

Dr. Szabó Sándor András<sup>1</sup>

## **„ÖREG PILÓTA NEM VÉN PILÓTA” ÉLETTANI KORLÁTOZÓ TÉNYEZŐK ÉS SZELLEMI TELJESÍTMÉNY AZ ÉLETKOR FÜGGVÉNYÉBEN A PILÓTA ÉS AZ U(C)AV OPERÁTOR MINŐSÍTÉSE SZEMPONTJÁBÓL<sup>2</sup>**

*Maga az öregedés nem betegség, de a vele járó természetes élettani hanyatlás (elsősorban az érzékszervi teljesítmény és a mozgásszervek funkcionális állapota, valamint a hypoxia és G-tűrőképesség szempontjából), továbbá a betegségek növekvő kockázata a repülési lehetőségek folyamatos újraértékelését teszi szükségessé az életkor függvényében. Hiszen miközben nagymértékben csökkent a technika meghibásodásából adódó légibalesetek száma, eközben egyre nagyobb hangsúlyt kap az emberi hibából bekövetkező légikatasztrófa.*

*A cikkben kiemelem a legfontosabb élettani változásokat az életkor előre haladtával, értékelem az ennek függvényében változó hirtelen cselekvőképtelenségi kockázatot (1 %-os szabály). Elemzem a pilóták szempontjából a speciális, extrém környezeti és élettani terheléssel járó munkavégzés, mint stressz forrás potenciális egészség károsító hatását a különböző szervrendszerek esetében, párhuzamba állítva az U(C)AV {Pilóta nélküli (Harci) Légijármű} operátor szellemi teljesítményének követelményeivel és ennek esetleges korral járó hanyatlásával.*

### **„OLD PILOT IS NOT CRIPPLED PILOT”**

#### **PHYSIOLOGICAL LIMITATION FACTORS AND MENTAL PERFORMANCE IN FUNCTION OF AGE REGARDING PILOT AND U(C)AV OPERATOR QUALIFICATION**

*Ageing process is not a disease itself, but the natural decrement of physiological performance (specially focusing on sensory performance, locomotorium functional state, hypoxia and G-tolerance) is obvious. The increased risk of diseases inevitably requires the continuous revaluation of flying capabilities and skills in function of increasing age. While there is an overall decrease in number of air mishaps resultant from technical failure, there is an enhanced emphasis on air disasters caused by human errors.*

*Analysing the most important physiological changes in function of age I am going to evaluate the risk of sudden incapacitation, in the frame of „1 % rule”. I am going to analyse the potentially harmful effects of extreme working (environmental and physiological) conditions (as sources of stress) on different systems of organs, drawing a parallel between the special requirements of pilot and UCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicle) operators, discussing their possibly age-related deterioration.*

## **BEVEZETÉS**

A repülés ma már nem csak a fiatalok kiváltsága és joga: ahogy fejlődik a repülőtechnika, a különböző rendeltetésű (sport-rekreációs, kereskedelmi és utasszállító) repülőeszközökön egyre nő az idősebb repülőszemélyzet aránya: például az amerikai Polgári Repülésügyi Hatóság (FAA) felmérése szerint már 1991-ben az USA civil pilótáinak több, mint 50 %-a volt idősebb 40 évnél.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> o. alezredes, Ph.D., MH Honvédkórház, Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Kutató Intézet, Kecskemét, sasi19620@gmail.com

<sup>2</sup> Lektorálta: Prof. Dr. Grósz Andor orvosdandártábornok, CSc, intézetparancsnok, MH Honvédkórház Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Kutató Intézet Kecskemét

<sup>3</sup> COOKE, J: Chapter „The ageing pilot” in Ernsting’s Aviation Medicine. Ed.: D.J. Rainford, D.P. Gradwell

A fejlett repülőiparral és repülési kultúrával rendelkező országokban a várható élettartam növekedése és a felhalmozott tudás és repülési tapasztalat hasznosításának igénye a hajózó-állomány körében is a professzionális karrier kiterjesztésének irányába hat. Ez a tendencia természetesen legkevésbé a szervezetet rendkívül igénybe vevő katonai repülést érinti: a repülésbiztonság alapvető szempontjait itt nem lehet figyelmen kívül hagyni.

A korral együttjáró kockázatok fokozódása, diagnosztikai-kezelési lehetőségeik, a fennálló állapotok – klinikai betegségek megjelenése és progressziója komoly megfontolásokat indukál a repülés életkori felső határának megállapításában, akár a katonai, akár a polgári repülésben. Nagy népességre vonatkozó statisztikák szerint 35 éves kor fölött a kor előre haladtával nő az összhalálozás, egyéb súlyozott (major) kockázati tényezők nélkül is (például dohányzás, elhízás, magas vérnyomás). Az általános populációkban természetesen vizsgálják egyéb (hozott, genetikailag meghatározott, veleszületett) tényezők szerepét:

1. hangsúlyozzák a nem szerepét (női nem bizonyos védettséget jelent a változás-menopauza koráig az érlemeszedéssel szemben);
2. kiemelik a pozitív családi kórelőzmény kockázati szerepét (50 év alatti hirtelen szívhalál a család egyenes-ági leszármazottaiban önmagában növeli a szívbetegség kockázatát);
3. etnikai tényezők jelentőségét vetik föl (rasszok között jelentős eltérés lehet a só-víz háztartás egyensúlyának szabályozásában, így a magas vérnyomás kialakulásának mechanizmusa afroamerikai népcsoportban eltérő lehet);
4. természetesen hangsúlyozzák az életmód-táplálkozás kockázati szerepét (elhízás, magas sótartalmú, kalória- és szénhidrátdús ételek) például az érlemeszedés és cukorbetegség kialakulásában;
5. szintén az életmód kapcsán fölvetik az általános stressz terhelés illetve a stressz kezelésének, személyiségfüggő romboló hatásának szerepét pl. a szív-érrendszeri betegségek kialakulásában, bár ennek pontos, mennyiségi jellemzése még nem megoldott.

