

Dr. Remes Péter*

Balaton, a pszichés teljesítmény mérésére alkalmas készülék **I. rész**

A MŰSZER LÉTREJÖTTÉNEK KÖRÜLMÉNYEI

Az űrkutatók a hidegháború éveiben – nyugaton és keleten is – „szigorúan titkos” és „titkos” minősítésű témákon dolgoztak. A civil világ a katonailag minősített tudományos kutatásoknak csak melléktermékeivel ismerkedhetett meg. A versengés nemcsak az űrűvegverek kifejlesztése terén zajlott, hanem az űrrepülések kedvezőtlen élettani hatásainak megismerése terén is. 1966-ban a szocialista országok (hasonlóan a NATO országokhoz) a világűr kutatására vonatkozó szabályzatot fogadtak el, és részletesen kidolgozták az űr kutatás titkosságának megőrzésére irányuló szigorú előírásait, amelyek az űr élettani kutatásokra is kiterjedtek. A kutatásokról csak a hivatalos névjegyzékben szereplő közvetlenül érdekelt tudhattak, akik a dokumentációikat a titkos ügyviteli szabályzat szerint voltak kötelesek kezelni. Egyes űr élettani kutatási eredményeket nem volt szabad publikálni, azokról csak zártkörű konferenciákon és munkaértekezleteken számolhattak be. A tudományos kutatómunkával kapcsolatos információcseré-

nyugaton az USAF, a NATO és a NASA, keleten pedig a Varsói Szerződés, valamint az Interkozmosz repülő- és űrorvosi, illetve űr élettani szimpóziумain és munkaértekezletein, zárt körben zajlott. Időnként a nyugat és a kelet szakemberei jól kontrollált viszonyok között találkozhattak egymással az IAF és a IUPS fórumain. A titkosszolgálatok ügyeltek arra, hogy ilyenkor csak célzott információ-cserére kerülhessen sor. Magyarországon jól szervezett cenzori szolgálat működött az űr élettani kutatások publikálása területén. Ennek megfelelően az információ-feldolgozó képességre (IFK) vonatkozó kutatások is csak részlegesen kerülhettek nyilvánosságra.

A hidegháború éveiben a repülés és az űrrepülés rohamos fejlődése következtében az ember-gép rendszer gyenge pontjává a pilóta vált. A katonai repülés és a katonai űrrepülés egyes szakaszain a testi és lelki terhelés meghaladta az emberi teljesítő képesség határait. Az alábbiakban példaként ismertetendő katasztrófa-statisztikák és rendkívüli események rámutatnak a hidegháború éveiben kialakult helyzet súlyosságára.

1. ábra. A Tisza árterére, az előtött szolnoki Szandai rétre zuhant MiG-15-ös



ÖSSZEFOGLALÁS: A magyar űrkutatók által kifejlesztett, a szellemi munkavégző képesség mérésére szolgáló módszer és műszer sikerrel működött az Salyut-6 és Salyut-7 fedélzetén. Segítségével a magyar kutatóknak a világon először sikerült lemérni az űrállomások fedélzetén, hogy az űrhajósok információ-feldolgozó képessége a súlytalanságban csökken.

KULCSSZAVAK: szellemi munkavégző képesség, információ-feldolgozó képesség (IFK), bitsebesség, űr élettudományok, pszichés teljesítmény

ABSTRACT: The method and instrument for measuring psychic performance, developed by Hungarian space researchers, had been used successfully on the board of Salyut-6 and Salyut-7. With the help of this instrument, for the first time in the world, Hungarian researchers had become able to measure the decrease of astronauts' information processing ability on the space station board in weightlessness.

