulzus (220-életkor) százalékába annak érdekében, hogy a pulzusválasz kortól függetlenül összehasonlítható legyen a vizsgált populációban. A páciensektől megkérdeztük a Covid19-fertőzés lefolyásának tüneteit, súlyosságát, időtartamát, az esetleg meglévő krónikus alapbetegségeket, és összefüggést kerestünk a szubjektív tünetek, a krónikus alapbetegség megléte, illetve az objektíven mérhető fizikai erőnlét között. A fizikai erőnlét maximális MET-értékben (a szervezet oxigénfelvevő kapacitásának emelkedése) kifejezve, minden terhelési lépcsőben ($r = -0,374 - -0,706$; $p < 0,01$) negatív összefüggést mutatott a pulzusválasszal, amely igazolja azt a fentebb leírt irodalmi megállapítást, hogy a fizikai kondíció negatívan korrelál a pulzusválasszal. A Covid19-fertőzés során jelentkező tünetek közül a szubjektíven megélt fáradtság kialakulása minden terhelési lépcsőben szignifikáns összefüggést mutatott ($p < 0,05$) a pulzusválasz mértékével mind a nyers pulzusadatok, mind a korhoz igazított vita-max pulzusszázalékában kifejezett arányszám tekintetében. Azok a páciensek, akiknél megjelent a fáradtság mint szubjektív tünet a fertőzés során, magasabb pulzusválasszal reagáltak a terhelésre, azaz objektíven is rosszabb fizikai kondícióban voltak még a fertőzés után átlagosan 2 hónappal végrehajtott vizsgálatok során is (5. ábra). A vizsgálat adatai az eddigi nemzetközi irodalmakkal egyezően azt mutatják, hogy a krónikus alapbetegségek megléte szignifikánsan magasabb pulzusválasszokkal jár, azaz rosszabb fizikai kondíciót okoz még kb. 2 hónappal fertőzés után is, valamint a krónikus alapbetegségek jelenléte esetén gyakrabban alakul ki láz a megbetegedés során, tehát a krónikus alapbetegségek megléte (pl. a polgári repülésben résztvevő személyek esetén) súlyosabb lefolyású betegséget és komolyabb szövődményeket okozhat. Sem a vérnyomás, sem a perifériás oxigénszint nem mutatott szignifikáns összefüggést sem a szubjektív panaszokkal, sem a fizikai kondíciót mérő MET-értékkel, valamint a fertőzés során



5. ábra. A fáradtság hatása a korhoz igazított vita-max pulzus %-ra (A szerző szerkesztése)

kialakult egyéb szubjektív panaszok sem mutattak szignifikáns összefüggést a fizikai kondícióval a vizsgálat során. Úgy tűnik tehát, hogy a fáradtságon kívül a Covid19-fertőzés egyéb tipikus tünetei (pl. a láz, az íz- és szaglásvesztés), és a megbetegedés időtartama már nem befolyásolja az objektíven mérhető fizikai erőnlétet kb. 2 hónap elteltével, szintén nem befolyásolja a keringési, illetve a pulmonális rendszer fizikai terhelésre adott reakcióját, ezek a szervrendszerek tehát jelen adatok szerint már nem érintettek (regenerálódtak) kb. 2 hónappal a fertőzés után.

