Zrínyi Miklós
Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Doktori Iskola

Akusztikus rhinometria alkalmazása az alkalmassági vizsgálatok során

Ph.D értekezés

Készítette: dr. Medveczki Zoltán o. őrnagy

Témavezető: Dr. Zsiros Lajos Ph.D. o. ezredes

Budapest, 2008

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés **3**
1. 1 A téma aktualitása, a témaválasztás indoklása 3
1. 2 Kutatói hipotézisek, módszerek, a kutatás főbb célkitűzései 5

2. A gátolt orrlégzés katonaegészségügyi vonatkozásai **8**
2. 1 A gátolt orrlégzés kialakulását elősegítő okok az állománynál 11
2. 2 A gátolt orrlégzést súlyosbító tényezők a szolgálat teljesítése során 15
2. 3 Akusztikus rhinometria, mint új objektív eljárás az orrdiagnosztikában a nemzetközi és hazai szakirodalom tükrében - 19
2. 3. 1 Az orrlégzés mérési módszerei 19
2. 3. 2 Akusztikus tükröződések 25
2. 3. 3 Akusztikus rhinometria. Az akusztikus visszaverődési technika az orrüregben 30
2. 3. 4 Akusztikus rhinometria alkalmazása rhinitisben 35
2. 3. 5 Az akusztikus rhinometria alkalmazásának eredményei 38

3. Személyek és módszer 41
3. 1 A legkisebb keresztmetszeti területek meghatározása 44
3. 2. A funkcionális faktor meghatározása 44
3. 3 Az orrüregek anatómiai (organikus) elváltozásainak felmérése 46
3. 4 A vizsgálat irányelvei 47
3. 5 A vizsgálatba bevont személyi állomány 47
3. 6 Az orrnyálkahártyán lejátszódó változások hypobarikus- hypoxiás és hyperoxiás körülmények között, valamint ezek hatása a repülő-hajózó személyzet munkavégzésére (1. klinikai kísérlet) 48
3. 7 Akusztikus rhinometria alkalmazása az orrdugulás elkülönítő diagnosztikájában a katonai alkalmasság szempontjából (2. klinikai kísérlet) 53

4. Vizsgálati eredmények 55

5. Megbeszélés **95**

Összegzett következtetések **98**

Elért eredmények 100
Javaslatok, ajánlások 101
További kutatást igénylő területek 102
Hivatkozott irodalom 105
Ábrák jegyzéke 113
Táblázatok jegyzéke 114
A szerző publikációs jegyzéke 115

1. Bevezetés

1. 1 A téma aktualitása, a témaválasztás indoklása

Az elmúlt tizenöt évben végbement jól ismert történelmi, hadtörténelmi események és technikai változások, mint például a bipoláris világrend felbomlása, a NATO szervezetének kibővítése, a terrorfenyegetettség világméretűvé válása, a számítástechnika és a digitalizáció egyre nagyobb mértékű elterjedése, a betegségek és járványok megszokottól eltérő eloszlása és megjelenése új feladatok elé állította a világ katonai erőit.

Amikor 1999-ben hazánk tagja lett a NATO-nak nem egyszerűen az egyik oldalról a másikra való átállás történt, hiszen a fenti események hatására a NATO katonai doktrínái is változóban vannak. A jelenlegi folyamatok alapján a hadseregek fő tevékenységének a válságkezelést, a béke kikényszerítést, a békefenntartást tekintik. A NATO nemzetközi feladataiban való jelentős részvétel rendkívüli fizikai, illetve pszichés igénybevételt jelent a katonai állomány részére. E szerepvállalás teljesítése elengedhetetlenné teszi az állomány gondos és biztonságos kiválasztását és részletesebb egészségi alkalmassági vizsgálatát. Csak az egészséges katona képes tartósan a maximumon teljesíteni. Az egészség hadműveleti szempontból fizikai, pszichikai és szociális hátráltató tényezők nélküli szolgálatképességet jelent. A katonai egészségügy feladata, hogy a személy egészségügyi szempontból való hadrafoghatóságát biztosítsa. [1]

Extrém körülmények között: harci terepen, városi harcban, szélsőséges klimatikai viszonyok esetében, fokozott fizikai és pszichés igénybevétel hatására az arra hajlamos személyeknél megnövekszik a nem várt légúti rendellenességek előfordulásának kockázata. Szolgálati körülmények között, illetve harci bevetés alatt ezen történések nem csak a katona túlélőképességét határozhatják meg, de komoly következményekkel járhatnak a katonai és a harci feladat teljesítése szempontjából is. A légúti betegségek nagy része közvetve vagy közvetlenül az orrlégzés zavarára vezethető vissza. Annak érdekében, hogy a feladatát teljesítő állománynál minél kevesebb legyen a rendellenes orrlégzésből eredő egészségügyi kockázat, már az

alkalmassági vizsgálatok során törekednünk kell az orrlégzés minél pontosabb felmérésére.

1998 óta az MH Központi Honvédkórház Allergológiai szakrendelésén folyamatosan nyomon követem, gondozom a légúti allergiás betegeket. Alkalmasságuk megítélésében együttműködöm az Alkalmasságvizsgáló Intézettel és a FÜV–bizottságokkal. Az orrlégzési panaszok feltérképezésében három éve alkalmazom az orrüregi hangreflexiós technikát, amelynek segítségével hatékonyabbá tehető az egészségügyi biztosítás részét képező preventív ellátás, a szolgálatra való alkalmasság megítélése.

Értekezésemben az eljárásról eddig megjelent közlemények és saját méréseim alapján egyértelművé kívánom tenni az akusztikus rhinometria helyét az alkalmassági vizsgálatok során.

1. 2 Kutatói hipotézisek, módszerek, a kutatás főbb célkitűzései

A tartósan gátolt orrlégzés számos betegség, vészhelyzeteket okozó éberséghiány és teljesítményzavar forrása lehet. Több új kutatási eredmény született, új diagnosztikus és terápiás eljárások alakultak ki a gátolt orrlégzésből eredő zavarok megelőzésére és kezelésére. Bebizonyosodott, hogy az orrlégzés különböző jellegű és körülhatárolt zavarait nem lehet mellőzni, figyelmen kívül hagyni sem az általános egészségügyi ellátás, sem az élet egyes speciális terheléssel járó területein, így a katonai egészségügy területén sem.

A hivatásos és szerződéses katonák nemzetközi szerepvállalása miatt jelentkező kihívások szükségessé teszik a katonai alkalmassági vizsgálatok kiterjesztését. Részletes és bővített alkalmassági vizsgálat során olyan orrlégzési működészavar állapítható meg, amelynek megléte prognosztikus értékű és előrejelzi az olyan légzési zavarok bekövetkeztét, melyek veszélyeztethetik a szolgálat eredményes vállalását, a harci feladat végrehajtását.

Kutatói hipotézisek

A kutatómunkám céljait, valamint kutatásom eredményeinek megfogalmazását az alábbi kutatói hipotézisek motiválták, illetve határozták meg:

- A katona egészségügy szempontjából a tartósan gátolt orrlégzésből eredő problémák súlyos teljesítményzavarhoz, balesetveszélyhez, emberi és anyagi veszteségekhez vezetnek. Ezen betegségek felismerése kiemelt jelentőséggel bír.
- Az orrlégzési zavarok ismerete, értelmezése alapvetően fontos a katonai alkalmasság, a szerződéses és a hivatásos állomány alkalmasságának megítélése szempontjából. Ennek bizonyítása képezte kutatásom egyik célját.

- A problémák megoldására és hatékony kezelésére alkalmaztam és javaslom alkalmazni az akusztikus rhinometria módszerét, amely segítség e sokrétű, szerteágazó tünetekkel és etiológiával rendelkező kórképek szűrésében, diagnosztikájában és gondozásában.

Kutatási módszerek

Kitűzött kutatási céljaim megvalósítása érdekében a következő kutatási módszereket alkalmaztam:

- Tanulmányoztam a témával kapcsolatos külföldi és hazai szakirodalom vonatkozó részeit, a megjelent kiadványokat, tanulmányokat, a legújabb szakirányok, kutatások eredményeit és ajánlásait.
- Akusztikus rhinometria segítségével méréseket végeztem a módszer alkalmasságának bizonyítására a katona egészségügyben.
- Speciális körülmények között (barokamra) alkalmaztam az akusztikus rhinometria módszerét.
- Tanulmányoztam és elemeztem a témával kapcsolatos jogszabályokat, törvényeket és határozatokat.
- Kutatási területemhez kapcsolódó hazai és nemzetközi konferenciánkon, szimpóziumokon és előadásokon vettem részt.
- Rendszereztem a katonai pályafutásom során eddig szerzett szakirányú ismereteimet és tapasztalataimat.
- Konzultációkat folytattam a témában jártas, illetve érintett szakemberekkel, tudományos kutatókkal.
- Kutatásaim részeredményeit, a szakmával való megismertetés céljából különböző katonai, illetve szakmai jellegű kiadványokban megjelent publikációimban és tanulmányaimban, tudományos konferenciánkon, szimpóziumokon elhangzott előadásaimban mutattam be.

Célkitűzések

A légúti megbetegedések nagyságrendje mindenkor, minden haderőnél az első három megbetegedési csoportot foglalta el mind békében, esetenként mind háborúban is. A különböző védőeszközök használatában az orrlégzés szerepe rendkívülien fontos. A hazánkat sújtó gyompollen szennyezettség miatt minden évben 3-4 hónapig jelentős számú légúti allergiás megbetegedéssel kell számolni. Az alkalmassági vizsgálat során olyan orrlégzési problémák állapíthatók meg, amelyeknek megléte prognosztikus értékű és előrejelzik a nem várt szövődmények kialakulását. A részletes „orrtérkép" megállapítása biztosíthatja a szolgálat eredményes vállalását, a harci feladat teljesítését.

Megvizsgálom az alkalmassági vizsgálatokban a jelenleg használatos orrdiagnosztikai módszereket. **Áttanulmányozom** az akusztikus rhinometriával kapcsolatban megjelent hazai és külföldi szakirodalmat. Saját méréseimmel **bizonyítom** az akusztikus rhinometria helyét és szerepét az alkalmassági vizsgálatokban a harckészültség, hadrafoghatóság, a harci feladatok elvégzése szempontjából. **Ajánlást teszek** a módszer hasznosíthatóságára a hivatásos és szerződéses állományban szolgáló gátolt orrlégzési panaszokkal bírók költséghatékony diagnosztikájában és kezelésében.

2. A gátolt orrlégzés katonaegészségügyi vonatkozásai

A katonai szolgálat alatt három jelentős tényezővel kell számolni a gátolt orrlégzés vonatkozásában.

Az első tényező, hogy különösen a parlagfű szezonban a személyi állomány jelentős részénél lép fel az allergiás nátha.

Másodszor, a katonai szolgálat sajátosságai elősegítik az elégtelen orrlégzés kialakulását.

Harmadszor, a szolgálatteljesítés folyamán az orrlégzési panaszok súlyosbodását eredményező tényezők és az ezekből eredő patofiziológiás állapotok teljesítményrontó szerepét kell figyelembe venni.

A személyi állomány vonatkozásában tartós orrlégzési panaszokat főként az allergiás eredetű légúti gyulladások okoznak. Az epidemiológiai adatok mutatják, hogy hazánk azon országok közé tartozik, ahol az allergiás légúti betegségek prevalenciája nagyfokú növekedést mutat.

A rhinitis, elsősorban az allergiás rhinitis előfordulási gyakorisága világszerte nő, a jelenség kiváltásában felismert rizikófaktorok sokfélék, lényegében azonosak az atópia kialakulásának kockázati tényezőivel. Az utóbbi tíz évben nagy populációs mintán végzett kérdőíves, egy-centrumú felmérések a szezonális allergiás rhinitis prevalenciáját 3–42% közötti értékekben adják meg, a perenniális rhinitis előfordulása 1,14–13%. [2] A rhinitis egyéb formáinak (idiopathiás, NARES stb.) prevalenciájáról kevesebb irodalmi adat áll rendelkezésre.

Hazai vizsgálók az allergiás rhinitis előfordulási gyakoriságát gyermekek körében 1987-ben 8,1%-nak találták. 10, illetve 15 év után hasonló módszerekkel végezve a felmérést már 14%-os, illetve 17%-os prevalenciát közölnek. [3]

Kadocsa és mtsai. vizsgálatában felnőtt populációban kérdőíves felméréssel és allergológiai vizsgálatokkal 11% a rhinitis előfordulási gyakorisága, a betegek egyharmadának volt nem allergiás etiológiájú perenniális náthája. [4]

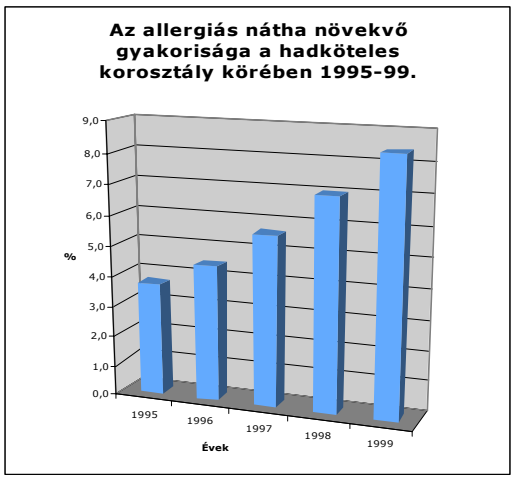
A legújabb hazai vizsgálat 5–70 éves korosztályban kérdőíves felméréssel 25%-os prevalenciát ír le. Kiegészítő allergológiai vizsgálatokkal az allergiás rhinitis prevalenciát 16%-nak találták. [5]

A korcsoportonkénti felosztás során kapott adatok azt mutatják, hogy az allergiás nátha a fiatal férfi populációban, vagyis a hadra fogható állománynál fordul elő nagyobb gyakorisággal.

Az allergiás nátha növekvő gyakoriságát a hadköteles állomány körében saját epidemiológiai felméréssel is igazoltam az országos adatok alapján. Az 1990-es évek második felében évről évre érezhetően nőtt az allergiás nátha miatt katonai szolgálatra alkalmatlanok száma, habár az adatok értékelésénél figyelembe kell vennünk az akkori, a kötelező katonai szolgálat miatt kialakult sajátos helyzetet. [1] (*1. táblázat, 1. ábra*)

Évek	Sorozottak	Betegek száma	%
1995	61652	2297	3,7
1996	96375	4322	4,5
1997	96791	5456	5,6
1998	87518	6121	7,0
1999	95087	7970	8,4

1. táblázat: Az allergiás nátha növekvő gyakorisága a hadköteles korosztály körében 1995–1999.



1. ábra: Az allergiás nátha növekvő gyakorisága a hadköteles korosztály körében 1995–1999.

[1] MEDVECZKI Z, KOLLÁR D. Az allergiás nátha növekvő gyakorisága Magyarországon a katonai szolgálatra bevonulók körében. Honvédorvos 51, 36-42, 1999.

Mérési adataim alapján 1999-ben a 19-24 éves férfi korosztály körében a rhinitis prevalencia 9% volt, amely másfélszerese volt az ÁNTSZ által abban az évben közölt országos adatoknak.

A ma ismert epidemiológiai adatok alapján elmondható, hogy a Magyar Honvédség személyi állományának jelentős része szenved valamilyen fokban orrlégzési panaszoktól főként a nyár végi, kora őszi időszakban, amikor a légkörben nagy a parlagfű és a feketeüröm pollen koncentrációja.

2. 1 A gátolt orrlégzés kialakulását elősegítő okok az állománynál

E betegségcsoport kialakulásának és manifesztálódásának kockázati tényezői a következők lehetnek:

- Higiénia hipotézis, az infekciók szerepe
- Genetikai- környezeti interakció
- Allergén expozíció
- Levegőszennyeződés

Az állomány tagjai szolgálati feladat teljesítésük során különösen ki vannak téve a fokozott allergén expozíciónak és a levegőszennyeződésből adódó környezeti ártalmaknak. A hadra fogható állomány jelentős részénél az életkori és a magyarországi szociális adottságok miatt számolni kell az allergiára, ezen belül a gátolt orrlégzésre való hajlammal.