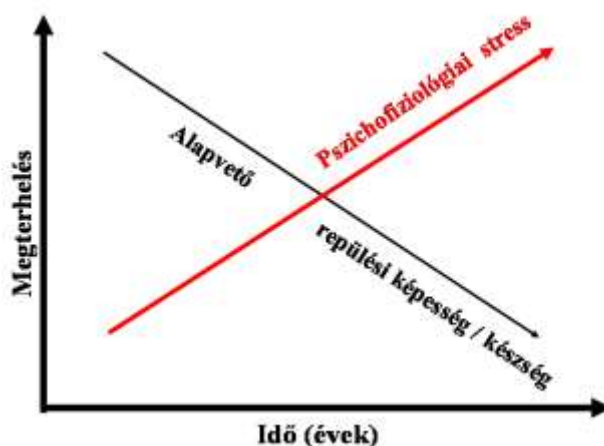
Kevésbé ismert a munkavégzés, a konkrét munkafeladatoknak és a **munkahelyi környezeti stressz tényezőknek** a direkt hatása a várható élettartamra (leszámítva természetesen a veszélyes anyagok expozícióját, ahol azok környezeti vagy biológiai monitorizálása, a munkavállalók rendszeres szűrővizsgálata biztosítja, hogy időben megakadályozzuk a foglalkozási betegség kialakulását.)

Repülési környezetben Booze felmérése szerint az általános közforgalmi („kiszébes”) pilóták általános halálozási mutatói jobbakként, szív (koszorúér) betegségre kevésbé hajlamosak, mint a hasonló korosztály az általános népességben („földi halandók” között).<sup>4</sup> Ez első hallásra nem meglepő: egy olyan népesség csoportról van szó, mely már a kiválogatás során egészségügyi szempontból erősen szelektált (számos betegség, vagy betegség megelőző állapot nem összeférhető a repüléssel) és rendszeresen, egész repülő karrierje során egészségügyi ellenőrzésem, éves-féléves minősítésen kell részt vennie. (Egy hivatásos pilóta élete folyamán kb. 100 szakorvosi vizsgálaton vesz részt!) Ezek a rendszeres szűrések elősegítik a rizikófaktorok

Hodder Arnold 4. Kiadás, 2006, 785. o.

<sup>4</sup> BOOZE C.F.: Sudden in-flight incapacitation in general aviation . Aviation, Space and Environmental Medicine 1989; 60: 332-335 o.

rok korai azonosítását, a betegség korai stádiumában történő kiemelését és teljes gyógyítását, majd repülőstátuszának helyreállítását: ezzel a preventív szemlélettel a pilóta sokáig rendszerben tartható. (Az általános kardiológia is sokat profitál a relatíve homogén, egészséges pilóta populáció vizsgálatából, vagy kontroll csoportként történő alkalmazásából: az egyik legelső és legnagyobb koleszterin (vérzsír) csökkentő tanulmány (AFCAPS) az Amerikai Légierő repülőbázisain készült, kimutatva, hogy még közepesen magas koleszterinszint és szív-érrendszeri kockázat mellett is jótékony hatású a koleszterin szint gyógyszeres csökkentése.)<sup>5</sup>



1. ábra Változó kihívások, változó követelmények

Bár amerikai hivatásos pilóták felvetették, hogy a repüléssel járó, általuk érzékelt stressz önmagában káros az egészségre és csökkenti az élettartamot, ez nem igazolódott: az Amerikai Polgári Légügyi Hivatal (FAA)<sup>6</sup> tanulmánya megállapította, hogy a nyugdíjba vonuló pilóták (American Airlines légitársaság) 60 éves kor után szignifikáns különbséggel tovább élnek, magasabb életkort élnek meg.<sup>7</sup> Úgy tűnik, az életkor önmagában kisebb megbetegedési-halálozási rizikó tényező a pilóták körében, mint az általános (hasonló korú) népesség csoportban. Ugyanakkor nem tagadható, hogy az életkor komoly hatással van a repülési alkalmasság szempontjából legfontosabb szervrendszerekre, mind azok funkcionális terhelhetőségére, mind az életkorfüggő anatómiai-strukturális elváltozásaira tekintettel. A pilóta által megélt és műszeresen, pszichológiai tesztekkel igazolható stressz szint az életkor előre haladásával nő, miközben az élettani teljesítménnyel összefüggő alapvető repülési képesség (terhelhetőség) csökken. (1. ábra)

## ÉLETKOR ÉS A SZÍV-ÉRRENDSZERI BETEGSÉGEK

Az általános népességben a szív-érrendszeri, korral növekvő halálozás komoly népegészségügyi probléma. Ennek alapja az érrendszer egészét érintő érelmeszesedés, mely a szív saját érellátását, a koszorúsereket is érinti. Az érelmeszesedés fiatal korban megkezdődik és szervi lokalizációtól füg-

<sup>5</sup> DOWNS J.R., CLEARFIELD M., TYROLER H.A., WHITNEY E.J., KRUYER W. et al: Air Force/Texas Coronary Atherosclerosis Prevention Study (AFCAPS/TEXCAPS): Additional perspectives on tolerability of long-term treatment with lovastatin. Am J Cardiol. 2001 May 1;87(9):1074-9.

<sup>6</sup> FAA: Federal Aviation Authority

<sup>7</sup> BESCO R.O., SANGAL S.P., NESTHUIS T.E.: A longevity and survival analysis for a cohort of retired airline pilots. Final Report. Washington, DC: Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine, 1995.

gően hamar tüneteket okozhat.<sup>8</sup> A folyamat már a 20-as években elindul, Vietnamban lelőtt amerikai pilóták boncolási eredményei is alátámasztják. Mikor válik ez a folyamat életveszélyessé?

A légügyi hatóságnak pedig a repülőorvosi alkalmasság elbírálásakor nemcsak a ténylegesen végzetes kimenetelű szív-érrendszeri történést (szívizom elhalás – infarktus, ennek kapcsán súlyos ritmuszavar, esetleg balkamra elégtelenség) kell figyelembe venni, hanem az „enyhébb”, kevésbé súlyos, de fájdalommal és ezért figyelem beszűküléssel járó tünetek lehetőségét is, például a szív koszorúerek csökkent vérellátása miatti mellkasi fájdalom (angina) lehetőségét. Ha ez a repülés kritikus fázisában jelentkezik, ugyanúgy pillanatnyi cselekvőképzetlenséget okoz, mint a végzetes, halált okozó infarktus, miközben a strukturális rendellenességet (a koszorúér körülírt elmeszesedését, plakkját) nehéz pontosan behatárolni.