Ezek az eredmények megerősítik a jelen kutatás azon feltételezését, hogy a Covid19-fertőzés során az irodalmi adatok szerint igen gyakran, hosszú ideig fennálló fáradtság jelentősen befolyásolhatja a fizikai terhelhetőséget – ezzel az emberi teljesítőképességet is, így jelentős repülésbiztonsági kockázatot jelenthet még 2 hónappal a fertőzés után is.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Combs, Harry, Caidin, Martin. Kill Devil Hill: Discovering the Secret of the Wright Brothers, Englewood, CO. TernStyle Press, 1979. pp. 68–71. ISBN 0940053020;
- [2] Crouch, Tom D. Blériot XI, the Story of a Classic Aircraft. Washington, D.C. Published for the National Air and Space Museum by the Smithsonian Institution Press, 1982. p. 22.;
- [3] Gibbs-Smith, C.H. A History of Flying. London: Batsford, 1953. p. 239.;
- [4] Kirkham, William R., Wicks, S. Marlene, Lowrey, D. Lee. G-incapacitation in aerobatic pilots: A flight hazard, FA-AM-82-13, technical report, Prepared for U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine. Washington DC 20591, 1982 October. <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/2756.pdf> (Letöltés: 2022.11.8.);
- [5] Buzai László. A humán faktor szerepe a repülésbiztonsági rendszerek működtetésében Repüléstudomány.hu Különszámok, 2004. p. 6. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2004_cikkek/buzai_laszlo.pdf (Letöltés 2022.11.10.);
- [6] Az 1903-as Wright Flyer repülőgépjármű rajza a 3 dimenziós térben való irányíthatóság mérnöki megoldásaival forrás: https://www.nasa.gov/audience/foreducators/k-4/features/F_Wright_Brothers_Story.html (Letöltés: 2022.11.15);