Higiénia hipotézis

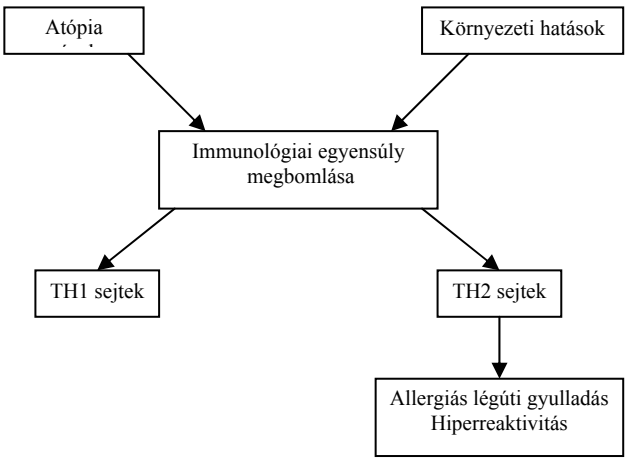
A rhinitis-asztma prevalencia világszerte észlelt növekedését magyarázza az ún. higiénia hipotézis, amelyet először Strachan fogalmazott meg 1989-ben.[2] Eszerint a gyermekkorban elszenvedett infekciók gyakorisága és az allergiás kórképek kialakulása között fordított összefüggés áll fenn. Az RSV, a parainfluenza vírus és a rhinovírus fokozzák az IgE termelést és eozinophil gyulladást okoznak. Más gyermekkori infekciók, pl. a kanyaró, úgy tűnik inkább védő hatásúak az atópia (rhinitis-asztma) kialakulására.

A korai életkorban a bakteriális és vírusinfekciók irányítják az immunrendszer érését a Th1 irányba, ami ellensúlyozza a Th2 sejtek proallergiás válaszait. Ha a szervezet mikrobiális terhelése ebben az életkorban elmarad, az a Th1 típusú immunválasz gyengülését, és az allergiás betegségek kialakulásához vezető kiegyensúlyozatlan Th2 túlsúlyt eredményezi.

[2] STRACHAN D.P.: Hay fever, hygiene and household size. Br Med J 259, 1259-1263, 1989.

Genetikai-környezeti interakció

Az allergiás betegségek kialakulásában a környezeti tényezők meghatározó szerepet játszanak. A betegségek individuális megjelenése és természetes lefolyása azonban genetikus tényezők függvénye. A genetikai adottság környezeti befolyások hatására válik klinikailag manifeszt betegséggé. (*2. ábra*)



2. ábra: Genetikai és környezeti hatások az allergia fenotípusának kialakulásában

A molekuláris kapcsolatot a gének és a környezet között transcriptiós faktorok biztosítják. A transcriptiós faktorok mint molekuláris messengerek működnek, a sejtfelszíni üzeneteket gén aktivitásbeli eltérésekké alakítják, növelve vagy csökkentve a gén transcriptiós rátát. A transcriptiós faktorok, mint az AP-1 és a NF-kB a gén modulatión keresztül valószínűleg kulcsszerepet játszanak a sejtfunkció, növekedés és differenciálódás folyamatos szabályozásában. Egy adott allergén, például a házipor atka Der p1 epitopja a légúti epithel sejtekig jutva, felületi receptorokon keresztül aktiválja a transcriptiós faktor NF-kB-t, ami eljuttatja az üzenetet a nukleáris DNS-hez, különböző citokin gének expresszióját eredményezve.

Stacey és mtsai. azt találták, hogy a Der p1 fokozza a NF-kB aktivitást asztmás betegek bronchiális epithel sejtjeiben, interferálva az I-kB alfa aktivitással. [6] A NF-kB különböző citokinekkel, például a TNF-alfa- val, valamint vírusokkal, oxidánsokkal aktiválható, ami aztán a proinflammatiós citokinek képződéséhez vezet.

A szteroidok ezzel szemben gátolják a transcriptiós faktorokat, az AP-1-t és a NF-kB-t. Utóbbi szabályozza az iNOS gén expresszióját is a légúti epitheliumban, ami így magyarázza a szteroidok gátló hatását az iNOS gén képződésére. [7]

Allergén expozíció

A környezeti allergén mennyisége az atópiás szenzitizáció kialakulásának fontos kockázati tényezője. Németországban végzett multicentrikus vizsgálat azt bizonyította, hogy a genetikus adottság kis mennyiségű allergén expozíció esetén is szenzitizációhoz vezet. Ez különösen igaz a házipor atka, macskaszőr allergének esetén. [8]

A szenzitizáció növekedését a szérum IgE tartalmának vizsgálatával is megerősítették. Igazoltnak látszik, hogy az atópia megléte (szérum IgE szint> 100 U/ml) a leglényegesebb kockázati tényezője az atópiás kórképek, mint asztma, allergiás rhinitis és atópiás dermatitisz kialakulásának, atópiás személyekben a kockázat tízszeres a nem-atópiás személyekhez viszonyítva.

Kuehni és mtsai.[3] azt találták, hogy a fizikai terhelés, hűlés, inhalatív allergének, ételallergének, vírusinfekciók okozta fellángolás az atópiás betegekre ugyan úgy érvényes, mint a nem-atópiásokra. Az atópia, rhinitis és testtömeg változással kapcsolatos vizsgálatok arra utalnak, hogy a rhinitis prevalencia növekedés más tényezőkkel is kapcsolatos, mint a szenzitizáció növekedésével.

Levegőszennyeződés

Az atópiás betegségek gyakorisága, főként a gazdaságilag fejlett világban, folyamatosan emelkedett az elmúlt néhány évtizedben. A betegség gyakoriságának növekedését elsősorban a fejlett ipar és a nagy autóforgalom okozta levegőszennyezettséggel hozták kapcsolatba. Kizárólagos okként a magyarázat nem fogadható el. A legfőbb nehézséget egy adott személyt érő expozíció szintjének a pontos meghatározása jelenti.

Bizonytalanok a levegőszennyeződésért felelős ágensek és az allergének között kialakult kölcsönhatások is. Az eddig ismertek jórészt

---

[3] KUEHNI C.E., DAVIES A., BROOKR A.M., et all.: Are all wheezing disorders in very young children increasing in prevalence? Lancet, 357, 1821-1825, 2001.

szinergista jellegűek. Az ózon esetében leírt, hogy előzetes expozíciója után a rhinitises rohamot provokáló allergén dózis csökken. [9]

In vitro vizsgálatokból ismert, hogy az allergének elleni legfontosabb protektív barriert az ép epithelium biztosítja.

A levegőszennyezettségért felelős ágensek hatására nő az epithelium permeábilitása az allergének számára. [10] Az ózon önmagában is képes a nazális reaktivitás fokozására és szignifikánsan növeli a gyulladásos citokinek termelődését a légúti epitheliumban. A városi szmog organikus és anorganikus részecskék, aeroszolok és gázok komplex keveréke.

A nagyvárosi útburkolatról gyűjtött por polleneket, földet, növényi fragmentumokat és gumirészecskéket tartalmaz. Ez utóbbiak természetes latex tartalmuk miatt, mint allergének és adjuváló ágensek egyaránt allergiás reakciót provokálhatnak. A légúti depozíciót a szemcseméret határozza meg, a 0,1 mikronnál kisebb szemcsék toxikusabbak. A 2,5 mikronnál nagyobb átmérőjű szemcsék főként az orrüregben csapódnak le, az ennél kisebbek eljuthatnak az alveoláris térbe. A kén-dioxid és a finom szemcsenagyságú szulfátok kis mennyiségben is képesek közvetlenül a simaizomzatra hatva bronchospazmust provokálni. A nitrogén-dioxid a gáztűzhelyeket használó háztartásokban a legfontosabb „indoor” levegőszennyező ágens.

A dízel gőzök, a nem karbantartott légkondicionálón keresztül kiáramló levegő is lényeges légúti irritánsok, fokozzák a légúti gyulladást. A fáradtolaj részecskék önmagukban, vagy pollen fragmentumokkal kötődve 1–2 mikron átmérőjű konglomerátumok formájában a felső és alsó légutakban egyaránt gyulladást indukálnak emelkedett IgE és IL-4 szinttel.[4]

[4] KNOX R.B., SUPHIOGLU C., TAYLOR P.: Major grass pollen allergen Lol p 1 binds to diesel exhausted particles: implications for asthma and air pollution. Clin Exp Allergy, 27, 246-251, 1997.

2. 2 A gátolt orrlégzést súlyosbító tényezők a szolgálat teljesítése során

A nazális hiperreaktivitás jelentősége az orrlégutak átjárhatóságában

A katonai szolgálat során az állomány előre nem látott helyzetekbe kerül, feladatát a megszokottól eltérő klímaviszonyok között, erős fizikai és pszichés terhelés alatt látja el. Mindezek a tényezők az arra hajlamos személyeknél az orrlégzést negatív irányban befolyásolják annak minden hátrányos következményével. A gátolt orrlégzés kialakulásában döntő szerepe van az orrnyálkahártya speciális érhálózatában bekövetkezett változásoknak. Az orrüregben már meglévő anatómiai eltérések sem hagyhatók figyelmen kívül.

Katonai bevetés során a nazális hiperreaktivitás jelenségével kell számolni.

Az orrkagylók az orrüreget résszerű alakzatokra osztják, melyeknek nagy a felület/légút viszonyszáma. [11] Ez arra utal, hogy a nyálkahártya véredényeinek már kismérvű duzzanata is komoly változást okozhat az orr átjárhatóságában és az orrüregen belül történő légáramlásban. Ezen túlmenően, az orrnyálkahártya speciális érhálózatának felépítése, amely a szervezetben kizárólag itt jellemző, lehetővé teszi komplex válaszok adását az ingerre. Az érhálózat arteriolákból (resistens erek), capillarisokból (hajszálerek), venulákból és arterias-vénás anastomosisokból áll, valamint olyan gyűjtő véredényekből, mint a sinusok (capacity erek) és a tágulékony venulák. [12]

Ebben a folyamatban az orrnyálkahártya, mint az immunrendszer része sajátos allergénekkel és a környezetben lévő más elemekkel kerül kapcsolatba.

Filter funkciójának köszönhetően az orr sokkal inkább kitett aspecifikus (légúti irritánsok) és specifikus (allergének) ingereknek, mint a hörgőrendszer. Ezzel magyarázható, hogy az allergiás rhinitis prevalenciája lényegesen nagyobb, mint az asztmáé. Az inhalációs allergének körében nagy szemcsenagyságúnak minősülő pollenek nagyobb részt az orr nyálkahártyán csapódnak le, ezáltal főként rhinitist okozva, míg a kisebb pl. penészgomba

spórák lejutnak a mélyebb légutakba és asztma kiváltói lehetnek. Az inhalált részecskék nazális lecsapódásának kedvez a belélegzett levegő nagy lineáris sebessége, a légáram hajlított útja, illetve a nazális üregek szűk bevezető nyílása mögötti turbulencia.

A nazális hiperreaktivitás okán a szervezetet ért aspecifikus ingerekre (alacsony hőmérséklet, emocionális stressz, fizikai terhelés) az orrnyálkahártyán fokozott válaszkészség nyilvánul meg. Az orr hiperreaktivitása bármely szokásos orrtünettel kapcsolatban lehet.

Az orr hiperreaktivitását úgy is leírhatjuk, mint egy klinikai jellemzőt, melyet az orrtüneteknek az olyan nem specifikus stimuláló tényezőkre való megjelenése jelöl, mint pl. porszemcsék, a hőmérséklet-változás, a dohányfüst, hideg levegő. [13]

Az orrüreg felépítésében bekövetkezett elváltozások, mint például az orrsövényferdülés, befolyásolhatják kapacitását. Az orrüreg kapacitását megváltoztatja a hőmérséklet és nedvességtartalom. Mindkét tényező nagy jelentőséggel bír a légzőrendszer működése szempontjából. Ha ez a kapacitás csökken, mint például kifejezetten hideg környezetben végzett fizikai terhelés során, vagy az orrüreg egyéb kóros eltéréseinek következtében, amikor a szájon át történő légzés is bekapcsolódik, akkor a rohamszerűen kialakuló légcsőszűkületnek (bronchiális hiperreaktivitás) is magasabb lesz a kockázata. [14]

Az orrnyálkahártya az ingerekre helyi folyamattal, vagy szervként is reagálhat, például az allergiás rhinitisben jelentkező immunválasz révén. Az ingerre adott válasz ezekben az immunrendszer reaktivitását tükrözi, mely a légutak magasabb kockázatú, erősebb reakciójában nyilvánul meg. [15]

A gátolt orrlégzés ezért nem tekinthető csupán egy különálló tünetnek, hiszen ez befolyásolja a légzőrendszer megfelelő működését, kihat a szervezet homeosztázisára. Ebből következik, hogy a lehető legpontosabban kell felmérnünk az orr funkcióját, olyan objektív módszerek segítségével, melyek könnyen alkalmazhatók a különféle tesztelési feltételek során és betegségekben egyaránt.

Az orr hiperszenszivitásának tesztelésére vonatkozó nemzetközi irányelveket nem publikálták, de több tanulmány vizsgált különböző ágenseket és technikákat. [16]

A hiperszenszivitás bekövetkezésében az orrnyálkahártya olyan különböző struktúrái játszanak szerepet, mint a speciális vaszkulatúra, a receptorok, az idegi hatás, a mediátorok stb. Néhány tanulmány megnövekedett hisztamin receptor előfordulásról és autonóm diszfunkcióról számol be. [17]

A hisztaminra és metakolinra adott válasz egyénenként eltérő jellege arra utal, hogy a hiperszenszivitás multifaktoriális jellegű. A tanulmányok arra is rámutattak, hogy a testhelyzet változása növeli a szenszivitást.

30 allergiás rhinitisben szenvedő egyén, 25 nem specifikus rhinitis által érintett egyén és 40 egészséges kontrollszemély pozicionális rhinomanometriás vizsgálatát végezték el. Jelentős eltérést találtak az orr-ellenállás vonatkozásában a betegek és a kontrollcsoport között, ülő helyzetből fekvésbe történő átmenet során.[5]

Számos tanulmányban rámutattak a hisztamin provokáció alkalmazhatóságára. [18]

Egy 60 egészséges és 65 allergiás rhinitisben szenvedő beteget összehasonlító tanulmányban a szerzőknek sikerült 95%-os specifitással és 86,5%-os érzékenységgel elkülöníteni a két csoportot. A teszt során egy derivált paramétert használtak (az orrüreg ellenállása) és értékelték a kettős hisztamin adagokra adott dózis-választ.[6]

A hisztamin helyett más anyagokat is használtak, pl. desztillált vizet. Ennek során rhinomanometriás méréssel az allergiásoknál nagyobb fokú orrdugulást tapasztaltak. [19]

Hideg, száraz levegővel váltottak ki orrnyálkahártya gyulladást és orrdugulást. [20]

---

[5] ALTISSIMI G., GALLUCCI L., ROSSEITI M., SIMONCELLI C.: Diagnosing nasal hyperreactivity with positional rhinomanometry. Ann Otol Rhinol Laryngol, 105, 901-904, 1996.

[6] PLAVEC D., SOMOGYI-ZALUD E., GODNICCVAR J.: Modified method of nonspecific nasal provocation with histamine for routine use. Ann Allergy, 72, 321-328, 1994.

Egy tanulmány rámutat, hogy az intranazálisan alkalmazott hideg, száraz levegő elsőbbséget élvez a hisztamin provokációval szemben az orr hiperreaktivitás jelenlétének és fokának megítélésében nem allergiás rhinitisben szenvedő betegeknél.[7]

A hideg, száraz levegővel végzett provokációs vizsgálatok alapján feltételezhető, hogy nem-IgE függő hízósejt degranuláció áll a háttérben. Lehetséges, hogy a hízósejt aktiváció a provokációt követően kialakuló nazális szekrétum osmolalitásának változásával kapcsolatos. A neurogén gyulladás (axon-reflex mechanizmus) és az autonóm beidegzés zavara is magyarázhatja a nyálkahártya hiperreaktivitását.

Következésképpen, a számos tanulmány ellenére az orr hiperszenszivitása még mindig nem önálló klinikai kórkép, és ennek diagnosztikai eljárásait még nem írták le szabatosan. Az akusztikus rhinometria potenciális előnyökkel bír a hiperszenszivitás tesztelésében, összehasonlítva más módszerekkel, mivel specifikusan képes az alsó orrkagyló változásaira 'fókuszálni', ahol is provokáció során a fő változások következnek be.