Repülési környezetben a magassággal együttjáró oxigénhiány és a repülési stressz hatására hirtelen még kezdeti, „lágy plakkok” is berepedhetnek, a kialakuló vérrög pedig elzárhatja az életfontosságú szív koszorúeret, akár előzmények nélkül. (Afganisztánban HH 60 G MEDEVAC<sup>9</sup> helikopter zuhant le hatfős személyzettel a fedélzetén; a térbeli dezorientáció mellett erősen felmerült a 39 éves, korábban teljesen egészségesnek tartott pilóta akut cselekvőképzetlensége a mellkasi fájdalom miatt. A szív koszorúerein a boncolás során ugyanis a bal főtörzsön – a balkamrát ellátó fő ágon! – 95 %-os szűkületet találtak.)<sup>10</sup> A pilóták megbetegedési statisztikája, halálozási mutatói az általános népesség betegségi jellemzőivel mutat hasonlóságot: a kor előre haladtával fokozódik a szív koszorúereiben az érlelmeszesedés. A közforgalmi repülésben egyébként még aktív (tehát tünetmentes!) pilóták 43 %-ánál komoly, kórbonctanilag értékelhető elváltozás volt kimutatható<sup>11</sup>. A folyamat – a hirtelen szívhalálhoz vezető koszorúér-elmeszesedés – kockázati szintjének jellemzésére angol szív specialisták a polgári repülésre vonatkozóan kifejlesztették az ún. „1 százalékos szabályt”<sup>12</sup>, amely kétkormányos korszerű utasszállító gépen az egyik pilóta hirtelen teljes cselekvőképzetlensége esetén matematikai levezetéssel meghatározza, hogy milyen szív-érrendszeri rizikó profil (azaz halálozási arány ezrelékben kifejezve) fogadható el egy pilótánál. (Feltételezve, hogy a kétkormányos gépen a másodpilóta jó eséllyel át tudja venni a gép irányítását még a repülés kritikus fázisaiban is, azaz felszálláskor vagy leszállás közben<sup>13</sup>.) (2. ábra)

<sup>8</sup> STRONG, J et al.: Prevalence and Extent of Atherosclerosis in Adolescents and Young Adults. JAMA. 1999; 281: p. 727-735.

<sup>9</sup> MEDEVAC: Medical Evacuation: (légi) egészségügyi kiürítés

<sup>10</sup> ALDINGER, C., DUNHAM, W.: Possible heart attack cited in U.S. Afghan crash WASHINGTON, July 3 (Reuters), url: <http://www.afghanistannewscenter.com/news/2003/july/jul42003.html>, (2008. március 13.)

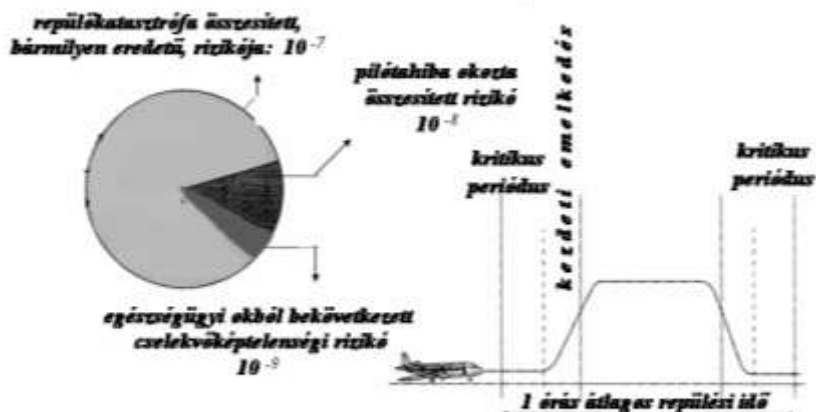
<sup>11</sup> TANEJA, N., WIEGMANN, D.A. : Prevalence of Cardiovascular Abnormalities in Pilots Involved in Fatal General Aviation Airplane Accidents . Aviat Space Environ Med 2002. 73. p. 1025-30.

<sup>12</sup> TUNSTALL-PEDOE, H.: Cardiovascular risk and risk factors in the context of aircrew certification. European Heart Journal 1992; 13. , Supplementum H, 16-20. o.

<sup>13</sup> JOY, M.: Cardiological aspects of aviation safety – the new European perspective. European Heart Journal, 1992., 13., Supplementum. H , 21-26. o.

## REPÜLÉS ALATTI CSELEKVŐKÉPTELENSÉG MEGOSZTLÁSA

számvetés az 1 %-os szabályhoz



pilóta cselekvőképességi gyakorisága  
(inkapacitációs rátája) 1/10<sup>6</sup> óra, kb 1% évente

2. ábra Számvetés az 1 százalékos szabályhoz<sup>14</sup>

E szerint, ha a pilóta **bármely betegségből adódó** éves halálozási kockázata 1 % alatt marad, akkor az utasszállító gép másik pilótája gond nélkül át tudja venni a repülési feladatokat. (Ez az alapszabály egy brit populációban elfogadható, ahol szív-érrendszeri események éves kockázata csak 60-64 éves kor között haladja meg az 1 %-ot, más Kelete-Európai népeknél sajnos ettől a népegészségügyi mutatótól még messze vagyunk....) Ennek ellenére, az utólagos (kórbonctani) elemzések még mindig azt mutatják, hogy közforgalmi repülésben a katasztrófa messze leggyakoribb egészségügyi oka a szív-eredetű cselekvőképességi rizikó.<sup>15</sup> (1. táblázat)

| Kategória                | Összes baleset | Egészségügyi okok |           |                 |
|--------------------------|----------------|-------------------|-----------|-----------------|
|                          |                | SZÍV érrendszeri  | Egyéb     | Összes (%)      |
| Vitorlázó                | 67             | 6                 | 2         | 8 (12)          |
| Magán                    | 375            | 9                 | 17        | 26 (7)          |
| Kereskedelmi             | 114            | 4                 | 1         | 5 (4)           |
| Katonai                  | 407            | 3                 | 5         | 8 (2)           |
| Ejtőernyő/<br>siklóernyő | 37             | 0                 | 0         | 0               |
| <b>ÖSSZES</b>            | <b>1000</b>    | <b>22</b>         | <b>25</b> | <b>47 (4,7)</b> |

1. táblázat Egészségi tényezők szerepe a végzetes légibalesetekben, repült típus szerint

Bár maga a kórbonctani lelet sokkal gyakrabban előfordul (56-60 év közötti pilóták 70 %-ban

<sup>14</sup> ERNSTING, J. (Ed.): Aviation Medicine Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000, 3. Kiadás, 223-224 o.

<sup>15</sup> CULLEN, S.A., DRYSDALE, H.C., MAYES, R.W.: Role of medical factors in 1000 fatal aviation accidents: case note study, British Medical Journal 1997;314:1592, [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2126794/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2126794/), (2012. március.12)

a koszorúér-elmeszesedés már súlyos fokú), de a végzetes balesetek bekövetkeztében tényleges oki-járulékos szerepe ennél sokkal kisebb mértékű. A probléma kezelésében a legfontosabb minden járulékos, további kockázatot hordozó rizikófaktor kiküszöbölése: a legfontosabb a dohányzás elhagyása, a vérnyomás helyes beállítása.