KEY WORDS: psychic performance, Information Processing Ability (IPA), bit-speed, Space Life Sciences, psychic power

* Dr. Remes Péter ny. orvos ezredes, c. egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Repülő- és Űrorvosi Tanszék. www.drremes.hu. ORCID: 0000-0003-1715-1705. University of Szeged Faculty of General Medicine Department of Aviation and Space Medicine



A KATONAI REPÜLÉS KATASZTRÓFÁI MEGOLDÁST SÜRGETTEK

A Magyar Néphadsereg hadrendjében álló (MiG-15, -17, -19 és -21 típusú) repülőgépei közül összesen 114 db semmisült meg az 1951–1996 közötti években és ezzel kapcsolatban 74 magyar hajózó halt repülőhalált, míg 56 pilóta sikeresen katapultált. A NATO még rosszabb statisztikával rendelkezett.

A kedvezőtlen baleseti statisztika miatt joggal merült fel a kérdés, hogy miért ilyen gyakoriak a katasztrófák? A gépek irányítása meghaladja-e a hajózók információ feldolgozó képességeinek határait?



2. ábra. Az 1989. március 14-én lezuhant MiG-21-es

A KATONAI ŪRREPÜLÉS RENDKÍVŪLI ESEMÉNYEI FELHÍVták A FIGYELMET A SZEMÉLYI TÉNYEZŐ SZEREPÉRE

Az 1960-as és 1970-es években a sorozatos rendkívüli események között még parancsmegtagadás is előfordult. A katonai ūrrepülések történetében először W. Schirra szegült szembe a földi irányítással. 1968-ban, az Apollo-7 parancsnokaként a földi irányítás legnagyobb megrökönyödésére nyíltan és határozottan „függetlenítette” magát. Amikor a földi irányítás egy feladatot akart vele elvégeztetni, kifejtette, hogy „utálja” ezeket a dolgokat és „szemeteknek” titulálta a földieket. Komoly riadalmat keltett, amikor kijelentette, hogy „elegendem van, mostantól fogva én leszek a repülés-irányító, nem megyek bele semmi új játékba”. Önkényesen megváltoztatta a gyógyszerelési utasításokat is, és nem volt hajlandó a sisakban való leszállásra sem, ahogy azt a szabályzat előírta volna. Belegondolni is rossz, ha ezt az ellenszegülést egy atombombával megrakott ūrhajó parancsnokaként követte volna el.

Itt is felmerült a kérdés, hogyan juthat el egy jól felkészített pilóta a parancsmegtagadásig? Milyen törvényszerűségek szabályozzák az operátori tevékenység megbízhatóságát?

Egy másik esetben, 1976-ban a katonai rendeltetésű Szaljut-5 ūrállomás (valójában egy Almaz osztályú ūrbe telepített harcálláspont) fedélzetén B. Volinov ūrhajóparancsnok és V. Zsolobov fedélzeti mérnök teljesített szolgálatot, amikor váratlanul lekapcsolódott a világítás, majd

1. táblázat. A magyar vadászpilóta-veszteségek gyakorisága

Évszám	Géptípus	Megsemmisült gépek száma	Repülőhalált halt hajózók száma	Sikeresen katapultált hajózók száma
1951–1968	MiG-15	35	39	4
1955-től	MiG-17 PF	1	1	–
1955-től	MiG-17 F	1	–	–
1960–1973	MiG-19 PM	3	2	1
1973–1996	MiG-21 F-13	29	14	15
	MiG-21 PF	7	2	5
	MiG-21 MF	9	3	6
	MiG-21 bisz-75A	7	–	7
	MiG-21 bisz-75AP	13	3	10
	MiG-21 U, és UM	9	10	8
	MiG-21 összesen	74 db (25%)	32	51

2. táblázat. Három NATO-oroszág veszteségeinek gyakorisága

Évszám	Géptípus	Rendszeresített gépek száma	Veszteség
Luftwaffe 1960-tól	F-104 F, F-104 G, TF-104 G és F/RF-104 G Starfighter „özvegycsináló”	915 db	30% 270 gép összesen 2 gép/havonta 139 gép/100 000 repült óra
Kanadai légierő	CF-104	200 db	25% 50 db
Norvég légierő	CF-104	n.a.	6 gép/56 000 repült óra 10 gép/100 000 repült óra