A katonai szolgálat során fellépő fizikai terhelés, az emocionális stressz, a szélsőséges klíma viszonyok miatt számolnunk kell a nazális hiperreaktivitásból eredő panaszokkal, szövődményekkel. Allergiás rhinitisben a késői allergiás reakció felelős a nem specifikus nazális hiperreaktivitásért, amelyet minimális perzisztáló gyulladás jellemez. Nem allergiás rhinitisben a nem specifikus légúti irritánsok, a hőmérsékletváltozás direkt hízósejt degranulációt okoznak, illetve axon-reflex útján hozzák létre a nasalis hiperreaktivitást. Ebből következik, hogy nem specifikus ingerek hatására a nem allergiásoknál és a látens allergiásoknál is felléphetnek súlyos rhinitises panaszok.

[7] BRAAT J.P., MULDER P.G., FOKKENS W.J., VAN WIJK R.G., RIJNTJES E.: Intranasal cold dry air is superior to histamine challenge in determining the presence and degree of nasal hyperreactivity in nonallergic noninfectious perennial rhinitis. Am J Respir Crit Care Med, 157, 1748-1755, 1998.

2. 3 Akusztikus rhinometria, mint új objektív eljárás az orrdiagnosztikában a nemzetközi és hazai szakirodalom tükrében

2. 3. 1 Az orrlégzés mérési módszerei

Az orrdugulás a felső légutak számos betegségének fontos tünete. Az orr átjárhatósága kihat az általános jó közérzetre, az életminőségre, a teljesítő képességre. Fontos, hogy objektíven felmérjük az orrnyálkahártya állapotát, az orr átjárhatóságát. A katona szolgálatra való alkalmasságának elbírálásakor szükség van az orrlégzés objektív feltérképezésére. Az orrdugulás fokára az orrtérfogat meghatározásával adhatunk választ. Az orrtérfogat az anatómiai struktúrák és az orrnyálkahártya vastagságának a függvénye. Amennyiben az orrtérfogatot meg tudjuk mérni, választ kaphatunk az orrdugulást okozó jelenségek jellegére és fokára is. Ennek a célnak tesz eleget az akusztikus rhinometria módszere.

A légutak egységéből, és a katonai szolgálat sajátosságaiból adódik a megfelelő orrlégzés fontossága. A gátolt orrlégzésből eredő panaszok nem várt patofiziológiai következményekkel járhatnak. A légúti allergiás betegségek nagy része közvetve, vagy közvetlenül az orrlégzés zavarával járnak. A beteg szubjektív panaszai sokszor nem magyarázhatók az orrtükri lelettel, ugyanakkor gyakran előfordul, hogy teljesen blokkoltnak tűnő orr ellenére sincs a betegnek orrlégzési panasza. Az individuális orrkép és a szubjektív tünetek nagyfokú variabilitása miatt nehéz felállítani olyan értékrendszert, mely megfelelő a betegségek objektív jellemzésére, továbbá univerzálisan is etalonként alkalmazható.

Az orr állapotának felmérésében használt módszerek többsége szubjektív eljárás, ezért örvendetes egy olyan új eszköz – akusztikus rhinometer – megjelenése, amelynek célja az orrlégzés objektív jellemzése.

Az akusztikus rhinometria egy olyan új diagnosztikus eljárás a klinikai gyakorlatban, mely megkönnyíti és meggyorsítja a korrekt és objektív orrdiagnosztikát, alkalmazásával hatékonyabbá tehető a krónikus légúti betegségben szenvedők elkülönítő diagnosztikája, a kezelés hatékonyságának nyomon követése, a differenciál diagnosztikai nehézségek tisztázásának kiegészítő módszere.

Történeti áttekintés

Az Ebers papiruszok tanúsága alapján tudjuk, hogy egyiptomi orvosok az orrüreg vizsgálatát már több mint 3 ezer évvel ezelőtt végezték.

Különböző korokban különböző módszereket javasoltak az orrüreg minél jobb beláthatóságára. Guy de Cehauliac a XIII. században egy orrspekulum használatáról tesz említést. [21] Az orrlégzés rendszerezettebb vizsgálatát a XIX. század végén Zwaardemaker írta le, melyet Glatzel pontosított 1901-ben. [22]

Az orr két felének a légzésben való különbségét az orr elé helyezett fémlapra lerakódó vízpára területének nagyságából ítélték meg a kilégzés során.

Egy másik, többé-kevésbé mennyiségi vizsgálati módszer Spiess által használt zörej-teszt , ahol a jól lélegző orrfelet kívülről lezárták és az erőltetett orrfújás során keletkező zörej hangmagasságát vizsgálták, vagy egyszerűen az orrüreg egy-egy oldalának külön-külön, erőltetett kilégzéssel keltett hangjaiban lévő különbségeket mérték.

Ezek a módszerek, melyek közül néhány manapság is használatos, nagyban függenek a belégzés módjától és attól, hogy a vizsgálati alanyok mennyire alkalmasak e tesztek végrehajtására. Az orrüregben fellépő nyomásesést mérte meg és írta le passzív légáramlás során Courtade 1903-ban. [23] Ez volt a rhinomanometria egyik legelső leírása.

Optikai módszerek

Az orrüreg átjárhatóságának mérésére leggyakrabban használt optikai módszer a rhinoszkópia. A rhinoszkópia fogalmát a magyar Markusovszky, Czermák és Hirschler vezették be (1860). [24] Bár a rhinoszkópia az orr átjárhatóság minden egyes klinikai vizsgálata során jelen kellene, hogy legyen, különféle tanulmányok azt mutatták, hogy nincs minden alkalommal egyértelmű kapcsolat az elülső rhinoszkópia és más tesztek között. [25]

A flexibilis rhinoszkóp használatával javíthatjuk az orr kórfolyamatainak vizsgálati eredményeit, és bizonyos esetekben a műtétek kimenetelét is, de az endoszkópos vizsgálatok nyújtotta eredmények nem feltétlenül esnek egybe a rhinometria alkalmazása során az orr átjárhatóság vizsgálatáról kapott eredményekkel. [26]

Az orr átjárhatóság mennyiségi jellemzésére különféle optikai eszközöket használtak.

A rhinosztereometria módszere az orrüreg mediális és laterális fala közötti távolság mérésére szolgál. Ezt a távolságot egy, a mikroszkópba épített mérce segítségével állapítják meg, ám a fej helyzetét rögzíteni kell annak érdekében, hogy a későbbi megismételt mérések során ugyanezt a helyzetet lehessen felvenni. Ez a módszer csak korlátozott tájékoztatást nyújt az orrlégutak egyes struktúráiról, nem ad egységes képet az orrlégutak nagyobb képleteiről.

A flexibilis és merev endoszkópia során alkalmazott videó felvétel lehetővé teszi az eredmények későbbi értékelését, de még mindig nem tekinthető optimális módszernek az orr átjárhatóság vizsgálata szempontjából.

Mennyiségi akusztikus vizsgálati módszerek

A légútban keletkező hangokat vagy azok elemzését használják a légutak átjárhatóságának, vagy azok elzáródásának jellemzésére a gégében, az orrüregben és az orrmelléküregekben, illetve ebből határozzák meg a horkolást eredményező szűkület helyét a felső légútban, az epipharynxban. [27] Az erőfeszítések ellenére, melyek során a vizsgálati alany által keltett hangokat értékelték, s ebből következtettek a légutak átjárhatóságára, ezek a módszerek nem bizonyultak túlságosan sikeresnek.

Áramlási módszerek

Az orrlégutak átjárhatóságának értékelésére használt áramlási módszereket többé-kevésbé rendszeresen használták az elmúlt 5 évtized során. Ennek legegyszerűbb módja a maximális, vagy orr csúcsáramlás mérése volt. Ebben az esetben a mozgatóerő hevessége, vagyis a mellkas és az alsó légutak befolyásolják az orr kilégzési és belégzési csúcsáramlását. Számos szerző próbálta csökkenteni ezt a tényezőt az orr és a száj csúcsáramlása közti index kiszámításával. [28]

Azon tény ellenére, hogy egybeeséseket figyeltek meg az orr csúcsáramlása és az orrelzáródás értékelésére használt más módszerek (rhinomanometria) között, az orr csúcsáramlás tűnik a legalkalmasabbnak arra, hogy ugyanannál az alanynál, ismételt vizsgálatok során a változásokat megmérjük. [29]

Rhinomanometriában egyszerre mérik a levegő áramlását és nyomását. A különféle technikák során vagy a vizsgálati alanyok saját légáramlását (aktív módszerek), vagy külső áramlási generátort használtak (passzív módszerek). Az egybeeső áramlást mérik az orrüreg elülső részében (elülső mérési módszerek), illetve a garatban is (hátsó mérési módszerek). Az aktív módszereket gyakrabban használják, mint a passzív elülső, vagy passzív hátsó módszert. Az elülső és a hátsó módszerrel kapott eredmények eltérhetnek, bár egyes kutatók egészen hasonló eredményeket kapnak e módszerekkel is. [30]

A rhinomanometriás mérések megismételhetősége 8 és 15 % között mozog, ezért néhány szerző ezt alkalmatlannak találja az orrlégzés precíz mérésére. Az egyik lényeges probléma az áramlás és nyomás viszonyának leírása.

Tekintve, hogy az áramlás és a nyomás közötti kapcsolat nem lineáris, ezért itt (egy meghatározott áramlás, vagy nyomás érték során) különböző módszereket alkalmaztak, mint például az ohmikus ellenállást. A két oldal közötti relatív különbség mérése, azaz a lateralizációs index, szintén használatos volt.

A rhinomanometriás ellenállást úgy is ki lehet fejezni, mint az orrüreg minimális keresztmetszeti területét, s néhány szerző ezt véli a legjobb

módszernek az ellenállás megjelenítésére. Az eljárás egy bonyolult áramlási modellt használ az orrüregben, és az alkalmazott modellek nem mindig adják „a valódi” területet a különböző áramlási alkalmazások során. A rés-szerű felépítés sajátos modellkövetelményeket állít, mivel az áramlási profil az orrüregben nem minden esetben egyforma, áramlási formája a lamináris és turbulens között változhat.

Mindezeken túlmenően az eltérés lokalizációja is befolyásolhatja a rhinomanometriával értékelt ellenállást. Az orrcimpánál lévő orrsövényferdülés jobban befolyásolja az ellenállást, mint az orrüreg hátsó részében elhelyezkedő.

A rhinomanometria szabványosítására [31] különféle kísérleteket tettek annak érdekében, hogy a különböző tanulmányok nyújtotta eredmények összehasonlíthatóvá váljanak. Rhinomanometriát a rhinológia több aspektusában használtak, például az orrbetegségek diagnosztikájában, allergia tesztekben, farmakológiai tanulmányokban, de élettani elemzések során is. Bizonyos szerzők úgy találták, hogy a rhinomanometria hasznos a kezelési mód megválasztásában is, így például annak eldöntése során, hogy szükség van-e műtétre, vagy sem. Hasznos eszköznek találták az operációs beavatkozások értékelésére is, míg mások e technikákat ilyen célokra alkalmatlannak vélik.

Néhány tanulmányban egyértelmű egybeesést találtak a vizsgálati alany által érzett orr eldugulás és a rhinomanometriás értékek között, más tanulmányok viszont gyér egybeesésről számolnak be, mivel nem csupán az ellenállás befolyásolja az orrdugulás érzését, hanem más tényezők is. [32]
Jól ismert, hogy a mentol csökkenti az orrdugulás érzését, miközben az orr ellenállása ilyenkor a légáramlás tekintetében nem változik. [33]

A rhinomanometria néhány hátránya közé tartozik viszont a viszonylag alacsony reprodukálhatóság, az alacsony egyezőség a vizsgált személy által érzett orrdugulással, az eredmények leírásának hiányzó egységes módszere, valamint az, hogy számos különböző technikát alkalmazhatnak, mint például az elülső, a hátsó, az aktív vagy a passzív mérést, s ezek így, néhány kutató laboratórium kivételével nem kerültek be a napi klinikai rutinvizsgálatok közé.

Radiológiai módszerek

Radiológiai módszereket ritkán használnak az orr átjárhatóságának vizsgálatára, bár röntgen átvilágítást alkalmaznak az orrmelléküregek jellemzése során. A röntgensugaras vizsgálatokkal szemben egyre gyakrabban fordul elő a computeres tomográfia (CT) használata, különösen az orrmelléküregek értékelése során. A mágneses rezonanciás vizsgálat (MRI) szintén használatos az orr átjárhatóság értékelésében, elsősorban akkor, ha kóros elváltozásokat gyanítunk a háttérben, mint például rosszindulatú daganatok megjelenését az orrüregben és az orrmelléküregekben.

Egyéb módszerek

Az orr átjárhatóság mérésére használt egyéb módszerek, mint például a külső ellenállás növekedésének szubjektív értékelése, vagy a tiszta oxigén belégzésének mérése sem bizonyult sikeresnek. [34]

2. 3. 2 Akusztikus tükröződések

Történeti áttekintés

Az akusztikus tükröződés technikája folyamatosan fejlődött ki a humán légutakban a keresztmetszeti területek meghatározására. Kezdetben, mintegy 40 évvel ezelőtt a tüdők mechanikus akusztikai tulajdonságait vizsgálták és ennek elektronikus analóg módszerét vezették be a légutak átfogó modellezésének elősegítésére. Akusztikus tükrözéseket elsősorban az Egyesült Államokban a geofizikai olajkutatásokban használtak.

Az 1950-es, 60-as években különösen nagy érdeklődést váltott ki az akusztikus tükröződések használata a légutak vizsgálatával kapcsolatban. Akkoriban a hangképző utak geometriájának leírására használták ezt a módszert a beszéd rekonstrukcióval kapcsolatban. A későbbiekben leírt módszerekhez hasonlóakat alkalmaztak az ajkaktól a glottiszig terjedő távolság funkcionális leírására. Az egyik legnagyobb probléma abban az időben a vizsgálat számítógépesítésének módszere volt, mely a visszatükröződési tényező megállapításához volt szükséges.

Egy később Ware-Aki algoritmusnak nevezett új módszert is kifejlesztettek, mely még mindig az egyik leghatékonyabb algoritmusnak számít az inverz probléma megoldásában, azaz egy impulzus válaszból származó impedancia kiszámításában. [35] Az akusztikus tükröződés technikáját az 1970-es, 80-as években vezették be a garat és a légcső mérései során.

Módszertani aspektusok

Az akusztikus reflexek módszere a keresztmetszeti területek meghatározására a légutakban mérhető távolságok függvényeként, viszonylag egyszerű. A véletlenszerű hang impulzus a hallható frekvencia tartományban összehasonlításra kerül a kapott válasszal, vagyis a légutakból jövő visszatükröződésekkel. Természetszerűleg, ha a légutak bejáratának méretét ismerjük, akkor a visszatükröződések nagysága a légutak méretének változását jelenítheti meg. A visszatükröződések között eltelt idő megadhatja

a változások közötti távolságot a hang sebességének függvényében. Ily módon lehetséges a terület meghatározása a légutakban mért távolságok függvényében. Adott terület-távolság függvény alapján különféle változókat lehet meghatározni.

Az orrban a minimális keresztmetszeti területet és az orrtérfogatot az orrbemenettől 5-7 cm-es szakaszon belül értékelhetjük. Csőrendszerben, egydimenziós hang terjedése esetén az akusztikus impedancia változásai egyenesen arányosak a keresztmetszeti terület változásaival. A számítógépek technikai fejlődése lehetővé tette a visszatükröződések mintavételét, tárolását és kiszámítását. Az akusztikus visszaverődési technika ösztönösen egyszerű elve ellenére a terület-távolság függvény kiszámítása a véletlenszerű és visszavert impulzusokból mégis egy némileg összetett számítási átalakítást igényel. A kezdeti beállítások a rendszert viszonylag érzéketlenné teszik a hangimpulzusban és a mikrofon linearitásában bekövetkező kisebb változások iránt, mivel a véletlenszerű és a visszavert hullám jeleit egy frekvencia tartományban hasonlítják össze. Emiatt szükséges az adatok Fourier-féle és inverz Fourier-féle átalakítása.