Mai korszerű gyógyszerekkel, kombinációkkal gyakorlatilag mellékhatás nélkül kezelhető, beállítható a vérnyomás. Ezek mellett a bátrabb vérzsír (koleszterin) csökkentés is igen hatásos, akár tünetmentes egyéneknek is ajánlható. Ezzel a pro-aktív kockázatelemzéssel magyar pilótapopulációban lényegesen tudtuk csökkenteni az általános kockázati szintet (elhízás, test zsírtartalom, koleszterin vérzsír, vérnyomás normalizálása).<sup>16</sup> (2. táblázat)

**RIZIKÓFAKTOROK CSÖKKENTÉSE  
PILÓTAPOPULÁCIÓBAN  
a teljes populáció százalékában (n=250)**

|                                                | 1994 | 1999 | 2004 |
|------------------------------------------------|------|------|------|
| <b><u>NEM MÓDOSÍTHATÓ:</u></b>                 |      |      |      |
| kor (átlegkor - évek)                          | 33.0 | 38.0 | 41.0 |
| Pozitív családi kórelőzmény                    | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| Pozitív személyes kórtörténet                  | 1.0  | 1.0  | 1.0  |
| <b><u>ÉLETMÓDDAL BEFOLYÁSOLHATÓ RIZIKÓ</u></b> |      |      |      |
| túlsúly                                        |      |      |      |
| BMI* >25.0                                     | 40.8 | 43.6 | 37.4 |
| BFP* >20.5                                     | 31.8 | 25.8 | 23.1 |
| Dohányzás                                      | 31.7 | 29.5 | 27.0 |
| Csökkent fizikai aktivitás                     | 23.9 | 21.8 | 19.2 |
| <b><u>GYÓGYSZERES KOCKÁZAT CSÖKKENTÉS</u></b>  |      |      |      |
| vérnyomás > 145/90 Hgmm                        | 14.7 | 16.3 | 8.2  |
| Koleszterin > 5,20 mmol/l                      | 53.9 | 53.7 | 53.3 |
| HDL-koleszterin < 1,00 mmol/l                  | 13.1 | 28.4 | 6.5  |
| Triglyceride > 2,3 mmol/l                      | 20.5 | 21.1 | 20.0 |
| Csökkent cukortolerancia vagy cukorbetegség    | 1.3  | 0.8  | 0.5  |
| EKG eltérés                                    | 1.3  | 1.3  | 1.6  |

2. táblázat Szív-érrendszeri kockázat csökkentés magyar pilóta populációban

Az Európai (Polgári) Repülési Hatóságok Szervezete (JAA)<sup>17</sup> vizsgálati protokolljába már beépítette a koleszterin szint meghatározását, aktív gyógyszeres kezelését lehetővé tette. A NATO-n belül az RTO/AGARD mérlegelte a leggyakoribb betegségcsoportokat, és a magasvérnyomás betegség, magas vérzsír szint, gyomorsósav túltengés-fekélybetegség, allergiás szénanátha klinikai diagnózisa esetén - jól behatárolt körülmények között - a gyógyszeres kezelést nem zárta ki. Kérdőíves módszerrel összesítette a NATO országokban leggyakrabban kipróbált, egyedileg engedélyezett gyógyszereket és a lista, valamint repülőorvosi megfontolások alapján közös ajánlásokat fogadott el.<sup>18</sup> Legszélesebb körben a leggyakrabban előfordu-

<sup>16</sup> GRÓSZ, A., SZABÓ, S. A., TÓTKA, ZS., TÓTH, E., VÁMOSI, Z., KADA, S.: Diagnostic and Therapeutic Possibilities in Cardiovascular Risk Management of Flight Personnel. International Conference on Aerospace Medicine and 1<sup>st</sup> Annual International Forum on Disaster Medicine . Kassa, 2004. június 15-18.

<sup>17</sup> JAA: Joint Aviation Authorities: Európai Közös Repülési Hatóságok Szervezete

<sup>18</sup> Research and Technological Organization: Kutatási és Technológia Szervezet: RTO-TR-014 : Medication for Military Aircrew: Current Use, Issues, and Strategies for Expanded Options. RTO-TR-014 , AC / 323 (HFM-014) TP / 14, ISBN 92-837-1063-0, the RTO Human Factors and Medicine Panel, 2001 június

ló és a fokozott érlemeszesedés miatt számtalan szövődménnyel fenyegető betegségek, a magasvérnyomás és magas vérszír szint gyógyszeres kezelésének lehetőségét vizsgálták. A kérdőíves módszer szerint az egyes tagországok több mint 25 vérnyomáscsökkentő hatóanyagot, valamint 17 vérszírcsökkentő szert próbáltak ki az. A klinikai vezérelveknél megfelelően ebből dolgoztak ki ajánlást.

## ÉLETKOR ÉS AZ ÉRZÉKSZERVEK MŰKÖDÉSE

### LÁTÁS

A repülés közben a pilóta által felfogott és értékelt információ 80 %-a vizuális információ. A látási információ gyűjtés folyamatát pedig munkavégzésként foghatjuk fel, amelynek effektivitása alapvetően meghatározza a pilóta-repülőgép-külső környezet együttes működését,<sup>19</sup> katonai bevetés során a harc sikerességét. („...a légi harc alfája és omegája: elsőnek megpillantani az ellenséget.”<sup>20</sup>)

Az életkor függvényében (gyakorlatilag már 40 éves kortól) a szemlencse rugalmassága, fókusz-távolságának adaptív változtathatósága csökken, időskori távollátás alakul ki. Ez szemüveggel a közeli és köztes látótávolságban jól korrigálható, biztosítva a műszerfali kijelzők éleslátását. Ez a megoldás a nagyteljesítményű, agilis jet harci gépek kivételével mindenki számára kényelmes, elfogadható megoldást jelent (számukra a látó kontaktlencsék fejlesztése hozhat kompromisszumot). A látótér beszűkülése is lassan kezdődik, 55 éves kor után felgyorsul, 65 éves korra a normális 190 °-ról 140 °-ra csökken.<sup>21</sup> Ez a folyamat a látómező tudatos pásztázásával (szkennelésével) ellensúlyozható, bár csökkent megvilágítás mellett a dinamikus látóélesség (mozgó tárgyak fókuszálása, sötét adaptáció) romlik. A kor befolyásolja a kontrasztérzékenységet és a mélységbeli érzékelést is.