3. ábra. 1975. május 15-én egy MiG-21F-13 típusú gép katasztrófája

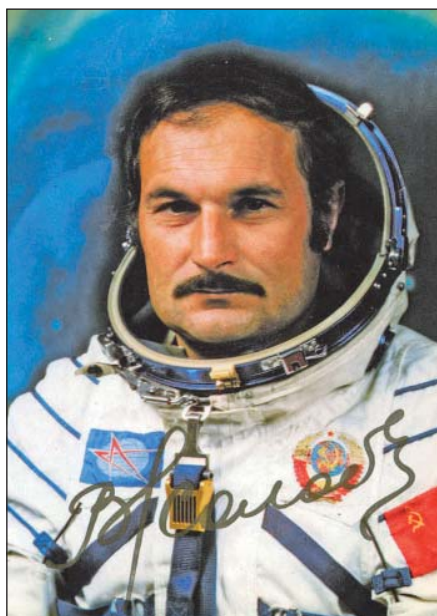
leálltak a fedélzeti rendszerek is, és az űrhajósok életveszélybe kerültek.

Nagy nehézségek árán, lépésről lépésre sikerült visszaállítaniuk a rendszereket és két óra múlva az űrállomás életre kelt.

V. Zsolobov fedélzeti mérnöknél a stressz nem múlt el nyomtalanul. „A stressz következtében Vitalijnál (V. Zsolobovnál) semmilyen gyógyszerre nem szűnő, befolyásolhatatlan, erős fejfájás kezdődött. Megtagadta a futószőnyegedzéseket, inkább csak relaxált állapotban úszkált a fedélzeten. Kettőnk helyett kellett dolgoznom” – emlékezett társa. A gyors állapotromlás miatt, a 60 naposra tervezett űrutazást a 42. napon meg kellett szakítani. Ekkor már V. Zsolobov olyan rossz állapotban volt, hogy a szakfanderejét sem tudta felvenni. B. Volinov öltöztette fel, és kötözte be az ülésbe a mély stuporozus állapotban lévő űrhajóst.

B. Volinov űrhajóparancsnok kénytelen volt egyedül, a fedélzeti mérnök segítségével nélkül hozzálátni a leszálláshoz. A földet érés nem sikerült. Az ejtőernyőn lóbálkozó űrhajó éppen a legnagyobb kilengésében volt, amikor a puha leszállást biztosító földközeli fékező rakéták működésbe léptek, ezért azok az űrhajót nem fékeztek le, hanem odébb

4. ábra. B. Volinov a Szaljut-5 parancsnoka



5. ábra. V. Zsolobov a Szaljut-5 fedélzeti mérnöke

lódították. Az űrhajó az élével csapódott a fölhoz, majd 8 méterre visszapattant, és az oldalán csúszva állt meg. A kemény földet érés miatt V. Zsolobov szakfanderejisakja beszorult, és a feje is megsérült. Az első kiszabadítási kísérletet az elektromos vezetékek rövidzárlata és szikrázása miatt félbe kellett szakítani. Csak a második kísérletre sikerült V. Zsolobovot kihúzni az ülésből. Az űrhajósoknak jártányi erejük sem volt, szinte magatehetetlenül feküdtek a leszállóegység mellett a fűben. „Eljött az idő, amikor úgy éreztem, hogy mi már nem élünk, erre nagyon jól emlékszem, ez nem félelem volt, hanem egy abszolút közömböség, csak arra gondoltam, hogyan hagyhattam ott az enyéimet a földön?” – mondta később V. Zsolobov.