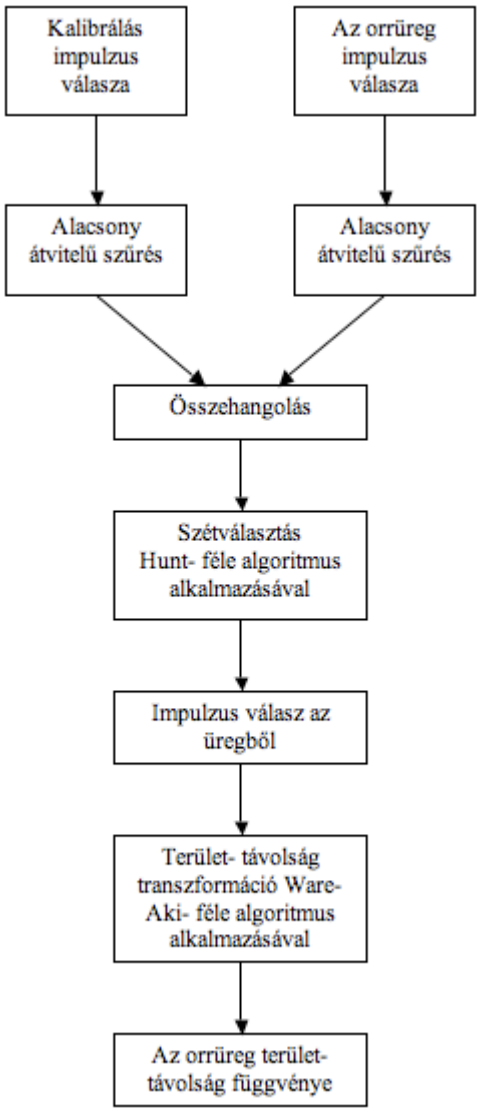
Két bemeneti jel használatos: a rendszer és a mérés kalibrálásáé. Az első bevitt adat a mérési rendszer impulzusra adott válasza, beleértve a hangforrás és a mikrofon jellemzőit is. Gyakorlatban ezt az impulzusra adott választ úgy mérik, mint a véletlenszerű impulzusnak a visszatükröződését, melynek során ez a véletlenszerű impulzus nagy ellenállású zárt csövön keresztül terjed, amely össze van kötve a mérőcsővel. Ez megszabja „a mérőrendszer” sajátosságait, meghatározza a mérés kiindulópontját. A második bevitt adat az aktuálisan vizsgált üreg mérési adata. A visszatükröződésnek az üregből történt felfogását követően a műszer jellemzőinek a visszatükröződésre gyakorolt hatását elnyomja az első adat bevitel összehangolása. Az ezt követő szétválasztás a Hunt-féle algoritmust használja, mely egy frekvencia tartomány számítási technika az amplitúdó eltérések kompenzálására. Mivel a szétválasztást meghatározott frekvencia tartományban végzik, az algoritmus két kötelező jellegű átalakítást tartalmaz (előre-vissza). A szétválasztásból származó output az üreg megmért impulzus válasza. Az utolsó lépés során a megmért impulzus választ át kell alakítani

terület-távolság függvénnyé. Ahhoz, hogy ez az inverz probléma megoldható legyen, a Ware-Aki-féle algoritmust alkalmazták. [36] *(3. ábra)*

Elméletileg ahhoz, hogy ezzel a technikával megbízható mérési adatokat kapjunk, egy sor előfeltételnek kell teljesülnie.

Az első feltételezés az, hogy a hanghullám terjedése síkhullám szerű a kereszthullámok elkerülése érdekében, melyek a számításokat nehézzé tennék. Az elmélet alapján ki lehet számítani azt a frekvenciát, ahol a kereszthullámok elkezdenek megjelenni. A mérések során a kereszthullám alakzatokat felismerhetjük, mint a visszavert jel kiugrásait. Az orrüregben kereszthullám alakzatok nem jelennek meg 12 kHz alatti tartományban és 15 kHz-ig terjedő frekvenciákat használhatunk.

A második feltevés az, hogy a súrlódási veszteség elhanyagolható. Amennyiben az orr nagyon szűk az orrbemenetnél, a súrlódási veszteség a szűkületben az ezután következő területek alulbecslését eredményezheti.



3. ábra: A terület-távolság függvény kiszámítása akusztikus rhinometriában

Nemcsak a szűkület mérete, de az alakja is jelentőséggel bírhat. Ezért lehetetlen meghatározni egy olyan rögzített értéket, mely alatt a kapott eredmények megbízhatatlanná válnak. Az aktuális beállítás, különösen az alacsony átmeneti szűrési frekvencia szintén befolyásolhatja a kapott eredményeket, melyek azt sugallják, hogy a 0,35 cm^2-es terület lehet ez a határ.

A harmadik feltevés szerint bármely hullám elágazás szabályos. Ez az epipharynx területére is érvényes, ahol a két orrüreg egyesül. Modelltanulmányok és az egyik orrfél vízzel történt feltöltése azt sugallják, hogy a másik oldalnak az epipharynx-ig terjedő kiegészítő tere csekély jelentőséggel bír a mérés eredményessége szempontjából.

Végezetül az orrüreg falai merev felületként kell, hogy viselkedjenek.

A csontos alkotórészek eléggé merevek, de a nyálkahártya természetéből adódóan már nem. Az emberi szövet vonatkozásában az eredmények azt mutatták, hogy a szövet merev felszínként viselkedik a hang 120 Hz-es frekvenciánál magasabb tartományaiban. Az orrnyálkahártya akusztikus tulajdonságait tanulmányozták lézer vibrometriával. [8] Ezzel a technikával az orrnyálkahártya specifikus akusztikus elnyelési képességét vizsgálták. Azt állapították meg, hogy a hangvesztésnek több mint százszorosára kell növekednie, mielőtt jelentős változást eredményezne a mérési adatokban. Annak ellenére, hogy az összes előfeltétel nem teljesült egészében, az akusztikus visszatükrözési technikát alkalmazó mérések hitelesítése az orrban elfogadható eredményeket nyújtott.

[8] HILBERG O., LYHOLM B., MICHELSEN A., PEDERSEN O.F., JACOBSEN O.: Acoustic reflections during rhinometry: spatial resolution and sound loss. J Appl Physiol, 84, 1030-1039, 1998.

2. 3. 3 Akusztikus rhinometria. Az akusztikus visszaverődési technika az orrüregben

Az akusztikus visszaverődés módszerének alkalmazását az orrüregben először 1989-ben írták le. [37] A legnagyobb erőfeszítés az orrban való mérések hitelesítésére, valamint a légutakban fellépő hangvesztés kiküszöbölésére és a felbontó képesség javítására irányult.

Az akusztikus visszaverődés technikáját, amelyet akusztikus rhinometriának nevezünk, összevetették MRI, CT és rhinomanometriás vizsgálatokkal. A vizsgálatok során allergiás és nem allergiás személyeken tesztelték a módszert.

1989-ig 35 tanulmány foglalkozott a garat és a gége állapotának felmérésével az akusztikus visszaverődés alkalmazásával. 1989. és 2005. között közel 500 közleményben említik e módszert az orrüreg leírására.

Ugyanakkor ebben az időszakban csupán néhány közlemény jelent meg a garat és az alsóbb légutak akusztikus visszaverődés technikájával történő vizsgálatáról. Ennek fő oka a vizsgálatok technikai jellegében rejlik. Először is, az orr hozzáférhetőbb a vizsgálat szempontjából, mint az alsóbb légutak. Másodszor, a szájtól a garat és a légcső irányában a jelentős keresztmetszeti felület változás megnöveli a torzulások előfordulásának kockázatát. Speciális száj-adapterrel ugyanakkor sikerült a torzulást kiküszöbölni, s ez lehetővé tette magasabb frekvenciák használatát, javítva ez által a felbontó képességet. Egy másik közlemény a száj-adapter nélkülözhetőségét vizsgálja, ugyanakkor itt a felbontó képesség nem minden esetben volt optimális. [38]

A módszer klinikai alkalmazása az orrban elterjedtebb, mint a légcsőben, pontossága a garatban igencsak vitatható, a hang száj felé történő elszivárgása következtében. Végezetül, a számítógépek elterjedése is közrejátszhatott abban, hogy a módszer iránt megnőtt az érdeklődés. Ezek a tényezők mind kedveztek az akusztikus visszaverődési technika alkalmazására az orrüregben.

Az akusztikus visszaverődés technikája az orrüregben nem tér el lényegesen az alsóbb légutakétól. Mint az már a Módszertani vonatkozások alfejezetben említésre került, néhány alapfeltételnek (síkhullámok,

elhanyagolható súrlódási veszteség, hullám szabályos elágazások és üregi merev falak) teljesülnie kell az optimális eredmény elérése érdekében. A hangvesztéssel kapcsolatos sajátos aggodalmak miatt különleges figyelmet fordítottak erre a területre, mivel az orrüreg szűk résekből tevődik össze, melyek hangvesztést indukálhatnak a falakon való súrlódás következtében. A nem merev falak következtében fellépő hangvesztés elhanyagolható, mint azt lézer vibrometriával demonstrálták.

Egy különleges technikát: sztereolitográfiát alkalmaztak az in vivo orrüregek, beleértve az orrmelléküregek ekvivalencia modellezésére.[9] A tanulmány következtetése az volt, hogy az orrnyílástól számított 6 cm-en belül az üreg űrtartalma és a terület-távolság függvény mérése pontos, de ettől nagyobb távolságban az arcüreg már torzíthatja az eredményt.

E tanulmányok alapján számos technikai és fizikai tényező befolyásolhatja a terület-távolság függvény akusztikus visszaverődés technikával való mérését az orrban. Ugyanakkor úgy tűnik, hogy ez csekély jelentőséggel bír, amint azt az orrüregben alkalmazott technikára vonatozó hitelesítési adatok szemléltették. Az akusztikus visszatükröződés technikájának orrüregben való alkalmazásra történő hitelesítését számos cikkben leírták.

Egy kezdeti tanulmányban az orrüreg vízzel történő feltöltésének egyszerű technikáját alkalmazták.[10] Az orrüregbe belépő víz térfogatát mérték meg az orrnyílásoknál fellépő nyomással együtt, mely az orrüregben lévő víz magasságát jelölte. A vízzel feltöltött (dV) orrüreg keresztmetszeti területét becsülték meg a dV/dP értékből, és ezt a távolság függvényében ábrázolták. Jelentős egybeesést találtak mind a modellben, mind pedig a vizsgált alanyoknál akusztikus rhinometria alkalmazásával is.

Cadaverben alkalmazott röntgen réteg felvételeket hasonlítottak össze akusztikus terület-távolság függvénnyel, melynek során jó egybeesést tapasztaltak. [39]

Az akusztikus rhinometria során kapott eredményeket összevetették MRI felvételekkel is. A vizsgált területet az orrüreg minden egyes

---

[9] HILBERG O., PEDERSEN O.F.: Acoustic rhinometry: influence of paranasal sinuses. J Appl Physiol, 80, 1589-1594, 1998.

[10] HILBERG O., JACKSON A., SWIFT D., PEDERSEN O.F.: Acoustic rhinometry: Evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. J Appl Physiol, 66, 295-303, 1989.

távolságának vonatkozásában megmérték és kiszámították az eltérést az MRI és az akusztikus rhinometria által kapott adatok között. A két módszer minimális eltérést mutatott a legnagyobb terület vonatkozásában, mely arra utal, hogy potenciálisan kiterjedt hangvesztés jelentősége nem nagy. Később modell tanulmányok segítségével bebizonyították, hogy különösen az arcüreg mérete befolyásolhatja a terület-távolság függvényt. [40]

Más szerzők is nagyfokú egybeesésről számoltak be az MRI vizsgálattal, illetve akusztikus rhinometriával vizsgált szabad orrlégzésű személyek keresztmetszeti terület értékei kapcsán. Ugyanakkor rosszabb eredményeket kaptak dekongesztánssal (orrnyálkahártya lohasztó szer) nem előkezelt személyeknél. [41]

Egy tanulmányban nagy felbontású orrüreg és melléküreg CT felvételeit hasonlították össze akusztikus rhinometria mérés adataival. Az orrüreg elülső részében összehasonlítható adatokat kaptak, de más eredményekkel összevetve az akusztikus nyom nem volt ilyen kifejezetten körülhatárolható az orrüreg hátsó részében. [42]

Összehasonlították az orrban akusztikus rhinometriával, illetve a nyomás-áramlási arány meghatározásával (rhinomanometria) kapott legkisebb terület nagyságát. [43] Ez azon a feltételezésen nyugszik, hogy az orr egészében mérhető teljes nyomás különbség kinetikus energiává alakul a legkisebb keresztmetszeti területen. Az eredmények azt mutatták, hogy a rhinomanometriával meghatározott legkisebb keresztmetszeti terület az akusztikus rhinometriával mért terület mindössze egyharmada volt. Ez magyarázható a várt áramlási mintától való eltéréssel: turbulens/lineáris. Ez arra utal, hogy az orrüreg egészében a teljes nyomásvesztés nem egy kis szegmentumra korlátozódik.

Hasonló adatokat írtak le egy tanulmányban 9 orrkagyló túltengésben szenvedő betegnél, akiknél CT, illetve akusztikus rhinometria vizsgálatokat alkalmaztak. A terület- távolság görbén megmérték a keresztmetszeti területeket a három elhajlásnál, vagyis a legkisebb szűkületnél és ezt összehasonlították az orrüreg elülső, középső és hátsó részében CT-vel mért

3 legszűkebb keresztmetszettel. Nagyfokú egybeesést találtak az első 2 szűkületnél (P≤0,005), de a hátsó részben rossz volt a korreláció.[11]

85 személy merev endoszkóppal és akusztikus rhinometriával kapott adatait összehasonlító tanulmány alapján megerősítést nyert, hogy a terület-távolság görbén az első elhajlás az orrnyílások utáni szűkületet tükrözi, míg a második az alsó orrkagyló elülső végét. A terület- távolság görbéből számos személy esetében meg lehet határozni a choanákat is, mint a keresztmetszeti területben bekövetkező hirtelen változást.[12]

Az akusztikus elszivárgás jelentősen befolyásolhatja a mérési eredményeket. [44] Leírták, hogy a terület-távolság függvényt a légzés is befolyásolja és, hogy ennek következtében a mérés során javasolt a légzés visszatartása. A terület-távolság mérésének időskáláján a légzést tekinthetjük úgy, mint állandó nyomást, mely befolyásolhatja a mérést. Azt a kérdést is feltették, vajon megbízható-e az akusztikus rhinometria abban az esetben, ha a környezeti hőmérséklet változik.[13] Sajnálatos módon ebből a tanulmányból nem derül ki, vajon újra kalibrálták-e a rendszert a különböző hőmérsékleti értékek, illetve nagy eltérések esetén (több mint 10°C). Ebben a cikkben azt is kifejtették, hogy a mérés néhány esetben megbízhatatlan lehet. Ez nem a rendszerben rejlő hibáknak tudható be, hanem a nem kellőképpen felkészített vizsgáló személyeknek. Ezért ugyanezen szerzők azt javasolták, hogy a mérések során szabványosított protokollt kell alkalmazni. [45]

Más tényezők is fontosak lehetnek. Néhány szerző állványt javasolt a fej mérés közbeni rögzítésére, míg mások úgy találták, hogy ez valójában megnöveli a variabilitást. [46]

Élő személyeken és modelleken folytatott vizsgálatokra alapozva megvitatták, hogy a normális orrkagyló vajon jelentős szűkületként fog-e szerepet játszani, befolyásolja-e a mérést, illetve, hogy ezek a mérések mennyire pontosan esnek majd egybe a szubjektív értékeléssel. [47]

Az orrüregben terjedő hanghullám tengelye befolyásolja a mért területet, de úgy tűnik a tengely az orrnyílástól kezdve párhuzamos az

---

[11] GILAIN L., COSTE A., RICOLFI F.: Nasal cavity geometry measured by acoustic rhinometry and computed tomography. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 123, 401-405, 1997.

[12] COREY J.P., NALBONE V.P., NG B.A.: Anatomic correlates of acoustic rhinometry as measured by rigid nasal endoscopy. Otolaryngol Head Neck Surg, 121, 572-576, 1999.