Egyéb igazán progresszív kór a szürkehályog (szemlencse homály), zöldhályog (növekvő szemnyomás a szemfenék képleteire romboló hatást fejt ki) és a sárgafolt (szín és éleslátásban kulcsfontosságú ideghártya terület) elfajulása. Az első kettő akár gyógyszeresen befolyásolható, kezelhető, szükség esetén műtéttel korrigálható – és így a polgári repülésben megszorítás-sal a repülési alkalmasság (gyakori ellenőrzés mellett, enyhe esetekben) fenntartható, az utóbbi viszont egyértelműen letiltást indokol.

### HALLÁS - EGYENSÚLYOZÁS

A repülőgépipar és közlekedés a legzajosabb foglalkozási ágazat, igen gyakori nemcsak a kor függvényében „természetes” időskori nagyothallás, hanem fokozottan jelentkezik a zaj okozta halláskárosodás<sup>22</sup>. Ennek hátterében a belsőfül halló érzékszerveinek (szőrsejtjeinek) pusztulása, a hallócsontocskák károsodása és a belsőfül speciális meszesedése (otosclerosis) állhat. A

<sup>19</sup> GRÓSZ, A.: A katonai repülő-hajózó állomány vizuális munkavégzőképességének mérési tapasztalatai. Kandidátusi értekezés, 1991, Budapest. p.7.

<sup>20</sup> Adolf Galland ász pilóta

<sup>21</sup> Új-Zélandi Polgári Légügyi Hatóság kiadványa, 2010. március/április, <http://www.gliding.co.nz/sites/gliding.co.nz/images/documents/Training/TheAgeingPilot.pdf>, (2012. március 21.)

<sup>22</sup> NIHL: Noise induced hearing loss. – zaj okozta hallásvesztés

korszerű zajcsökkentő, beszédkiemelő fej-fülhallgatók és védők biztosíthatják a kommunikáció szempontjából kiemelt beszéd tartomány érthetőségét. (Normálisan a hallásvesztés 8-16 kHz közötti frekvencia tartományt, az igazán magas hangok sávját érinti először, lassan terjed rá a beszéd szempontjából kritikus 500 – 3 000 Hz közötti frekvenciákra. Az életkorral nőhet a belsőfül keringési zavara által okozott egyensúlyvesztés, szédülés lehetősége is, mely értágító (infúziós) kezeléssel az esetek jelentős részében egyensúlyban tartható.

## MENTÁLIS TELJESÍTMÉNY

A szellemi teljesítmény a korral szintén hanyatlást mutat, ennek kezdeti időpontja, üteme teljesen individuális. Idősebb pilótákon végzett kísérletek elsősorban a szimulátorban illetve pszichometrikus műszereken mutatott teljesítmény csökkenését mutatták ki, kezdetben lassú, de progresszív jelleggel a reakcióidő, az összetett (választásos) reakcióidő romlott.<sup>23</sup> Ugyanakkor mások vitatják, hogy ennek a valós repülési teljesítményre szignifikáns mértékben rontó hatása lenne, illetve hajlamosabbak lennének légibaleset okozására.<sup>24</sup> A repülésben eltöltött évtizedek, a megszerzett gyakorlat, rutin, időkényszerben végzett stressz menedzselés és döntéshozatali képesség ellensúlyozza a kisebb mértékű szellemi teljesítmény csökkenést. Az agyi funkció megítélésében használatos a „folyékony” és „kikristályosodott intelligencia” kifejezése: míg a fluid (folyékony) intelligencia, az absztrakt gondolkodás és érvelés képessége az életkorral csökken, a kristályos intelligencia és memória (a múltbeli tapasztalatokból való tanulási képesség) változatlanul megmarad és akkumulálja az új tudást és ismereteket.<sup>25</sup> Ez az intelligencia segíthet a veszélyhelyzetek anticiálásában, észbeli előre vetítésében és a korrekt reakciók időbeli kivitelezésében is (mintegy előre lejátszva az esemény legvalószínűbb forgatókönyvét).

A személyiség is változik a kor előre haladtával, merevebbé (rigidebbé), szokásvezéreltté („rabjává”) válik. Emiatt a típus váltás, feladatkör váltás idővel már nehezebben megy. (A320 átképzés során a 49 év fölötti pilóták a konverziós tanfolyamon 20 %-ban már nem teljesítik a vizsgakövetelményeket.<sup>26</sup>) Kedélybetegség, a hangulati élet súlyosabb zavara, depresszió-szorongás is kialakulhat a halmozódó (munkahelyi vagy családi) stressz miatt. Ilyenkor a mentális teljesítmény – a lelki tényezőkkel színezve – gyakran a rövidtávú memória zavarával jár, megnehezítve az új eljárások, technológiák megtanulását, bevéését. Pozitívum, hogy a kor önmagában nem súlyosbítja az alkohol és drog problémákat. Viszont csökken a szervezet regenerációs képessége, hosszabb, zavar-talan alvási-pihenési periódusra lehet szükség két repülés között. Az ilyen pszichés problémáknak maga az idősödő pilóta nincs tudatában, fiatalabb kollégák - ha jó a csapatszellem és a humán erőforrás együttműködés – jelezhetik az „abnormális” viselkedést és a megfigyelés-követés szükségességét, amely alapján a repülőorvosi hatóság pszichiáter szakorvosi konzultációt kérhet.

<sup>23</sup> TSANG P.S.: Reappraisal of ageing and pilot performance. International Journal of Aviation Psychology 1992; 2: 193-212. o.

<sup>24</sup> HARDY, D.J., PARASURAMAN R.: Cognition and flight performance in older pilots. Journal of Experimental Psychology 1997; 3: 313-348. o.

<sup>25</sup> Új-Zélandi Polgári Légügyi Hatóság kiadványa, 2010. március/április, <http://www.gliding.co.nz/sites/gliding.co.nz/images/documents/Training/The%20Ageing%20Pilot.pdf>, (2012. március 21.)

<sup>26</sup> Pelegrib, C., Maho, V., Amalberti, R.: Pilot age and training performance In: Proceedings of the 21st Conference of the European Association for Aviation Psychology. Brookfield, V.T.: Avebury Aviation, 1995.

## MOZGÁSSZERVEK

A repüléssel járó vibráció, hőmérsékleti szélsőségek, kényszeres ülő testtartás, katonai repülésben a szervezetre ható túlterhelések, esetleges katapultálás okozta traumák felgyorsítják a gerinc és az ízületek kopásos-elfajulásos betegségeit. 50-60 éves korban a fájdalom, mozgáskorlátozottság zavarhatja a kormányszervek működtetését, maga a (tartós) gyógyszeres kezelés is mellékhatásokkal jár, csökkentheti a repülési ambíciót. Különösen a vészhelyzeti eljárások során szükséges ízületi flexibilitás fenntartása fontos (futómű manuális kiengedése, fej fölötti kezelőszervek működtetése, körbetekintés fordulóban, stb.).