Ez az eset az űrrepülés megoldatlan pszichológiai problémáira hívta fel a figyelmet. Újra és újra felmerült a kérdés, hogy milyen hatásai vannak az űrrepülés stressz tényezőinek az űrhajósok szellemi munkavégző képességére, hogyan lehet lemérni az emocionális feszültség szintjét, hogyan alakult ki a hajózók rezerv nélküli állapota? Biofeedback technika segítségével befolyásolni lehet-e az emocionális feszültség szintjét, illetve az információ-feldolgozó képesség, az emocionális feszültségszint és a rezerv nélküli állapot mérésével távol lehet-e tartani a repüléstől az alkalmatlan jelölteket?

6. ábra. A biofeedback technika segítségével befolyásolni lehet az emocionális feszültség szintjét



ÚRÉLETTUDOMÁNYI KUTATÁSOK A VARSÓI SZERZŐDÉS TAGÁLLAMAIBAN

A rendkívüli események és katasztrófák magas száma megoldást sürgetett. Ezekben az években a Varsói Szerződés (VSz) Politikai Tanácsadó Testülete felügyelte a tagállamok valamennyi politikai, gazdasági és kulturális szervét, Katonai Tanácsa és a Honvédelmi Miniszterek Bizottsága pedig a szerződő feleknek beleszólási jogot biztosított a katonapolitikai kérdésekbe. A VSz Egyesített Fegyveres Erőinek Főparancsnoksága a tagállamok Vezérkari Főnöksége alárendeltségében lévő egészségügyi szolgálatfőnökei keresztül felügyelte az orvos-biológiai kutatásokat. Az egészségügyi szolgálatfőnökök rendszeresen találkoztak az úgynevezett koordinációs értekezleteken, ahol meghallgatták a beszámolókat, megvitaták az elért kutatási eredményeket és elfogadták a következő öt évre szóló munkatervet. Tíz szekcióban folytak a tanácskozások, az úrélettudományi kutatásokkal a IX. repülőorvosi szekció foglalkozott. A honvédorvosok ennek megfelelően nemzetközi kooperációban végezték úrélettudományi kutatásait. A VSz titkos probléma-katalógusában a *Покой* (Pokoj: nyugalom) fedőnevű fejezet „A hajózó tevékenység pszichofiziológiai és higiénés sajátosságainak tanulmányozása, a repülés előtti és alatti munkaképesség dinamikus megfigyelésére alkalmas orvosi kontroll effektusának növelése céljából” című 4. témán belül, a magyar fél elvégezte a pilóták szellemi munkavégző képességének vizsgálatát. Megvizsgálta reális repülések előtt és után a hajózó állomány munkavégző képességét. IFK méréseket és longitudinális EKG-vizsgálatokat végzett reális repülések alatt, felmérte a hajózók emocionális feszültség szintjét és pszichés rezerveiket.

Az *Аккредитив* (Akregyitív: hitellevél) fedőnevű fejezet „A katonai szakemberek pszichofiziológiai kiválogatása” című 6. témán belül a magyar fél a prognosztikai modell kifejlesztésével és kipróbálásával foglalkozott.

A 7. téma koordinálását a Magyar Népköztársaság végezte, részt vettek benne a bolgár, német, lengyel, szovjet, csehszlovák és román kutatók. A Medicorral együttműködésben létrehozták és kipróbálták a KTD-1, KTD-8, KTD-11 készüléksaladót, kidolgozták a készülék műszaki-harcászati követelményeit, és rendszerbe állították a VSz-tagállamok hadseregei számára. Kidolgozták a Balaton-Psychocalculator készüléksaladót.

A kutatások eredményeiről a VSz szimpóziუმain és munkaértekezletein az Interkozmosz Kozmikus Orvos-biológiai Állandó Munkacsoportjának ülésein, valamint a rájuk vonatkozó mértékben a MN honvédorvosai részére tartott továbbképzéseken számoltak be. Jelentéseiket a VSz tagállamoknak rendszeresen megküldték, illetőleg viszonszági alapon tőlük is rendszeresen megkapták.