[13] TOMKINSON A., ECCLES R.: The effect of changes in ambient temperature on the reliability of acoustic rhinometry data. Rhinology, 34, 75-77, 1996.

orralappal. Bevezették az I-vájat és a C-vájat fogalmát a terület-távolság görbén található első két elhajlás leírására. Azt a feltételt vették alapul, hogy az elhajlások az orr ishtmusának és az alsó orrkagyló fejének felelnek meg. [48]

Az akusztikus rhinometria során kapott eredményeket összevetették a rhinomanometria során kapott eredményekkel. Egy tanulmányban úgy találták, hogy az akusztikus rhinometria és a rhinomanometriás változások hisztamin és bradikinin provokáció vonatkozásában összevethetőek voltak, s e közben az akusztikus rhinometria alkalmazása használhatóbb módszernek bizonyult. [49]

Egy sor szerző eltéréseket ír le akusztikus rhinometria és rhinomanometria vonatkozásában, s amellett érvelnek, hogy a két módszert egymást kiegészítve kell alkalmazni. [50]

Az akusztikus rhinometria természetéből eredően képes olyan változásokat mérni, melyekre a rhinomanometria alkalmatlan és fordítva. [51]

A keresztmetszet ellenállása lényegesen eltérhet a formától függően még változatlan terület esetén is. Ezen túlmenően az akusztikus tengely is befolyással lehet a mérési eredményre. [52]

Egy összehasonlító tanulmányban, melynek során az akusztikus rhinometriát, az orr csúcsáramlást és a rhinomanometriát vetették össze, úgy találták, hogy az akusztikus rhinometria lényegesen elmarad a másik két módszer eredményeihez képest, de ez még az előtt történt, hogy az orr adapter jelentőségét és az erre vonatkozó korrekciók fontosságát felismerték volna. [53]

Hat személynél, két hónapon át folytatott, ismételt mérések során az akusztikus rhinometria eredményeinek reprodukálhatósága 5–10% között volt, míg rhinomanometria esetében ez 8–15% között ingadozott. [54]

Egy 39 orrdugulásos beteget leíró tanulmányban nem találtak jelentős egybeesést a szubjektív értékelés, illetve az akusztikus rhinometriával, vagy rhinomanometriával mérhető adatok között. [55]

Mint várható volt, nem minden rhinomanometriás és akusztikus rhinometriás mérési változó korrelál egyformán jól az orrdugulás szubjektív érzésével. Az allergiás egyének orrlégzési teszteléséhez hasonlóan, a

módszerek nem térnek el az egyéb gátolt orrlégzést okozó állapot felmérésében sem.

2. 3. 4 Akusztikus rhinometria alkalmazása rhinitisben

Az orrnyálkahártya változékonysága annak speciális felépítésével és beidegzésével magyarázható. Egy áttekintő tanulmányban az orrdugulást úgy határozták meg, mint a klinikai vizsgálat során látható nyálkahártya duzzanatot. Az orrdugulás az elégtelen légáramlat (csökkent átjárhatóság) miatt kiváltott szubjektív diszkomfort érzés az orrlégzés folyamán, mely objektív mérésekkel meghatározható.[14] Akusztikus rhinometriával folytatott mérések során törekedtek a normál értékek meghatározására. [56]

Egy USA-ban folytatott felmérésben 106 személyt vizsgáltak akusztikus rhinomanometriával és külön vizsgálták őket bőrszín és magasság szerint, melyből a különböző csoportokhoz tartozó személyek közötti különbséget tudták leírni a szabad orrlégzés vonatkozásában – így pl. az angolszász, kínai és a negroid orrtípus esetében. [57] Nem sikerült ugyanakkor különbséget kimutatni az angolszász és az indiai orrtípus között. [58]

Egy 334 szabad orrlégzéssel bíró egyént vizsgáló svéd tanulmányban a legkisebb keresztmetszeti terület (MCA) gyengén korrelált a súllyal, a korral, a magassággal és a testtömeg index-szel. [59]

Normál orrban a legkisebb keresztmetszeti terület az orrbemenet isthmusánál helyezkedik el, vagy az alsó orrkagyló fejénél és lohasztás során előremozdul. [60] E megfigyelés azt bizonyítja, hogy a második hullám helyén deplécióra jól reagáló mucosa és erektilis testek (concha inferior) találhatók, amelyek az első szűkület helyén (ostium internum, valve area eleje) nincsenek.

A szerzők egyetértenek abban, hogy az MCA az orrüreg meghatározó elülső egyharmadán belül a valve area területére esik. Mint ismeretes azonban, a valve area néhány milliméter hosszú szegmens, amely az alsó orrkagyló mellső pólusát magában foglaló apertura piriformistól az anatómiai ostium internumig terjed. [61]

---

[14] JESSEN M., MALM L.: Definition, prevalence and development of nasal obstruction. AllergY, 52, 3-6, 1997.

Az isthmus nasit jelölő MCA a szerzők többsége szerint általában a második szűkületet jelző második hullámmal egyenlő, amely az alsó orrkagyló mellső pólusának felel meg. [62]

Lenders szerint az MCA az első szűkületnek felel meg (isthmus nasi), míg a második szűkület a concha inferiort jelöli. [63] Grymer szerint, aki e területen a leghosszabb idejű és legnagyobb tapasztalattal rendelkezik, a MCA a tünetmentes emberek többségében nem depletált orrnyálkahártya mellett az isthmus nasit (a=0,66 cm^2, d=2,23 cm, concha inferior), depléciót követően pedig az ostium internumot (a=0,85 cm^2, d=1,53 cm) reprezentálja. [64]

Epidemiológiai adatok alapján ismert, hogy a populáció 10–20%-a szenved orrdugulástól olyan mértékben, hogy azt észreveszi a mindennapok során, de még nem fordul szakemberhez. Az orr hiperszenzitivitásának, vagy allergiájának kórtörténete alapján akusztikus rhinometriával mért septum deviatio, vagy egyéb eltérések alapján előre jelezhető az orrdugulás érzésének jelentősen megnövekedett kockázata.

A látszatra normál orrátjárhatósággal rendelkező egyének is érezhetnek orrdugulást, valószínűleg a megnövekedett vasomotor aktivitás következtében. Az orrátjárhatóság értékelésénél fontos, hogy becsléssel rendelkezzünk az orrnyálkahártya duzzanat normális, vagy spontán variációiról. A tanulmányok azt mutatták, hogy az akklimatizációs időszak[15] csökkenti a nyálkahártya változékonyságát a mérések során.

Az orrciklus is közrejátszhat az orrnyálkahártya variabilitásában, de a klasszikusnak számító bilaterális ciklusban a teljes orrüregre vonatkozó duzzanat általában állandó. [65]

12, nem allergiás egyén orrtérfogatának változását elemző tanulmányban egy típusos orrciklus került leírásra. A méréseket 15 percenként, 6 óra hosszán keresztül végezték. Az orrnyálkahártya változékonyságának hányadosa 9,4% volt a teljes űrméretre vonatkozóan, 11,3% volt az orrbemenetnél és 17,8% volt az orrbemenettől 3,3 cm-re, mely az alsó orrkagyló fejének felel meg. [66]

[15] A vizsgált személy minimum 10 perces adaptációja a mérés helyszínén

Egészséges egyéneknél testmozgás során, pl.15 perces mozgás a maximálisan várható szív frekvencia 75%-val, az orrnyálkahártya lelohad majdnem ugyanolyan szintre, mint helyi lohasztók (alfa agonista orrcseppek) alkalmazása után. A testmozgás hatása arra utal, hogy külső stimuláció esetén a nyálkahártya potenciálisan magas változékonyságot mutat. [67]

38 orrdugulásos, aktív szezonális allergiás náthás felnőttön végzett akusztikus rhinometria vizsgálatok a súlyos (VAS≥6) szubjektív érzettel jól korreláltak az orrüreg középső harmadát magában foglaló egyoldali és kétoldali térfogati értékek. [68]

Két hazai tanulmányban a műtéti eredményességet követték nyomon akusztikus rhinometria segítségével. FESS műtét után az orrtérfogat értékek 177,9%-os növekedését tapasztalták 20 betegen végzett vizsgálat során [69], míg 21 betegen orrsövény műtétet követően a deviáció irányában mért MCA értékek jelentős javulást mutattak, ami a betegek szubjektív panaszainak enyhülésével is korrelált. [70]

A legkisebb keresztmetszet az alsó orrkagylónál helyezkedik el allergiás, vagy vasomotor rhinitisben szenvedő betegeknél, míg nem allergiás egyéneknél ez gyakrabban az ostiumnál található. Az orrnyálkahártya spontán változékonyságát nagyobb mérvűnek találták allergiás betegeknél, mint nem allergiás egyéneknél. [71]

Testmozgást követően, a nem allergiás egyéneknél megfigyelhető növekedési tendenciával ellentétben, allergiásoknál az orrnyálkahártya változékonyságának csökkenését figyelték meg.

Ennek oka nem ismert, de utalhat arra, hogy allergiásoknál a megnövekedett adrenerg tónus egy időre stabilizálhatja a vaszkulatúrát, míg nem allergiás egyénekben ennek destabilizálása figyelhető meg. A nyálkahártya lohasztás hatása az allergiásoknál nagyobb, ellentétben a nem allergiás egyéneknél tapasztalhatóakkal. [67]

Hasonlóképpen, egy normál és allergiás személyek helyi lohasztókra adott válaszát vizsgáló tanulmányban a normál egyének mindkét orrfelének terület változása a legkisebb keresztmetszetnél 15,6%-os volt, míg az allergiásoknál 24,6%. [72]

Összefoglalva, a tanulmányok azt mutatják, hogy a légzési funkció allergiás rhinitisben és a rhinitis egyéb formáiban részlegesen függhet az

orrüreg anatómiai variációitól, ugyanakkor az orrnyálkahártya gyulladása prominensebb tényező.

2. 3. 5 Az akusztikus rhinometria alkalmazásának eredményei

Az akusztikus rhinometria egyszerű, minimálisan invazív, gyors, fájdalmatlan, jól reprodukálható, objektív rhinológiai vizsgáló módszer. Segítségével megbízható információk nyerhetők az orrüreg elülső, kritikusan rezisztív szegmenséről. Az orrkeresztmetszet a távolság függvényében görbeként ábrázolódik, a lumen nagysága számszerűen leolvasható, az orrvolumen kiszámolható.

Számos orrbetegség differenciáldiagnosztikájában, az orrkép pontos leírásában információ többletet nyújt. Az orrban történő alkalmazásról több mint 500 cikk jelent meg, jelezve a technika iránti egyre növekvő érdeklődést. Ez betudható a betegek, orvosok és hivatalok részéről megnyilvánuló igénynek a gyógykezelés hatásainak objektív dokumentálásra és a korrekt diagnózis felállításának biztosítására vonatkozóan.

A hitelesítések az akusztikus visszaverődési technikának az orrüregben való alkalmazására bizonyították, hogy meglehetősen jó egybeesés mutatkozik a terület-távolság akusztikus rhinometriával kapott függvénye és a terület-távolság más módszerekkel (mint pl. CT, MRI) kapott függvénye között. Az akusztikus rhinometria módszerét hitelesített, de nem rutin eljárásként alkalmazzák számos centrumban az orrlégzés klinikai és élettani vizsgálatában. Paraméterei jól dokumentáltak a nazális ciklussal [73], a testhelyzettel [74, 75], különböző gyógyszerek hatásaival [76, 77], nazális provokációval [78], a bőr lokális hűtésével [79], a teljes test hőmérsékletváltozásával [80] és kadáver orrok dimenzióival [81] kapcsolatban. A klinikai gyakorlatban leggyakrabban strukturális és mucosa eredetű térszűkítő elváltozások diagnosztizálásában és a posztoperatív eredmények értékelésében alkalmazták.

Az orrüregek viszonylatában több paraméter is objektív módon mérhető: az orrüregeken keresztül a tüdőbe áramló levegő mennyisége (nazális csúcsáramlás mérés), az orrüregi anatómiai képleteknek a beáramló levegő ellenében kifejtett ellenállása (rhinomanometria), az orrnyálkahártya

vastagsága (rhinostereometria, MR), valamint az orrüreg hatásos keresztmetszete és térfogata (akusztikus rhinometria). A szubjektív vizsgáló eljárások (tüneti pontérték, vizuális analóg skála, orrendoszkópia) szolgáltatta adatok bár sokszor ellentmondóak, mégis fontos információkat nyújtanak az orrlégzés elemzésében.

Annak ellenére, hogy az elméleti feltevéseket nem sikerült teljes mértékben igazolni, az akusztikus rhinometria az esetek többségében hiteles eredményeket ad, legalábbis az orrüreg első 5–6 cm-es szakaszán. Az orrüreg hátsó része, az epipharynx, az orrmelléküregek befolyásolhatják a mérést.

Jelentős mennyiségű irodalmi adat gyűlt össze napjainkig az eddigi három jelentős gyártó készülékeivel dolgozó munkacsoportok jóvoltából.
A vizsgálatok reprodukálhatósága, a kielégítő eredmények végett a műszerek kalibrálását minden vizsgálat előtt el kell végezni. Olyan alapvető rendszabályok, mint az eszközök naponta történő ellenőrzése és a kezelők képzése szintén fontos tényezők, tekintet nélkül a műszer használatának egyszerűségére. Mivel az orrnyálkahártya duzzanata jelentős változékonyságot mutat és számos tényező könnyen befolyásolja azt, egy akklimatizációs időszakot is magában foglaló szabványosított mérési eljárás javítja a mérések minőségét. Irányelvek jelentek meg a rendszer használatára és a módszer alkalmazására vonatkozóan az optimális vizsgálati eredmények elérése érdekében. [82]

Összességében az akusztikus visszaverődési technika orrüregben történő használatának, vagyis az akusztikus rhinometriának a hitelesítése bebizonyította, hogy a terület-távolság függvények az orrban elfogadható pontossággal határozhatóak meg (5–10%) és reprodukálhatóak (5–10%) a jelenlegi technika alkalmazásával. [83]

Az eszközök további hitelesítése és tökéletesítése szükséges annak érdekében, hogy az orrüreg hátsó részéből és az epipharynxból jobb eredményeket kapjunk. Ennek a folyamatnak a természetes részét képezi az irányelvek felülvizsgálata és tökéletesítése. Annak ellenére, hogy az akusztikus rhinometriát a rhinológia számos különböző aspektusában használták, kiterjedt tanulmányokra vagy metaanalízisekre van még mindig szükség a populáció normál értékeinek megállapítása céljából, illetve, hogy

meghatározzuk azokat a határokat ameddig az egyes egyénekben ezek az értékek elemezhetőek. Ezek a határok nem feltétlenül képesek szigorúan két csoportra osztani a vizsgált személyeket úgy, mint egészségesekre és betegekre, mivel az orrdugulás érzése nem csak az orrüreg méreteitől, de más tényezőktől is függ.

Különböző tényezők, mint pl. nyomás-, hő-, fájdalomreceptorok és más tünetek, mint pl. az orrfolyás is befolyásolják az orrlégzés érzetét. Még a viszonylag alacsony egybeesés az objektív és a szubjektív értékelés között sem szolgáltat okot a diagnosztikában az objektív tesztelések elhagyására, illetve a kezelés hatékonyság értékelésének mellőzésére.

Akusztikus rhinometriával kimutatták, hogy az allergiások orrnyálkahártyája hajlamosabb a megduzzadásra a nem allergiásokkal összehasonlítva és a hisztaminra való érzékenységük magasabb. Allergiás egyénekben az akusztikus rhinometria a hiperszenszivitás mértékének megállapítására szolgál. Allergiás egyének orrnyálkahártya duzzanatának több variációját igazolták a nem allergiás személyekhez képest. Ezek a tények, valamint az, hogy allergénmentes körülmények között a nazális szteroid kezelés csökkentette az orrnyálkahártya duzzanatát, igazolták, hogy az allergiás egyének orrnyálkahártyájában gyulladás és hiperszenszivitás áll fenn allergén jelenléte nélkül. Allergiás náthában szenvedő betegeknél az allergén provokáció által okozott gyulladás megváltoztatja az orrüreg térfogatát.