## REPÜLNI – DE MEDDIG?

### POLGÁRI REPÜLÉS

Az általános nyugdíjkorhatár megállapítása és attól bármilyen irányban történő eltérés napjainkban nagyon érzékeny politikai-társadalmi és szociális kérdés, miközben egy fokozottan balesetveszélyes közlekedési és honvédelmi ágazatban a speciális munkavégző képesség megállapítása és ezzel a professzionális karrier időbeli limitálása az egészségügyi és repülési szakhatóság kompetenciája, akiket elsősorban a repülésbiztonság fenntartása vezérel. Bár egyedi esetek – hirtelen szívhalál a pilótafülkében 55 éves kor alatt – elgondolkodtatóak lehetnek, az ICAO<sup>27</sup> 1978-ban készített ajánlása szerint az országok túlnyomó többsége polgári utasszállítógepeken a 60 éves életkort fogadta el a pilóták nyugdíjkorhatáraként, vagyis aktív repülőszolgálatot addig teljesíthetnek. Az 1996-ban megismételt felmérés szerint viszont jelentősen csökkent az életkori limethez ragaszkodók száma (csak az utasszállító gépeken maradt meg formálisan), helyette egyéb, sűrített repülőorvosi-operatív ellenőrzési programokat építenek be, illetve a szabályozás általános rugalmasságára tesznek javaslatot. Ez alapján az FAA is megkérdőjelezte a 60 éves kor önmagában mindent eldöntő relevanciáját.<sup>28</sup>

Hasonlóképpen a JAA európai szabályozása is már rugalmasabb megközelítést alkalmaz: 60-65 éves kor között utasszállító gépeken is engedi repülni a pilótát, feltéve, hogy a másodpilóta teljesen kiképzett, 60 évesnél fiatalabb (OML)<sup>29</sup>. A rizikó esetleges növekedését a terheléses EKG ismételt elvégzése ellensúlyozná, holott ennek negativitása nem jelenti teljes mértékben a kockázat kiküszöbölését. A légitársaságok, mint munkáltatók így rugalmasabban dönthetnek a nyugdíjazás kérdésében: például az Egyesült Királyságban mind a professzionális (kereskedelmi, nem utasszállító), mind a magán repülőgépes pilóták között találunk (bár csökkenő számban) 65-69, 70-74, sőt 75-79 éves korcsoportú aktív pilótát is, 178-an 80 évesnél idősebb korukban is repülnek magán és sportpilótaként. (Például ultrakönnyű repülőgépen, siklóernyő/motoros siklóernyő repülőként, ballonrepülésben.)

Az idősebb korosztályban a balesetek túlnyomó többsége emberi hibára vezethető vissza: kevesebbet repülnek, kisebb műszerezettséggel, rossz időjárási körülményeknek különösen kitéve ma-

<sup>27</sup> ICAO: International Civil Aviation Organization - Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet

<sup>28</sup> KAY E.J.: Age 60 Rule Research, Part IV: Experimental Evaluation of Pilot Performance

<http://www.faa.gov/library/reports/medical/oamtechreports/1990s/media/AM94-23.pdf> (2012. március 14.)

<sup>29</sup> OML: Only Multi-crew Limitation: csak többpilótás (ekipázs) rendszerben

gukat, eleve alacsonyabb szintű egészségügyi előírásoknak megfelelően: a halálos légibalesetek kb. 3,5 %-a részben vagy egészben a fizikai cselekvőképtelenségre vezethető vissza ebben a korcsoportban, ezek túlnyomó többségében a korfüggő szív-érrendszeri halálozás áll a háttérben.

## KATONAI REPÜLÉS

A nagyteljesítményű vadászgépek korszakában a harci-manőverező repülés a fiatal (legfeljebb középkorú, vezető pozícióban 40-45 éves korig terhelhető) korosztály privilégiuma marad: ezt a nagy fizikai megterhelés, a magas G-tűrőképességi követelmény, az érzékszervi elvárások maximuma indokolja. Ugyanakkor felismerték, hogy a szállítógép, kommunikációs-célravezető-korai riasztó funkciót ellátó „repülő harcálláspontokon” (pl. AWACS<sup>30</sup>) a feladatok széles spektruma idősebb, tapasztaltabb szakemberekkel is megoldható. Ugyanakkor nem valószínű, hogy – nemzeti karrier struktúra vagy nyugdíjrendszer függvényében – 55 évnél idősebb korban ez gyakori jelenségé válna.

Ugyanakkor számukra egyértelmű – a megszerzett tudásra, repülési tapasztalatra, projekciós (pszichológiai előrevetítési) képességre alapozott – perspektívát és foglalkoztatási lehetőséget kínál a pilóta nélküli (harci) repülőgépek U(C)AV<sup>31</sup> operátori beosztása: szimulátor közeli ergonómiai körülmények, melyek a hirtelen repülésélettani stresszt (oxigénhiány, túlterhelés, vibráció, zaj) egyértelműen kiküszöbölik. A látást-hallást segítő berendezések és számítógépes szimulációs berendezések a repülési események longitudinális követését, sőt anticipációját (előrejelzését és aktív befolyásolását) is lehetővé teszik (így az enyhe érzékszervi károsodások teljes mértékben ellensúlyozhatók). A repülési rutin, a vészhelyzetben korábban kidolgozott, kritikus helyzet menedzselésére szolgáló stratégiák eljárásmodok jól hasznosíthatók, csupán az irányítóközpont és az UAV tényleges távolságának függvényében egyfajta időkésleltetési periódust kell beiktatni (amíg a vészjelzés beér a központba illetve az elhárító reakcióra adott parancs visszaér a robotrepülőgéphez), vagy az UAV automatikus vészhelyzeti repertoárját kell a fedélzeti számítógép szoftverfejlesztésével megoldani. Minél több váratlan helyzetre minél szélesebb eszköz-skálával felkészíteni a fenyegetettség elhárítása és a cél leküzdése érdekében. Mindaddig, amíg az operátor agya (a reakcióidőt és az időkésleltetést is beleértve) hamarabb hoz helyes döntést, mint az UAV önállóan, addig az operátor katonai repülési tapasztalata nem nélkülözhető, kora pedig széles időtartományban nem elsődleges szempont. (Mivel az UAV rendszereinek működtetését többen végzik, a többszörös hirtelen cselekvőképtelenség kockázata elhanyagolható.)