AZ INFORMÁCIÓ-FELDOLGOZÁS MÉRÉSÉNEK ELMÉLETI KIDOLGOZÁSA

A kérdés tanulmányozására szolgáló magyar repülő- és űrorvosi kutatások 1972-ben kezdődtek. Információelméleti megfontolások alapján a pilóta-repülőgép rendszer működése a rendszerbe jutó, meghatározott tartalommal rendelkező információ-áramlással jellemezhető. A szignál adása és válaszreakciók lemérése alapján meghatározható a rendszerben folyó információ-feldolgozás terjedelme, sebessége és áteresztőképessége. Shannon összefüggése alapján kiszámítható, hogy négyválasztásos fény-szignál rendszer alkalmazása esetén, minden (egyenlő valószínűséggel, de véletlenszerű sorrendben adagolt) fény-

felvillanással 2 bit információ feldolgozására készíthető a vizsgálati személy.

$$I = - \sum P_i \log_2 P_i,$$

ahol I = a feldolgozott információ mennyisége, P_i = az egyes szignál megjelenésének valószínűsége, amely az általa használt négyválasztásos rendszerben 0,25 értéket vesz fel.

$$I = \sum (0,25 \log_2 0,25) = 4(0,25 \log_2 0,25) = 2 \text{ bit}.$$

Egy optimalizált mérési ciklus alatt 16 esetben vizsgálható meg a kapott 2 bit információ-mennyiség feldolgozása, fel nem dolgozása, vagy hibás feldolgozása. 16 hibátlan reakció esetén 16-szor 2 bit feldolgozása történik meg, tehát a feldolgozott információ-mennyiség átlaga is 2 bit lesz. Az így meghatározott 2 bit információ-mennyiség csak hibátlan reakció esetén érvényes. Reakció hiánya az adagolt 2 bit információ-mennyiség észlelésének, feldolgozásának, vagy a válaszadás zavarát jelzi. Ép szenzomotoros státusz esetén a 2 bit fel nem dolgozást jelenti. Hibás reakció az adagolt 2 bit információ-mennyiség rossz feldolgozását, vagy a rossz választást jelenti. Az alábbi számítás alapján meghatározható, hogy hiba esetén mennyire csökken az átvitt információ mennyisége. A reakció hiánya, a hibás reakciók és azok elhelyezkedése, valamint a helyes reakciók, azok elhelyezkedése és ismétlődése Wentzell mátrix módszerrel határozható meg.

$$I = \sum P_s \log_2 P_s + \sum P_r \log_2 P_r - \sum P_{sr} \log_2 P_{sr} \text{ alapján,}$$

ahol

P_s = az s_1, s_2, s_3, s_4 szignálok megjelenésének valószínűsége,

P_r = az r_1, r_2, r_3, r_4 reakciók valószínűsége,

P_{sr} = az sr_1, sr_2, sr_3, sr_4 szignál és reakciókapcsolatok realizált variánsainak valószínűsége.

Kiszámítható, hogy az első hibás reakció egyazon helyen 0,22 bit átvitelét jelenti, a második hibás reakció egyazon helyen 0,11 bit; a harmadik 0,08 bit; a negyedik 0,05 bit; az ötödik pedig 0,04 bit információ átvitelét jelenti. Lemérve a vizsgálati személy egyszerű szenzomotoros reakcióidejét, majd az összetett (négyválasztásos) reakcióidejét, a kettő különbségéből meghatározható a választási idő. A feldolgozott információ-mennyiség és a választási idő hányadosa a bitsebesség. R bitsebesség tehát a lemért bitszám és a választási idő hányadosa.

$$R = I \text{ bit} / \text{választási idő sec} = R \text{ bit/sec.}$$

Az információ-feldolgozó képesség (IFK) az úgynevezett C = bitkapacitással is jellemezhető.