- [7] A Wright fivérek 1906-ban megszerzett szabadalma US Patent 821393 By Unknown author or not provided - U.S. National Archives and Records Administration, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=80511298> (Letöltés: 2022.11.15.);
- [8] Dudás Z. Repülésbiztonság emberi hiba nélkül? Repüléstudományi Közlemények XXIX. Évf. 2017/1, pp. 75–82. http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_1/2017-1-06-0389_Dudas_Zoltan.pdf (Letöltés: 2021.11.7.);
- [9] James Reason Svájci Sajt modellje a repülésbiztonságról forrás: <https://blog.hungarocontrol.hu/cikk/mitol-lesz-biztonsagos-a-legi-kozlekedes/> (Letöltés: 2022.11.24.);
- [10] SHELL modell a repülésbiztonságban forrás: https://mediawiki.ivao.aero/images/a/a9/SHELL_MODEL.png (Letöltés:2022.11.24.);
- [11] 20/2021. (X. 6.) HM Rendelet Az állami célú légiközlekedési szektor repülőegészségi alkalmasságának feltételeiről, valamint a repülőegészségi alkalmassági vizsgálatot végző szerv kijelölésének és tevékenységének szabályairól <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/index.php?pageindex=kozltart&ev=2021&szam=184> pp. 8476–8530. (Letöltés: 2021.10.24.);
- [12] 14/2002 Közl. Min. és EÜM Együttes rendelet a polgári légiközlekedési szakszolgálati engedélyek egészségügyi feltételeiről és kiadásuk rendjéről https://hffa.hu/wp-content/uploads/2009/11/14_2002.pdf (Letöltés: 2021.11.5.);
- [13] 1178/2011EU szabályzó a polgári légi közlekedéshez kapcsolódó műszaki követelményeknek és igazgatási eljárásoknak a 216/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet értelmében történő rögzítéséről (Magyarországon érvényben 2014. április 8. óta) IV. Fejezet (MED) pp. 211–234. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011R1178-20160408> (Letöltés: 2021.11.7.);
- [14] Zhou, H., Lu, S., Chen, J., Wei, N., Wang, D., Lyu, H., Shi, C., Hu, S. The landscape of cognitive function in recovered Covid-19 patients, *Journal of Psychiatric Research* 129 (2020) pp. 98–102 <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.06.022>;
- [15] Halpin, S. J., McIvor, C., Whyatt, G., Adams, A., Harvey, O., McLean, L., Walshaw, C., Kemp, S., Corrado, J., Singh, R., Collins, T., O'Connor, R. J., Shivan, M. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of Covid-19 infection, a cross-sectional evaluation, *Wiley Journal of Medical Virology*, 93 (2021) pp. 1013–1022 <https://doi.org/10.1002/jmv.26368>;
- [16] Borst, B. van den, Peters, J. B., Brink, M., Schoon, Y., Bleeker-Rovers, C. P., Schers H., Hees, H. W.H. van, Helvoort, H. van, Boogaard, M. van den, Hoeven, H. van der, Reijers, M. H., Prokop, M., Vercoulen, J. Heuvel, M. van den, Comprehensive health assessment three months after recovery from acute COVID-19, *Clin Infect Dis.* 73(5) (2021 Sep 7): e1089–e1098. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>;
- [17] Magyar Tüdőgyógyász Társaság: A COVID–19 vírusfertőzésen átesett – és visszamaradó károsodásokat szenvedő – Poszt-covid szindrómás betegek gondozási protokollja, 2021. p. 6. <https://tudogyogyasz.azurewebsites.net/Media/Download/30445> (Letöltés: 2021.10.16.);
- [18] Kama, M., Abo Omirah, M., Hussein, A., Saeed, H. Assessment and characterisation of post-COVID-19 manifestations, *Wiley The International Journal of Clinical Practice, IJCP* 75(3) (2021): e 13746 <https://doi.org/10.1111/ijcp.13746>;
- [19] Sandler, C. X., Wyller, V. B. B., Moss-Morris, R., Buchwald, D., Crawley, E., Hautvast, J., Katz, B. Z., Knoop, H., Little, P., Taylor, R., Wensaas, K-A., Lloyd A. R. Long COVID and Post-infective Fatigue Syndrome: A Review, *Open Forum Infect Dis.* 8(10) (2021): ofab440. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofab440>;
- [20] Gemelli Against COVID–19 Post-Acute Care Study Group: PostCOVID-19 global health strategies: the need for an interdisciplinary approach, *Aging Clinical and Experimental Research* 32 (2020) pp. 1613–1620 <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01616-x>;
- [21] Szabó S. A. „öreg pilóta nem vén pilóta” élettani korlátozó tényezők és szellemi teljesítmény az életkor függvényében a pilóta és az u(c)av operátor minősítése szempontjából” *Repüléstudományi Közlemények XXIV. Évf* (2012/2) Repüléstudományi Konferencia 2012 című konferencia, Konferenciakiadvány p. 502. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2012_cikkek/39_Szabo_Sandor_Andras.pdf (Letöltés: 2021.11.5.);
- [22] Peter, R. S., Nieters, A., Kräusslich, H. G., Brockmann, S. O., Göpel, S., Kindle, G., Merle, U., Steinacker, J. M., Rothenbacher, D., Kern, W. V., & EPILOC Phase 1 Study Group (2022). Post-acute sequelae of Covid-19 six to 12 months after infection: population based study. *BMJ (Clinical research ed.)*, 379, (2022) e071050. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-071050>;
- [23] Verwoert, G.C., de Vries, S.T., Bijsterveld, N., Willems, A.R., Vd Borgh, R., Jongman, J.K., Kemps, H.M.C., Snoek, J.A., Rienks, R., Jorstad, H.T. Return to sports after COVID-19: a position paper from the Dutch Sports Cardiology Section of the Netherlands Society of Cardiology. *Neth Heart J.* 28(7-8) (2020 Jul) pp. 391–395. <https://doi.org/10.1007/s12471-020-01469-z>;
- [24] Országos Sportegészségügyi Intézet. Aktualizált állásfoglalás a COVID–19 fertőzött sportolók sportba való visszatérésének kérdésében. https://www.osei.hu/images/stories/osei/munkatarsaknak/10.28_COVID-Sportba-val-visszatr.pdf (Letöltés: 2022.11.17.);
- [25] Putri, Elsyra Vira. “The Correlation Between Physical Workload and the Increase in Workers’ Pulse Rate” *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 8 (2) (2019) pp. 206–214. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v8i2.2019.206-214>.

JEGYZETEK

- 1 „It is not the resistance of material which limits the aerobatic performance of the artificial bird, but the physiologic resistance of man, who is the brain of the artificial bird.” Louis Bleriot, 1922. (A szerző fordítása.)
- 2 Erőnlét: Az edzettség speciális megnyilvánulása, amely kifejezi, hogy az adott pillanatban milyen teljesítményre képes az egyén. A fizikai erőnlét összetevői: az izomerő, az izom-állóképesség, a kardiorespiratorikus állóképesség, a mozgékonyág (agilitás), az izületi mozgékonyág (flexibilitás) és a testösszetétel.
- 3 Repülőorvosi Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézet, Kecskemét