## ÖSSZEFOGLALÁS

A repülésbiztonság fenntartásának követelménye a repülés mechanikai összetevőinek, procedurális-eljárási alrendszereinek és a humán tényezőnek a folyamatos elemzését követeli meg. A repülőgép-tervezés, gyártás és karbantartás hatalmas fejlődésének köszönhetően a mechanikai meghibásodás rizikója rendkívül alacsony szintre esett, ma a balesetek túlnyomó többségét (a legszélesebb értelemben vett) emberi hiba okozza: ennek csökkentése folyamatos cél

<sup>30</sup> AWACS: Airborne Warning and Control System: Légi Korai Előrejelző/Riasztó és Irányító Rendszer pl. E-3 Sentry

<sup>31</sup> U(C)AV: Unmanned (Combat) Air Vehicle: Pilóta nélküli (harci) Repülőeszköz

kell, hogy legyen. Ezen belül vizsgálni kell, hogy az életkor önmagában milyen mértékben járul hozzá a balesetekhez és ennek valamilyen jogi érvényű életkori korlátozása indokolt-e.

Az emberi hiba okozta légibalesetekben vezető szerepet játszik az ítélőképesség zavara, a figyelem funkció romlása és a kifáradás. Elméletileg ezek részjelenségei lehetnek a korfüggő mentális teljesítmény romlásnak is. Ezek alapján felvethető, hogy az idősebb pilóták magasabb arányban okoznak balesetet. Ugyanakkor egy FAA tanulmány megállapítja, hogy mind az általános (közforgalmi) repülésben, mind a magánrepülésben a legmagasabb incidens ráta a legfiatalabb pilóta korosztályokban fordul elő. A növekvő tapasztalat (és életkor) birtokában a balesetek gyakorisága alacsony állandó szintre esik, amely nem nő szignifikáns mértékben a 60. év betöltése után. (Külön az I. Egészségügyi Osztályba tartozó utasszállító gépek pilótáit vizsgálva hasonló a tendencia, még sokkal alacsonyabb baleseti ráta, abszolút esetszám mellett.)<sup>32</sup>

A mások baleseti ok a repülés alatti hirtelen cselekvőképtelenség kockázata, fizikai és/vagy mentális okok miatt. A fizikai cselekvőképtelenség leggyakoribb oka a gyomor-bélrendszer (rendszerint átmeneti) működészavara, **repülés alatt** a szív-érrendszeri történés még időskorban is ritka. E minimális rizikónak az értékelésére előbb 70, majd előrehozva 65 éves életkorban javasolt a terheléses EKG elvégzése. Ugyanakkor a mai Európai Unió JAA szabályozás is hangsúlyozza, hogy a fő védővonal a kétpilótás rendszer, a kontroll sikeres átvétele egészségügyi vészhelyzetben a másik pilóta által. A szimulátoros vészhelyzeti eljárások gyakorlásának köszönhető, hogy utoljára 1972-ben történt katasztrófa amiatt, hogy a pilóta koszorúér elzáródása a leszállásközben a gép irányíthatatlanságát okozta, mivel a másodpilóta nem volt képes a gép átvételére. A hangsúly azóta a cselekvőképtelenség felismerésén és a késedelem nélküli gépátvétel gyakorlásán van.<sup>33</sup> Ennek statisztikailag igazolható eredménye, hogy – miközben évente néhány alkalommal előfordul mellkasi fájdalom a szív koszorúerek vérellátási zavara miatt – utasok élete nem került veszélybe (immár 40 éve!). Vagyis a korral növekvő alacsony kockázati szintet teljes mértékben kompenzálja a kétpilótás képzési és működtetési rendszer.

Ilyen körülmények között – főleg a polgári repülésben – nehéz egyértelmű repülési korhatárt meghúzni, ha biztosítjuk, hogy a gyakoribb, alaposabb egészségügyi szűrővizsgálatokkal támasztjuk alá a pilóták repülési alkalmasságát, még magasabb életkorban is (egyúttal nem veszítjük el értékes repülési rutinjukat). Ennek ellenére a korhatár (még ha rugalmasabban is értelmezve) meg fog maradni: az utazóközönség aggodalma miatt (mely a repülés kapcsán magasabb szintűnek érzékeli a veszélyt, a tényleges statisztikai mutatók ellenére). Másrészt a nemzeti nyugdíjrendszer vagy a nagyvállalatok (légitársaságok) nyugdíjazási gyakorlata is szétválasztja az aktív „munkás” életet a visszavonult, passzív nyugdíjas létől. (A pilóták maguk sem biztos, hogy vállalják a 60 év fölötti szigorúbb, gyakoribb egészségügyi ellenőrzéseket!) Ezt is figyelembe véve 1998 óta megkétszereződött az Egyesült Királyságban a 60 évesnél idősebb professzionális pilóták száma, a Polgári Repülési Hatóság nyilvántartása szerint.

<sup>32</sup> KAY E.J.: Age 60 Rule (Aerospace Medical Association, Aviation Safety Committee, Civil Aviation Safety Subcommittee Position Paper), Aviation, Space and Environmental Medicine, 2004, 75: 708-713. o.  
[http://www.asma.org/.../position-paper-Age-60-rule\\_2004....](http://www.asma.org/.../position-paper-Age-60-rule_2004....) (2012. március 21.)

<sup>33</sup> CHAPMAN, P.J.C.: The consequences of in-flight incapacitation in civil aviation. Aviation, Space and Environmental Medicine, 1984, 55: 497-500. o.

Az utasszállító gépek pilótái számára az életkori limit megmarad. Magán-, kisépés és sport repülő kategóriában az elbírálás még rugalmasabb: amíg bármilyen fatális légibaleset **nem az időskorhoz köthető emberi hibából** alakult ki, repülésbiztonsági szempontból **nem okoz tömegkatasztrófát**, addig nem szigorítják az életkor felső határát. (Az Egyesült Királyságban a repülés közkedvelt szabadidős, sport és üzleti tevékenység, bármilyen szigorítás politikai következményekkel, az érintettek ellenállásával is járhat.)

A jövő demográfiai tendenciái, a népesség általános elöregedése, a technikai fejlődés, együtt érvényesülve az orvostudomány fejlődésével, a diagnosztikus lehetőségek bővülésével a repülési ágazat további dinamikus növekedését vetíti előre, az idősebb pilóta generációk tartós térnyerésével. Az erre vonatkozó egészségügyi alkalmassági vizsgálatok rendszere és a minősítési politika egésze – folyamatosan nyomon követve a repülésbiztonsági statisztika alakulását – jelentős átalakuláson mehet keresztül.