$$C = R \cdot I / \log_2 N,$$

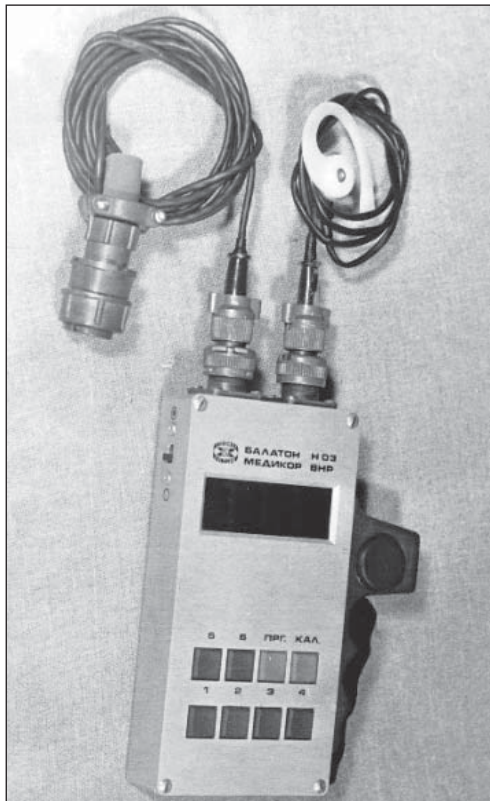
ahol N = a választható szignálok száma.

Hibátlan reakciók esetén, négyválasztásos rendszerben,

$$C = (R \cdot 2) / 2, \text{ vagyis } C = R,$$

tehát a bitkapacitás egyenlő a bitsebességgel. Hibázás esetén, annak súlyossága szerint C csökken.

Hick és Hyman törvényének megfelelően megállapítható, hogy az információ mennyisége és a reakcióidő között lineáris összefüggés áll fenn, mennél több a bitmennyiség, annál nagyobb a reakcióidő is. Az összefüggést koordináta rendszerben szemléltetve egy emelkedő görbe ábrázolódik. Gyakorlással a reakcióidő csökkenése érhető el, ilyenkor a görbe mindinkább a vízszinteshez közeledik. Az IFK a feladat bonyolultságától, valamint a szignál és a reakció lehető legjobb egybeesésétől is függ, ami rámutat a repülőgép műszerei (szignál) és vezérlőszervei (reakció) optimális kialakításának fontosságára.



7. ábra. Az eredeti Balaton készülék a robusztus fedélzeti csatlakozókkal

A BALATON KÉSZÜLÉK

1975-ben a kecskeméti Repülőorvosi Vizsgáló és Kutatóintézet (ROVKI), illetve a Medicor Művek Kutató és Fejlesztő Intézete együttműködési szerződést kötött egy speciális repülőorvosi igények kielégítéséhez szükséges készülék fejlesztésével kapcsolatban. A ROVKI-ban hamarosan elvégezték a szükséges vizsgálatokat, illetve kidolgozták az IFK vizsgálatára alkalmas műszerrel kapcsolatos találmányi bejelentés elméleti alapjait és annak gyakorlati vonatkozásait. A készülék először Magyarországon, később az Egyesült Államokban is szabadalmi oltalmat kapott. A repülő- és űrorvosi specifikáció alapján a Medicor Művekben el is készült először Reflex néven az IFK mérésére szolgáló műszer, amely galvanikus bőrellenállás (GBR) meghatározására alkalmas mérőegységet is tartalmazott. Relax néven pedig a komplex táskadiagnosztikai készülékbe (KTD 11F) építették be. Az IFK mérőműszernek a Medicor 1976-ban a Balaton nevet adta.