Az orr hiperreaktivitásának számos vonatkozása, különösen az asztmával való kapcsolata és kihatása a teljesítményre további kutatás tárgyát képezi.

A szakirodalom anyaga alapján elmondható, hogy az akusztikus rhinometria bizonyította értékét, mint a felső légutak diagnosztikájában, a kutatásokban és a kezelések hatásainak értékelésében használatos módszer. A standard mérési eljárások, a mérések előtt kalibrálás, a vizsgálatot végző személyek gyakorlata, képzése határozzák meg a mérések pontosságát és reprodukálhatóságát.

3. Személyek és módszer

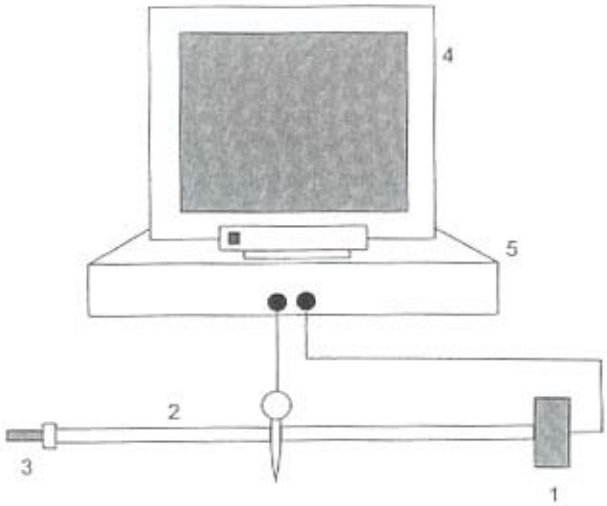
Kutató munkám során az akusztikus rhinometria módszerét alkalmazva két klinikai kísérletet végeztem.

Az első kísérletben az orrnyálkahártyán lejátszódó változásokat követtem nyomon hypobarikus-hypoxiás és hyperoxiás körülmények között.

A második kísérletben tartós orrdugulásban szenvedő csoportnál vizsgáltam meg az akusztikus rhinometria hatékonyságát a diagnózis felállításában.

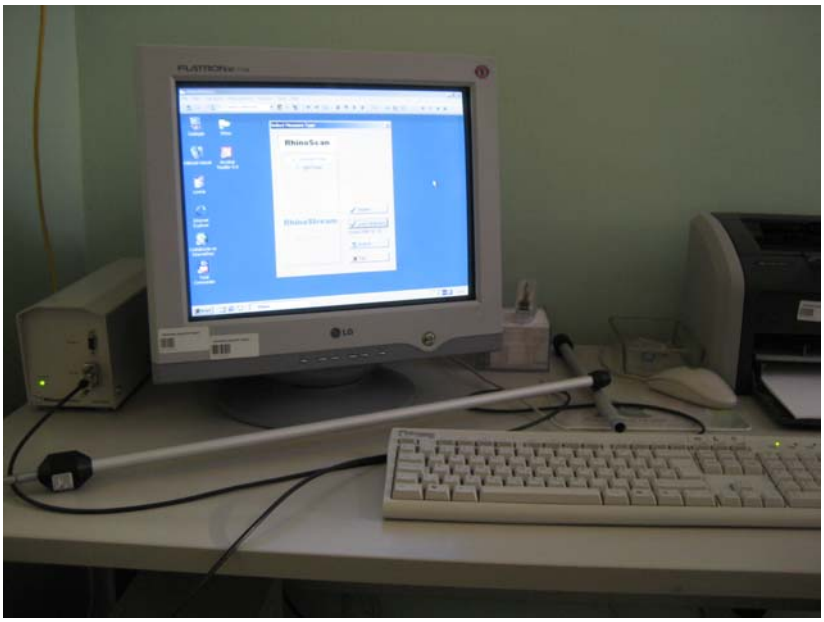
Az akusztikus rhinometria módszere magában foglalja a speciális mérő készüléket, a vizsgálat támasztotta speciális körülményeket és a vizsgálat menetének pontos betartását.

Az akusztikus rhinometer Windows alapú, speciális szoftverrel ellátott számítógéphez csatlakoztatott szűrő-erősítő rendszerből, hangforrással illetve mikrofonnal ellátott hosszabb mérőszondából és az orrbemenethez illeszthető anatómiai adapterből áll. (*4. ábra*) Vizsgálataimat a dán Rhinometrics SRE 2100 mérőrendszerrel végeztem. (*5. ábra*)



1. hanggenerátor
2. szonda
3. orr adapter
4. számítógép
5. erősítő

4. ábra: Az akusztikus rhinometer felépítése

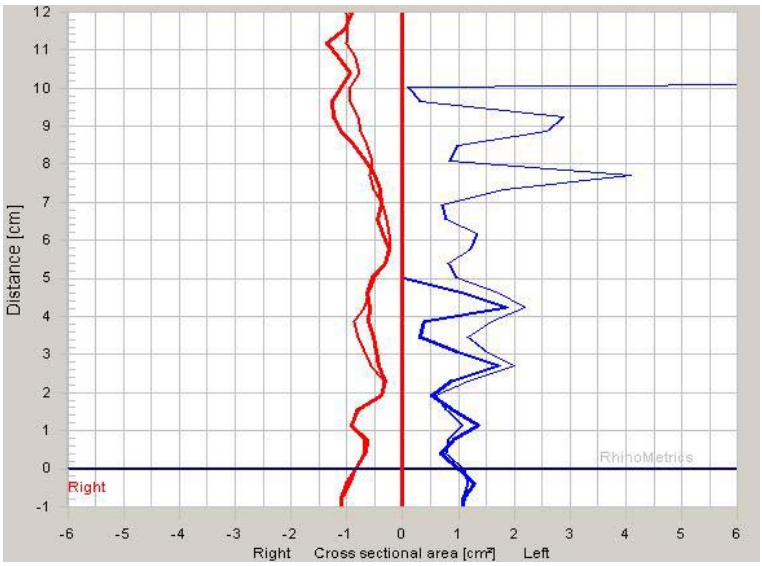


5. ábra: Rhinometrics SRE 2000 mérőrendszer

A módszer alapelve a műszer által véletlenszerű gyakorisággal kibocsátott, hallható hang és a válasz, azaz az orrüreg faláról visszaverődő hang összehasonlítása. A mérőrendszer hanggenerátorában folyamatos, széles sávú zaj keletkezik, mely a műszerhez csatlakoztatott szondán át jut az orrba. A megfelelő illeszkedés érdekében a szonda orr adapteren keresztül kapcsolódik az orrnyíláshoz. Az orrüreg felületének megfelelően visszaverődött hangot a mikrofon érzékeli, majd a reflektált, és a kibocsátott hangot a szoftver analizálja.

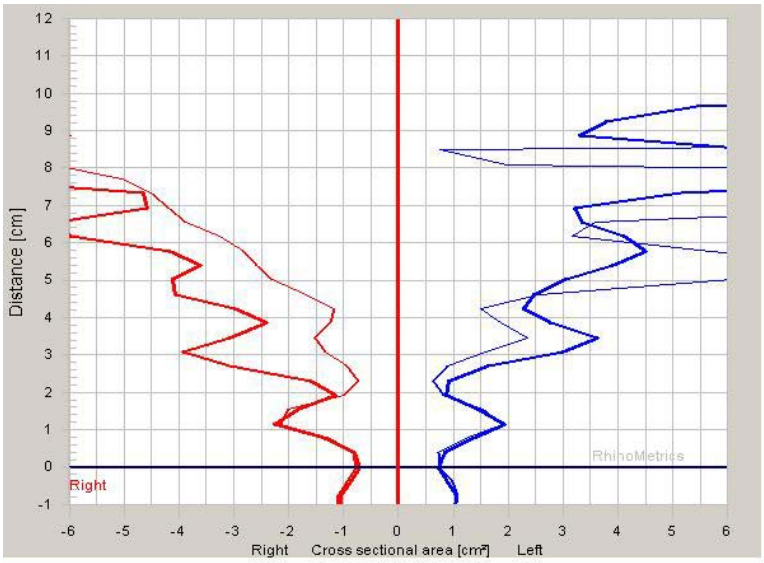
Az orrkeresztmetszet (cm^2) a távolság függvényében (cm) görbeként ábrázolódik, amiből az orrvolumen számolható.

A visszaverődés látenciájából adódik a távolság, míg az amplitúdó az orrkeresztmetszettel (cross-sectional area, CA) arányos. Így tulajdonképpen a háromdimenziós orrüreg kétdimenziós, számított értékekből képzett grafikonon ábrázolódik, mint terület-távolság funkció. *(6. ábra)*



6. ábra: Távolság-keresztmetszet grafikon

A műszer szoftvere orrfelenként automatikusan megjeleníti az első és második legkisebb keresztmetszetet (MCA1, MCA2), valamint az ehhez tartozó távolságot és a beállításokban meghatározott távolságokra értendő térfogatot. Orrfelenként minimum 3 mérést szükséges elvégezni. A mérések átlagolását a program végzi. (7*. ábra*)



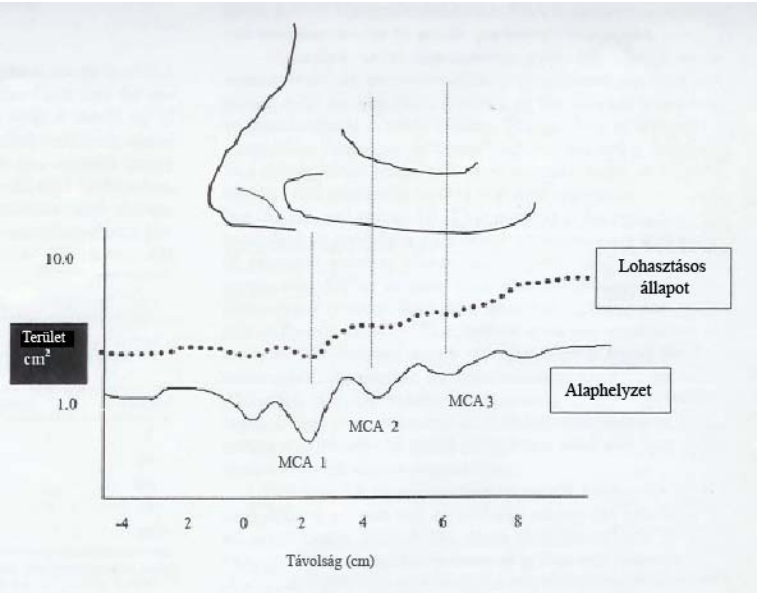
Date and time	Side	Title	Dist	MCA1 VOL 1		Dist	MCA2 VOL 2		Nose Piece
		Distance ranges:		[0.00;2.20] cm			[2.20;5.40] cm		
		Units:	[cm]	[cm²]	[cm³]	[cm]	[cm²]	[cm³]	
2006. 11. 02. 14:47:20	L	Mean(3)	2.20	0.69	2.59	2.31	0.64	8.39	MEDIUM
2006. 11. 02. 14:58:52	L	Mean(3)	0.00	0.74	2.72	2.20	0.91	8.31	MEDIUM
2006. 11. 02. 14:47:07	R	Mean(3)	0.00	0.77	2.97	2.31	0.73	4.66	MEDIUM
2006. 11. 02. 14:59:18	R	Mean(3)	0.00	0.70	3.10	2.20	1.45	10.28	MEDIUM

7. ábra: MCA1, MCA2, Volumen értékek

3. 1 A legkisebb keresztmetszeti területek meghatározása

Az MCA1 és MCA2 paraméterekről elmondható, hogy az orr keresztmetszeti görbéjén 3 kitüntetett völgy, mint a 3 legszűkebb keresztmetszet látható, melyek meghatározott anatómiai képletek megfelelői. [84] Az MCA1 megfelel a „valve areának" azaz az alsó orrkagyló mellső pólusának, ami 1,5–2 cm-re található az orrnyílástól. A következő szűkület az MCA2, melyet a középső orrkagyló elülső része, illetve az alsó orrkagyló hoz létre kb. 4 cm távolságban.

A 6 cm-nél feltűnő völgy az MCA3 a középső orrkagyló hátsó pólusát és a sinus maxillaris nyílását reprezentálja. (*8. ábra*)



8. ábra: Az orrüregben mért legszűkebb keresztmetszeti helyek

3. 2. A funkcionális faktor meghatározása

A hang a nyálkahártyával borított felszínről reflektálódik, a nyálkahártya vastagság endogén vagy exogén faktorokra adott minimális változása akusztikus rhinometriával objektíven és pontosan ábrázolható. Ebben a jól vaszkuralizált alsó orrkagylónak van leginkább kitüntetett szerepe. Vazokonstriktorral éppen ezt a hatást küszöbölöm ki, ilyenkor a tényleges

anatómiai státusz tükröződik. A lohasztást követő keresztmetszet értékek változása alapján az orrnyálkahártya funkcionális faktora számolható ki. [85]

A funkcionális faktor számítása történhet a MCA és a TVOL értékei alapján:

$$\text{Funkcionális faktor: } \frac{\text{MCA2 (lohasztás után)} - \text{MCA2 (lohasztás előtt)}}{\text{MCA2 (lohasztás előtt)}} \times 100$$

$$\text{Funkcionális faktor: } \frac{\text{TVOL (lohasztás után)} - \text{TVOL (lohasztás előtt)}}{\text{TVOL (lohasztás előtt)}} \times 100$$

A funkcionális faktor (FF) értékei alapján az orrnyálkahártya vastagságának változása 5 kategóriába sorolható, úgymint változatlan, kis, közepes, nagy és súlyos fok. [86]

A súlyossági kategóriák értékeit a 2. táblázat mutatja.

Funkcionális faktor foka	MCA2 változás (%)	Volumen változás 0–6 cm között (%)
Változatlan	0–50	0–30
Kis	50–75	31–60
Közepes	76–125	61–90
Nagy	126–180	91–120
Súlyos	> 181	> 121

2. táblázat: Funkcionális faktor foka

A program által az orrüregben meghatározható értékek:

- MCA1 0–2,2 cm szakaszon mért legszűkebb terület (cm^2)
- VOL1 0–2,2 cm szakaszon megállapított térfogat (cm^3)
- MCA2 2,2–5,4 cm szakaszon mért legszűkebb terület (cm^2)
- VOL2 2,2–5,4 cm szakaszon megállapított térfogat (cm^3)

Nagy és súlyos fokú funkcionális faktor értékek esetén konzervatív kezelés részesítendő előnyben.

A program beállítása alapján a rhinometer először az orrnyílástól 2,2 cm távolságra eső szakaszon belül határozza meg a legszűkebb keresztmetszetet (MCA1) és kiszámítja az erre a szakaszra megállapított térfogat értéket (VOL1). A következő mérési szakasz a 2,2 cm és 5,4 cm közé esik. Itt is megállapításra kerül a legszűkebb keresztmetszet (MCA2) és a

szakaszon mért űrméret (VOL2). A 0 és 5,4 cm közé eső térfogat érték a TVOL. A bal és a jobb orrfél adatait összeadva kiszámoltam a teljes orrüreg térfogatát TVOL B+J. A funkcionális faktor (FF) kiszámítása céljából munkám során az alábbi függvényt alkalmaztam:

$$FF = \frac{\text{TVOL loh. után} - \text{TVOLloh.előtt} \times 100}{\text{TVOL loh. előtt}}$$

3. 3 Az orrüregek anatómiai (organikus) elváltozásainak felmérése

Annak érdekében, hogy az orrüreg csontos-porcos falának anatómiai elváltozásait a méréssel meg tudjam ítélni, szükség van az orrnyálkahártya maximális lohasztására. Az orrnyálkahártya lohasztására oxymetazolin 0,05% orrspray-t használtam, 2–2 puffot mindkét orrfélbe, két alkalommal, 5 perces szünettel, majd a második adag után 15 percet várakoztam a mérésig (1 puff = 0,2 mg oxymetazolin).

Az orrüreg első 5,4 cm-es szakaszán belül az akusztikus görbék lefutásából és a két orrfél MCA1, MCA2 és a térfogat abszolút értékeinek összehasonlítása alapján meghatározható az orrátjárhatóság mértékének organikus jellege. Az orrfél egymáshoz való viszonyának mértékét az alábbi felosztás szerint alkalmaztam. *(3. táblázat)*

Organikus szűkület foka	
	Volumen változás bal/jobb orrfél lohasztás után (%)
Kisfokú	0–25
Közepes fokú	25–50
Nagyfokú	50 felett

3. táblázat Organikus szűkület foka

Közepes és nagyfokú organikus szűkület esetén a műtéti megoldás mérlegelendő.