Fontos, hogy a pilóta maga is legyen tudatában annak, hogy bizonyos képességei, érzékszervi teljesítmény mutatói romolhatnak, ezért vállalja a gyakoribb, részletesebb repülőorvosi ellenőrzést. Ennek betartásával a repülési alkalmasság egészségügyi ok miatti elvesztésére későbbi életkorban kerülhet sor, ha már a kétpilótás rendszerben, az orvosi terápiás eszköztár kihasználása mellett, korlátozások bevezetésével sem adható ki a szakszolgálati engedélyük. Számukra a pilóta nélküli, távirányított repülőeszközök operatív irányításában való részvétel jelenthet életkorhoz illeszkedő kihívást, melyhez a felhalmozott repülési-harci tapasztalat, a rögzült repülési képességek alkalmazása nélkülözhetetlen. Az erre vonatkozó egészségügyi követelmények kidolgozása mind a polgári repülés területén <sup>34</sup>, mind katonai területen a NATO U(C)AV operátorok különböző kategóriái részére Egységes Védelmi Előírás kidolgozásával folyamatban van. <sup>35</sup>

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ALDINGER, C., DUNHAM, W.: Possible heart attack cited in U.S. Afghan crash WASHINGTON, July 3 (Reuters), <http://www.afghanistannewscenter.com/news/2003/july/jul42003.html>, letöltve 2008. március 13.
- [2] BESCO R.O., SANGAL S.P., NESTHUIS T.E.: A longevity and survival analysis for a cohort of retired airline pilots. Final Report. Washington, DC: Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine, 1995.
- [3] BOOZE C.F.: Sudden in-flight incapacitation in general aviation. Aviation, Space and Environmental Medicine 1989; 60: 332.-335. o.
- [4] CHAPMAN, P.J.C.: The consequences of in-flight incapacitation in civil aviation. Aviation, Space and Environmental Medicine, 1984, 55: 497-500. o.
- [5] COOKE, J: Chapter „The ageing pilot” in Ernsting’s Aviation Medicine. Ed.: D.J. Rainford, D.P. Gradwell Hodder Arnold 4. Kiadás, 2006, 785. o.
- [6] CULLEN, S.A., DRYSDALE, H.C., MAYES, R.W.: Role of medical factors in 1000 fatal aviation accidents: case note study, British Medical Journal 1997; 314:1592,
- [7] DOWNS J.R., CLEARFIELD M., TYROLER H.A., WHITNEY E.J., KRUYER W. et al: Air Force/Texas Coronary Atherosclerosis Prevention Study (AFCAPS/TEXCAPS): Additional perspectives on tolerability of long-term treatment with lovastatin. Am J Cardiol. 2001 May 1;87(9):1074-9.
- [8] ERNSTING, J. (Ed.): Aviation Medicine Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000, 3. Kiadás, 223-224 o.

<sup>34</sup> WILLIAMS, K.W.: Unmanned Aircraft Pilot Medical Certification Requirements, Civil Aerospace Medical Institute Federal Aviation Administration Oklahoma City, OK 73125 February 2007 Final Report

<sup>35</sup> STANAG (Standardization Agreement) 7192, Study draft 4: 7192. Egységes Védelmi Előírás, 4. Tanulmányvázlat. <https://nsa.nato.org>. (unclassified)

- 
- [9] GRÓSZ, A.: A katonai repülő-hajózó állomány vizuális munkavégzőképességének mérési tapasztalatai. Kandidátusi értekezés, 1991, Budapest. p.7.
  - [10] GRÓSZ, A., SZABÓ, S. A., TÓTKA, Zs., TÓTH, E., VÁMOSI, Z., KADA, S.: Diagnostic and Therapeutic Possibilities in Cardiovascular Risk Management of Flight Personnel. International Conference on Aerospace Medicine and 1<sup>st</sup> Annual International Forum on Disaster Medicine . Kassa, 2004. június 15-18.
  - [11] HARDY, D.J., PARASURAMAN R.: Cognition and flight performance in older pilots. Journal of Experimental Psychology 1997; 3: 313-348. o.
  - [12] JOY, M.: Cardiological aspects of aviation safety – the new European perspective. European Heart Journal., 1992., 13., Supplementum. H , 21-26. o.
  - [13] [13] KAY E.J.: *Age 60 Rule* (Aerospace Medical Association, Aviation Safety Committee, Civil Aviation Safety Subcommittee Position Paper), Aviation, Space and Environmental Medicine, 2004, 75: 708-713. o.
  - [14] [http://www.asma.org/.../position-paper-Age-60-rule\\_2004](http://www.asma.org/.../position-paper-Age-60-rule_2004). letöltve 2012. március 21-én
  - [15] PELEGRI, C., MAHO, V., AMALBERTI, R.: Pilot age and training performance In: Proceedings of the 21st Conference of the European Association for Aviation Psychology. Brookfield, V.T.: Avebury Aviation, 1995.
  - [16] RAINFORD, D.J , GRADWELL D.P. Ernsting's Aviation Medicine. Ed.: Hodder Arnold 4. Kiadás, 2006
  - [17] STRONG, J et al.: Prevalence and Extent of Atherosclerosis in Adolescents and Young Adults. JAMA. 1999; 281: 727-735. o.
  - [18] TANEJA, N., WIEGMANN, D.A. : Prevalence of Cardiovascular Abnormalities in Pilots Involved in Fatal General Aviation Airplane Accidents . Aviat Space Environ Med 2002. 73. 1025-30. o.
  - [19] TSANG P.S.: Reappraisal of ageing and pilot performance. International Journal of Aviation Psychology 1992; 2: 193-212. o.
  - [20] TUNSTALL-PEDOE, H.: Cardiovascular risk and risk factors in the context of aircrew certification. European Heart Journal 1992; 13. , Supplementum H, 16-20. o.
  - [21] WILLIAMS, K.W.: Unmanned Aircraft Pilot Medical Certification Requirements, Civil Aerospace Medical Institute Federal Aviation Administration Oklahoma City, OK 73125 February 2007 Final Report <http://www.gliding.co.nz/sites/gliding.co.nz/images/documents/Training/TheAgeingPilot.pdf>, letöltve 2012. március 21-én
  - [22] Research and Technological Organization: Kutatási és Technológia Szervezet: RTO-TR-014 : Medication for Military Aircrew: Current Use, Issues, and Strategies for Expanded Options. RTO-TR-014 , AC / 323 (HFM-014) TP / 14, ISBN 92-837-1063-0, the RTO Human Factors and Medicine Panel, 2001 június
  - [23] <https://nsa.nato.org>. (unclassified)
  - [24] [http://www.asma.org/.../position-paper-Age-60-rule\\_2004](http://www.asma.org/.../position-paper-Age-60-rule_2004).