Ez a műszer az akkori – nagy méretű, elektroncsöves és tranzistoros – orvosi műszerek világában csúcstechnikának számító kis méretű, mikroprocesszoros készülék volt. A 420 gramm tömegű, könnyen kezelhető eszköz három részből állt, reakcióidő-mérőt, pulzusszámlálót és galvanikus bőrellenállás (GBR) -mérőt is tartalmazott. A programozható mikroprocesszor számos vizsgálati metodikát tartalmazott és képes volt a vizsgálati eredmények kiszámolására is. Akkoriban a programvezérelt orvosi vizsgálati metodika és a valós idejű (real time) adatfeldolgozás is orvostechnikai újdonságnak számított. Hanggenerátora egy fülhallgatóban hallható, véletlenszerűen előállított magas és mély hangokat tudott előállítani, ezáltal az IFK mérése közben hangzavarást is lehetett alkalmazni. A vizsgált személynek az IFK meghatározása közben össze kellett szá-

molnia, hogy hány darab magas, illetőleg hány darab mély hangot hallott. Ilyen módon a figyelemmegosztás közben a rezerv nélküli állapottal arányos módon nőtt a hibázások száma, csökkent a bitsebesség, és a feldolgozott információ mennyisége. Az aktuálisan mért pulzusszámmal a fülhallgatóban hallható hangot modulálni is lehetett, így biofeedback és relaxációs vizsgálatok végzésére is alkalmas volt, illetőleg autogén tréningre is lehetett használni.

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- Remes P. – Hideg J. – Bognár L.: Psychophysiologische methoden zur messung des dienst fahigkeit des flugzeugfuhrers. XX. VSZ Munkaülés. Drezda, 1985;
- Remes P. – Pozsgai A. – Hideg J. – Lehoczky L. – Kiszely I.: 24 hours observation of pilots cardial satatus by Holter method. MN Repülőorvosi Vizsgáló és Kutató Intézet Tudományos Közleményei. Repülőorvosi Archívum Kecskemét, 1989;
- Remes P. – Pozsgai A. – Hideg J. – Kiszely I. – Lehoczky L.: Examination of the effect of G-load on cardiovascular system by Holter method. IUPS. Gravitational Physiology. Lyon, France. 1989. MN Repülőorvosi Vizsgáló és Kutató Intézet Tudományos Közleményei. Kecskemét, 1989;
- Együttműködési szerződés egyrészről a Medicor Művek Kutató és Fejlesztő Intézet, másrészről a MN Repülőorvosi Vizsgáló és Kutató Intézet között. Repülőorvosi Archívum Kecskemét, RAK 1975 04 16.;
- Remes P.: Jelentés és találmányi javaslat az információ feldolgozó képesség vizsgálatára alkalmas műszerrel kapcsolatban. Repülőorvosi Archívum Kecskemét, RAK 1975 04 16.;
- Eljárás cortikális információ feldolgozási képesség meghatározására választásos reakcióméréssel és berendezés ennek fogantatására. Országos Találmányi Hivatal. Szabadalmi okirat. Repülőorvosi Archívum Kecskemét, RAK 1978 09 15.;
- Eljárás és berendezés az aktuális pszichofizikai állapot komplex vizsgálatára. Danubia Szabadalmi Iroda. Közzétételi példány. Repülőorvosi Archívum Kecskemét, RAK 1983 06 15.;
- Hideg J. – Bognár L. – Remes P. – Kozarenko O. – Miasnikov V. I. – Ponomareva, I. P.: Psychophysiological performance examination onboard the orbital complex Salyut-Soyuz. International Astronautical Congress. Paris. 1982. In L. G. Napolitano: Space 2000. Published by American Institute of Aeronautics and Astronautics New York. 1982.;
- Remes P. – Hideg J. – Bognár L. et al.: Changes in information processing ability (IPA), EEG, EOG using passive orthostatic and antiorthostatic test. Hungarian Academy of Sciences, Intercosmos Council, Budapest, Hungary. NASA. 84A24347# Issue 9, Page 1293;
- Remes P. – Hideg J. – Bognár L. – Lehoczki L. – Pozsgai A. – Sidó Z.: Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Leistungsfahigkeit des Menchen für die Zwecke der Luftfahrtmedizinischen Begutachtung. Zeitschrift für Militar Medizin. 24. Jahrgang, October, 1983. p. 236–237.;
- Grósz A.: A katonai repülő-hajózó állomány vizuális munkavégző képességének mérési tapasztalatai. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1991.

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)