3. 4 A vizsgálat irányelvei

A módszer alkalmazására vonatkozóan az optimális vizsgálati eredmények elérése érdekében és a reprodukálhatóság szempontjából a következő érvényben lévő irányelveket tartottam be: [87]

- A méréseket zajmentes, 60 dB-nél kisebb háttérzajú helységben végeztem,
- A méréseket magam végeztem,
- A műszereket napi rendszerességgel kalibráltam, ellenőriztem,
- A mérések menetét pontosan betartottam.

A vizsgált személyek a mérések helyszínén minimum 10 percig alkalmazkodtak a körülményekhez. (*9. ábra*)

Végrehajtottam a műszer zárt csővel való kalibrálását.

Az adapter és az orrnyílás pontos, légmentes illesztését vízoldékony géllel biztosítottam.

A vizsgált személy fejének és a szonda által bezárt, a protokoll által javasolt kb. 60 fokos szöget betartottam.

A mérések idején beszéd- és légzésszünetet tartattam.

Orrfelenként legalább 3 mérést végeztem, úgy hogy az egyes mérések közötti eltérés kevesebb volt, mint 10 százalék.

Méréseket végeztem az orrnyálkahártya maximális lohasztása előtt és után.

3. 5 A vizsgálatba bevont személyi állomány

A vizsgálatokba 40 hivatásos és szerződéses katonát vontam be. A csoportot 2 részre osztottam.

Az első kísérlethez 20, gyakorlatilag egészséges, orrlégzési panaszokkal nem bíró pilótát válogattam ki, akik az első kísérlet támasztotta feltételeknek az előzetes orvosi vizsgálatok után megfeleltek.

A 2. csoportba 20 katona került, akiknél az orrdugulásos panaszok több mint egy hónapja fennálltak. A 2. kísérlet velük szemben támasztott feltételeinek előzetes felmérés alapján került sor.

A vizsgált személyek a mérés előtt egy 0 és 10 közötti tüneti skálán (visual analogue scale = VAS) értékelték orrdugulás érzetüket, ahol 0 a teljes

szabad orrlégzést, 10 pedig a teljesen dugult orrot jelentette. Értékelték külön a jobb és külön a bal orr felet, valamint a két orr felet együtt. Súlyos orrdugulásnak tartottam, ha a lohasztás előtt bármelyik orrfélre vagy a teljes orra vonatkozóan a kapott VAS ≥ 6.

9. ábra: A vizsgálat menete

3. 6 Az orrnyálkahártyán lejátszódó változások hypobarikus-hypoxiás és hyperoxiás körülmények között, valamint ezek hatása a repülő-hajózó személyzet munkavégzésére (1. klinikai kísérlet)

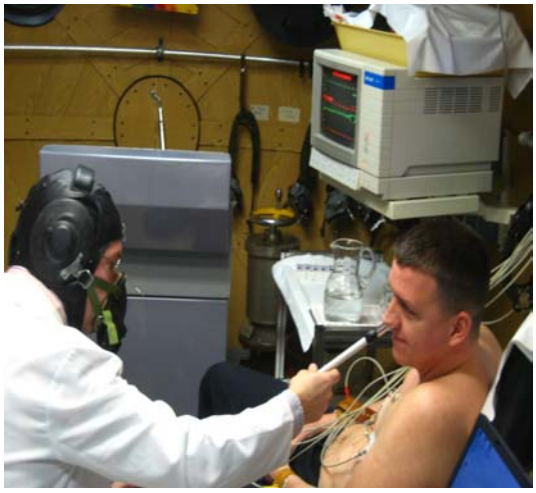
A vizsgálat célja, hogy az orrlégutak átjárhatóságán keresztül következtetéseket vonjak le annak gátoltságából eredő kóros, a teljesítményt rontó állapotokért. A pilóta munkavégzése során – a speciális körülmények, a dinamikus magasság és légköri nyomásváltozás, valamint a kihermetizáció, a kabinnyomás elvesztése és az oxigén□rendszer légúti túlnyomásos üzemmódja miatt – bármelyik pillanatban kerülhet olyan helyzetbe, amikor az orrmelléküregekben és a középfülben hirtelen alakul ki a nyomásváltozás.

Ez a középfülben az egyensúlyszerv közelsége miatt okozhat vesztibularis tüneteket (például az alternobarikus vertigo jelenségét), amelyek a munkát és a koncentrációt akadályozzák, illetve lehetetlenné teszik, és ez repülőeseményekhez vezethet. A nyomásváltozás a fülkürti nyomás

akadályoztatása esetén hirtelen ronthatja a dobhártya rugalmasságát, konduktanciáját és ezzel a longitudinális hanghullámok mechanikus transzmisszióját, azaz a hallást befolyásolja. A nyomásváltozás kiegyenlítésében az orr átjárhatóságának kiemelt jelentősége van. Az orrnyálkahártya duzzanata kétségessé teszi a fülkürt átjárhatóságát, a nyomáskiegyenlítés zavara pedig barotraumát eredményezhet.

A vizsgálat menete

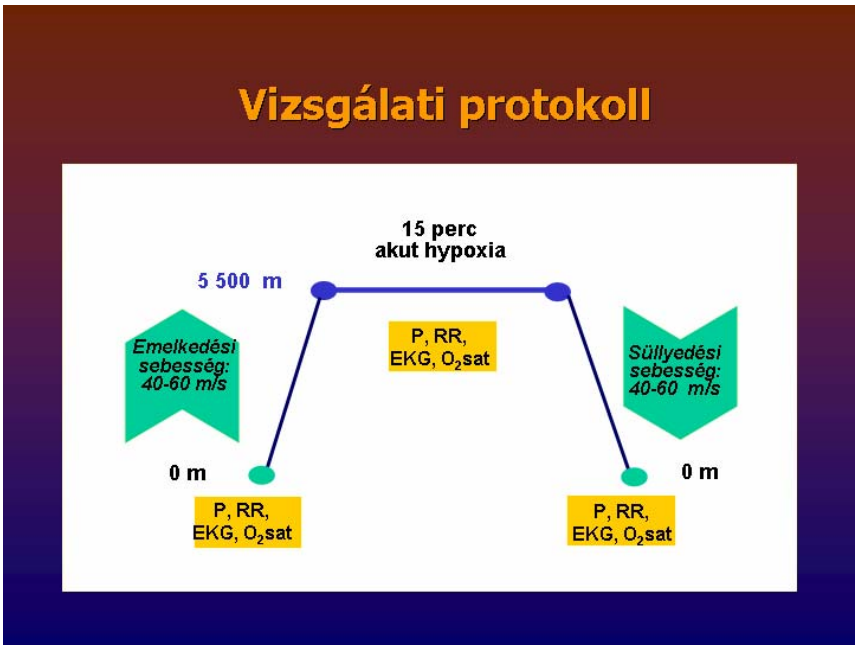
A vizsgálatot a Kecskeméti Repülőkórház hypobarikus kamrájában végeztem. *(10. ábra)*



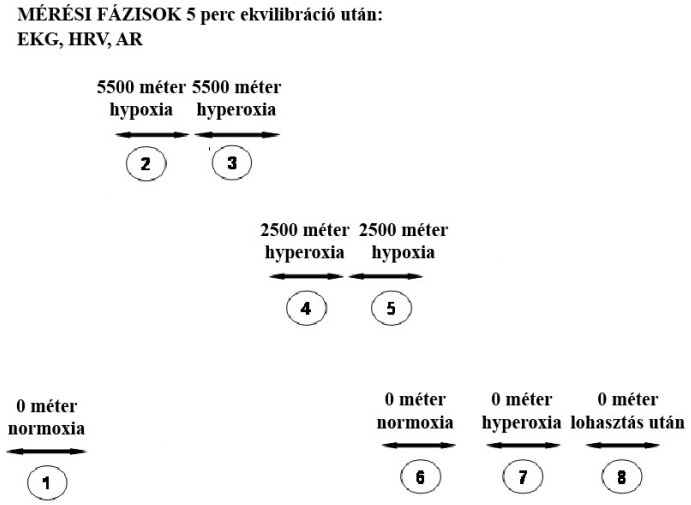
2. ábra: A barokamra

A barokamra vizsgálatok a Repülőorvosi Bizottság (ROB) által rendszeresített, jogszabályi szinten szabályozott 5500 m-es felszállási protokoll szerint történnek.[16] *(11. ábra)* Az orrnyálkahártya változékonyságának megállapítására lépcsőzetes módosított protokollt alkalmaztam a hypobaria és az oxigénellátottság öt perces ekvilibrációs periódusai utáni mérési pontokkal. *(12. ábra)*

[16] 16./1998.-as HM-Eü.M együttes rendelet



11. ábra: Felszállási protokoll



Vizsgálati fázisok
0 méter, légköri O_2
5 500 méter, 5 perces hypoxia vége
5 500 méter, 5 perces hyperoxia vége
2500 méter, 5 perces hyperoxia vége
2500 méter, 5 perces hypoxia vége
0 méter, normoxia
0 méter, 5 perces hyperoxia vége
0 méter, nyh. lohasztás után

12. ábra: Módosított protokoll, vizsgálati fázisok

A vizsgálatba 20 fő gyakorlatilag egészséges, a vizsgálatot önként vállaló pilótát (átlagéletkor 34 év) vontam be. A vizsgálatok 2007. január 1. és május 30. között történtek.

A vizsgált személyek előzetes belgyógyászati, fül-orr-gégészeti, neurológiai és szemészeti vizsgálaton estek át. Kizártam azokat, akiknek fizikális vizsgálattal megállapítható (rhinoscopia anterior, rhinoscopia posterior, orrendoszkópia) számottevő orrsövény ferdülése, vagy egyéb, az orrüreget, az orrmelléküregeket, vagy az orrgaratot érintő betegsége volt. Nem vettem be a vizsgálatba azokat, akik orrnyálkahártyára ható lokális vagy szisztémás szert használtak a megelőző két hétben, illetve depot szteroidot kaptak 2 hónapon belül. Szignifikánsnak vettem az orrsövényferdülést, ha a közös orrjáratot az orrüreg bármely szegmensében – rhinoscopia anteriorral való megítélésem alapján – több mint 50%-kal szűkítette. Dohányzásról (napi 10-15 szál) 4 pilóta számolt be. A felszállás előtt minden pilóta „Visual analogue scale”-n (VAS=1–10) értékelte szubjektív orrlégzését. A vizsgálatba csak olyan pilótákat válogattam be, akiknek a szubjektív orrlégzése a VAS szerint az 5-s értéket nem haladta meg. (*4. táblázat*)

Pilóta	**VAS (1–10)**		**Septum deviatio**	
	Jobb orrfél	**Bal orrfél**	**Jobbra**	**Balra**
1	2	3	-	+
2	1	3	+	-
3	5	1	+	-
4	2	2	-	-
5	3	1	+	-
6	1	5	-	-
7	1	1	-	-
8	5	3	+	-
9	4	5	-	+
10	1	1	+	-
11	2	3	-	-
12	4	2	+	-
13	1	1	+	-
14	1	1	-	+
15	4	1	+	-
16	1	1	-	-
17	2	3	-	-
18	1	1	-	-
19	3	3	-	-
20	2	2	-	+

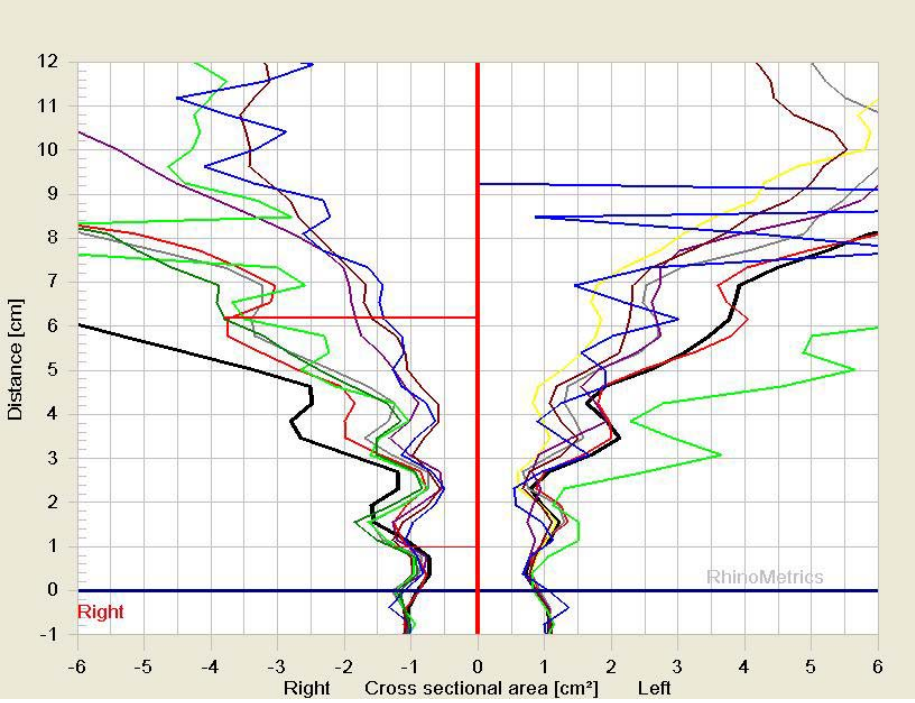
2. táblázat: Pilóták szubjektív orrlégzésének és a rhinoscopiának adatai

Vizsgálataim során 0 méteren (földi viszonyok között, ami megfelel 78 m tengerszint feletti magasságnak), valamint 2500 és 5500 méternek megfelelő hypobarikus-hypoxiás körülmények között mindenki számára azonos, rögzített kísérleti helyzetben végeztem el az akusztikus rhinometria méréseket. A hyperoxiás fázisban 100% oxigént adagoltunk 100 vízmm nyomáson. Leszállás után az orrnyálkahártya maximális lohasztását követően is megmértem az orrüreg térfogatát.

A vizsgált személyek élettani paramétereit – pulzus, vérnyomás, O_2-szaturáció, EKG – a felszállás során folyamatosan monitorozták a kamrán kívül elhelyezett megfigyelőrendszer monitorjain.

Az online adatokat két asszisztens és egy orvos folyamatosan nyomon követte. A barokamrában tartózkodó orvos vezette a módosított protokoll szerinti felszállásokat. Egy felszállás során a kamrában 2 pilóta orrnyálkahártyájának változását tudtam megmérni.

A 13. ábra egy pilóta jobb, illetve bal orrfelének a nyolc mérési szituációban kapott akusztikus visszaverődési görbéit ábrázolja.



13. ábra: 1 pilóta 8 mérési szituációban kapott terület-távolság görbéi

3. 7 Akusztikus rhinometria alkalmazása az orrdugulás elkülönítő diagnosztikájában a katonai alkalmasság szempontjából (2. klinikai kísérlet)

Az állomány nagy részét érintő rhinitis, ennek vonatkozásában a katonai szolgálat sajátosságai, mint a rhinitist kiváltó és súlyosbító tényező megköveteli, hogy a katonai szolgálatba lépés előtt és alatt a nasalis légutak átjárhatóságának felmérése a lehető legalaposabb módon valósuljon meg. Az orrdiagnosztikában használatos vizsgáló eljárások sokszor nem adnak egyértelmű választ arra, hogy a gátolt orrlégzés hátterében milyen mértékű a funkcionális, illetve az organikus elváltozás. A klinikai gyakorlatban a leggyakoribb probléma annak az eldöntése, hogy az orrlégzési panaszokat a nyálkahártya jelentős duzzanata (orrkagyló hipertrófia, allergiás rhinitis) vagy inkább organikus, strukturális elváltozás (orrsövényferdülés) okozza-e, esetleg kevert etiopatogenezisű betegségről van szó.

A felállított kísérletben tartós orrdugulásban (több mint 1 hónap) szenvedő katonák esetén keresztül bizonyítottam az akusztikus rhinometria szerepének, hasznosságának egyértelművé tételét az orrbetegségek differenciál diagnosztikájában és a hatékony kezelés megválasztásában az alkalmassági vizsgálatok során.

A vizsgálat menete

A vizsgálatokat 2006. 09. 01. és 2007. 09. 01. között hajtottam végre az MH Központi Honvédkórház Allergológiai Laboratóriumában mindenki számára egységes protokoll alapján.

A vizsgálatba bevont személyek száma 20 aktív katona volt (6 férfi, 14 nő), akik a VAS szerint hatnál magasabb fokú orrdugulásról számoltak be. Panaszuk időtartama meghaladta az 1 hónapot. Vizsgálatuk során a fertőzés okozta rhinitis lehetőségét kizártam. Dohányzásról (napi 10-20 szál) 8 személy tett említést.

Prick tesztelés során légúti allergén érzékenységet egyik betegnél sem mutattam ki. Orrtükri képük alapján egyértelmű funkcionális és/vagy organikus elváltozás jelenlétét igazolni nem tudtam. Tekintettel arra, hogy az akusztikus

rhinometria módszerének a helyét is meg kívántam határozni az orrdiagnosztikai vizsgálatok sorában, ezért előzetes képalkotó és endoszkópiás vizsgálatokat nem alkalmaztam.

Mindkét kísérletben külön meghatároztam az egyes orrfelek legszűkebb keresztmetszetét (MCA1, MCA2), az orr elülső 2,2 cm-es szakaszának térfogatát (VOL1), az orrbemenettől mért 2,2–5,4 cm közötti orrüregi térfogatot (VOL2) és az orr elülső 5,4 cm-ének a térfogatát (TVOL). A jobb és a bal orrfél adatait összeadva minden személyre vonatkozóan kiszámítottam a teljes orrüreg térfogati értékeit. A vizsgálatokban az orrüreg térfogat változásaira fókuszáltam.

Az 1. kísérletben minden pilótára vonatkozóan kiszámoltam az orrüreg térfogatváltozásait a felszállás során beállított 8 mérési szituációban, illetve a 0 méter (földi viszonyok, ami megfelel 78 m tengerszint feletti magasságnak) szinthez viszonyítva. 10 felszállás során a 8 mérési szituációban orrfelenként 3–3 mérést végeztem. Összesen 960 mérés adatait dolgoztam fel.

A 2. kísérletben minden betegre vonatkozóan kiszámítottam az egyes paramétereknek a nyálkahártya lohasztására bekövetkező százalékos változását és összehasonlítottam a két orrfél nyálkahártya lohasztás utáni abszolút értékeit egymáshoz viszonyítva. A kísérlet során 240 mérés adatát értékeltem.

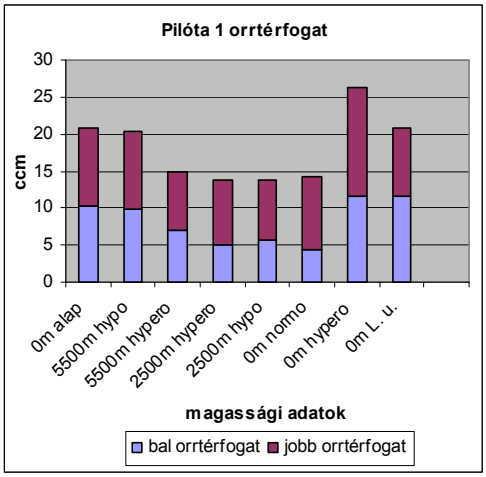
4. Vizsgálati eredmények

A vizsgálatot minden személynél eredményesen hajtottam végre. Az 1. kísérlet időtartama alatt a monitorozott fiziológiai paramétereket illetően a normál fiziológiás eltérésen kívüli, patológiás értéket nem észleltem, a hypobarikus hypoxia szakaszában oxigén belélegeztetésére nem volt szükség, a bekövetkezett verőeres oxigéntelítettség szint (oxigénszaturáció) változás 5500 méteren nem csökkent az élettanilag elfogadható 75–80%-os érték alá.

Minden pilótánál orrfelenként kiszámoltam és grafikonon ábrázoltam a nyolc mérési fázisban az orrüreg térfogat változásait. Az eredményeket a 14–33. ábrákon és az 5–24. táblázatokban rögzítettem. Az abszolút értékek mellett meghatároztam az orrtérfogatok földi körülményekhez viszonyított százalékos eltérését. (*34–53. ábrák, 25–44. táblázatok*)

1. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	10,38	10,41	20,79
2.	5500m hypoxia	5,12	8,12	13,24
3.	5500m hyperoxia	6,96	7,87	14,83
4.	2500m hyperoxia	9,87	10,45	20,32
5.	2500m hypoxia	5,76	8,12	13,88
6.	0m normoxia	8,34	9,94	18,28
7.	0m hyperoxia	10,55	9,23	19,78
8.	0m lohasztás után	11,67	14,69	26,36

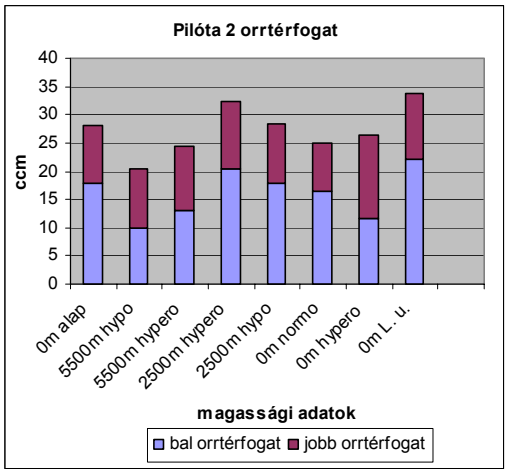
5. táblázat: 1. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



14.ábra: 1. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

2. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	17,93	10,14	28,07
2.	5500m hypoxia	9,87	10,45	20,32
3.	5500m hyperoxia	13,06	11,26	24,32
4.	2500m hyperoxia	20,37	11,97	32,34
5.	2500m hypoxia	16,44	8,49	24,93
6.	0m normoxia	17,91	10,58	28,49
7.	0m hyperoxia	11,57	14,69	26,26
8.	0m lohasztás után	22,14	11,67	33,81

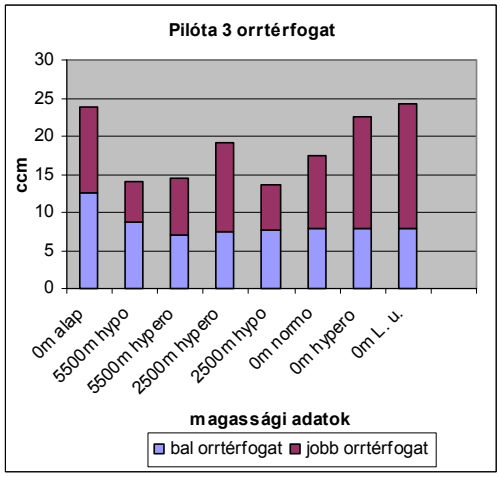
6. táblázat: 2. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



15.ábra: 2. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

3. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	10,61	11,22	21,83
2.	5500m hypoxia	8,65	5,4	14,05
3.	5500m hyperoxia	7,09	7,39	14,48
4.	2500m hyperoxia	7,55	11,68	19,23
5.	2500m hypoxia	7,73	5,89	13,62
6.	0m normoxia	7,92	9,49	17,41
7.	0m hyperoxia	7,87	14,69	22,56
8.	0m lohasztás után	7,96	16,25	24,21

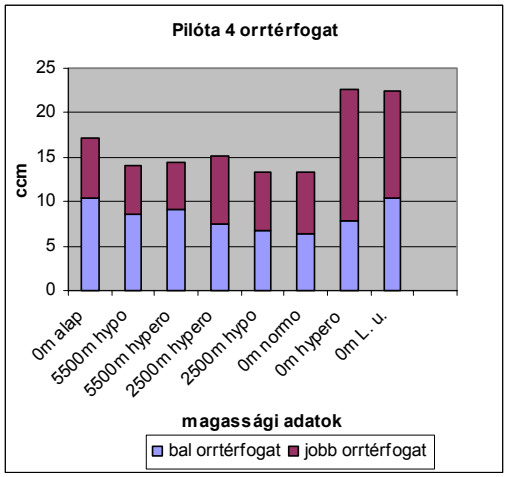
7. táblázat: 3. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



16.ábra: 3. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

4. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	10,42	6,69	17,11
2.	5500m hypoxia	8,65	5,4	14,05
3.	5500m hyperoxia	9,05	5,45	14,5
4.	2500m hyperoxia	7,47	7,73	15,2
5.	2500m hypoxia	6,67	6,64	13,31
6.	0m normoxia	6,39	6,94	13,33
7.	0m hyperoxia	7,87	11,69	19,56
8.	0m lohasztás után	10,34	12,18	22,52

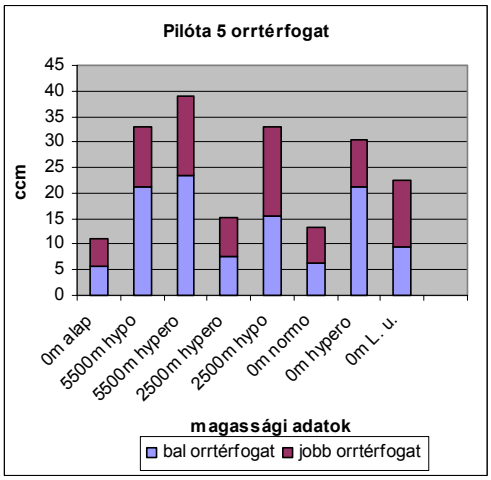
8. táblázat: 4. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



17.ábra: 4. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

5. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	17,87	16,32	34,19
2.	5500m hypoxia	12,23	10,57	22,8
3.	5500m hyperoxia	16,54	13,48	30,02
4.	2500m hyperoxia	14,28	11,86	26,14
5.	2500m hypoxia	12,94	10,56	23,5
6.	0m normoxia	15,25	13,26	28,51
7.	0m hyperoxia	17,84	13,23	31,07
8.	0m lohasztás után	23,45	13,14	36,59

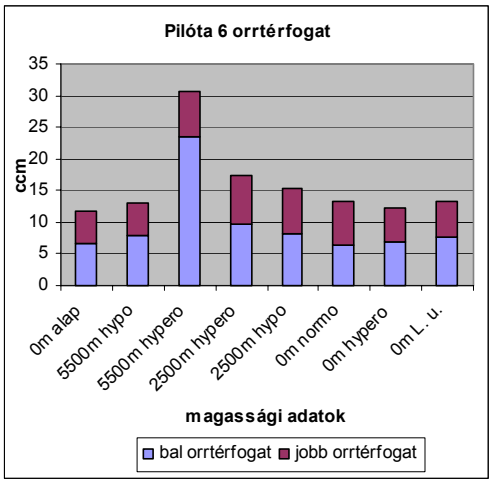
9. táblázat: 5. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



18.ábra: 5. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

6. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	9,65	7,73	17,38
2.	5500m hypoxia	7,97	5,08	13,05
3.	5500m hyperoxia	8,01	7,3	15,31
4.	2500m hyperoxia	12,45	7,21	19,66
5.	2500m hypoxia	6,35	6,97	13,32
6.	0m normoxia	8,28	6,94	15,22
7.	0m hyperoxia	9,65	7,73	17,38
8.	0m lohasztás után	10,46	9,68	20,14

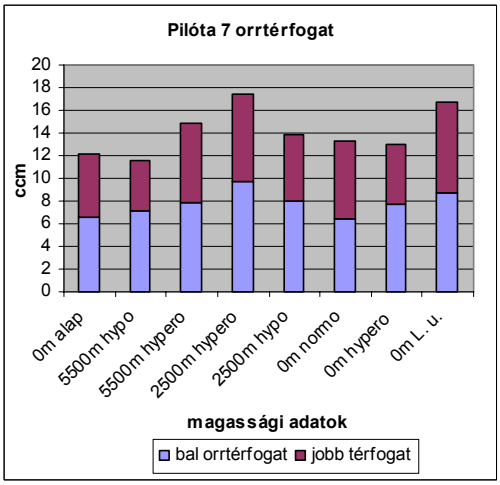
10. táblázat: 6. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



19.ábra: 6. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

7. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	8	5,59	13,59
2.	5500m hypoxia	7,1	4,49	11,59
3.	5500m hyperoxia	7,91	6,92	14,83
4.	2500m hyperoxia	8,67	7,73	16,4
5.	2500m hypoxia	6,52	5,91	12,43
6.	0m normoxia	6,39	5,4	11,79
7.	0m hyperoxia	7,65	6,94	14,59
8.	0m lohasztás után	9,65	8,03	17,68

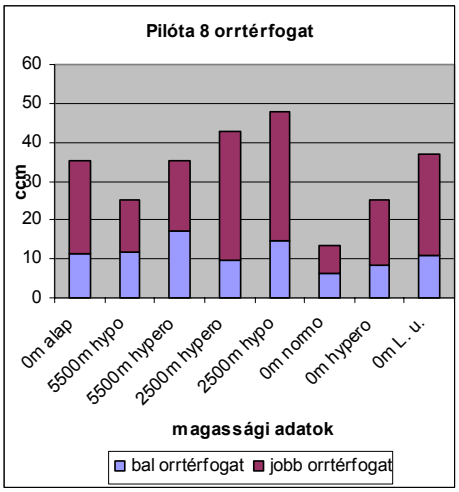
11. táblázat: 7. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



20.ábra: 7. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

8. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	11,37	20,07	31,44
2.	5500m hypoxia	8,68	11,31	19,99
3.	5500m hyperoxia	11,43	15,18	26,61
4.	2500m hyperoxia	13,63	15,56	29,19
5.	2500m hypoxia	9,65	15,3	24,95
6.	0m normoxia	9,68	13,46	23,14
7.	0m hyperoxia	9,32	16,73	26,05
8.	0m lohasztás után	15,87	26,13	42

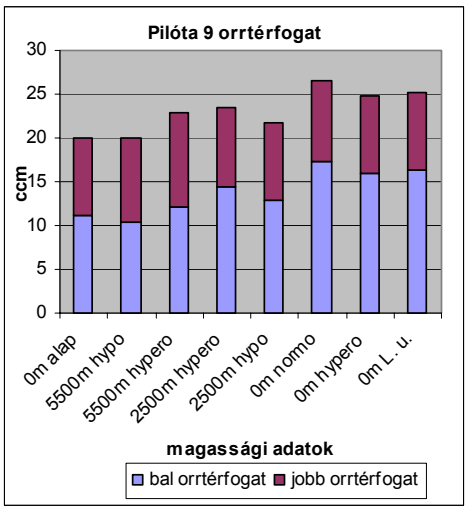
12. táblázat: 8. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



21.ábra: 8. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

9. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	12,8	8,88	21,68
2.	5500m hypoxia	9,3	6,71	16,01
3.	5500m hyperoxia	12,02	10,91	22,93
4.	2500m hyperoxia	14,47	8,9	23,37
5.	2500m hypoxia	11,1	8,88	19,98
6.	0m normoxia	13,23	8,76	21,99
7.	0m hyperoxia	16,02	8,87	24,89
8.	0m lohasztás után	17,32	9,25	26,57

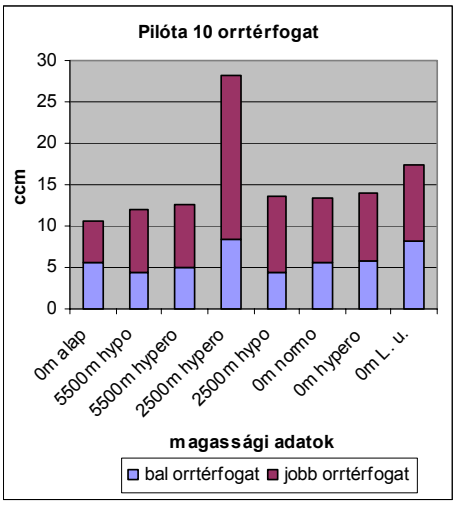
13. táblázat: 9. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



22.ábra: 9. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

10. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	5,54	9,19	14,73
2.	5500m hypoxia	4,37	5,05	9,42
3.	5500m hyperoxia	5,06	6,63	11,69
4.	2500m hyperoxia	7,34	7,32	14,66
5.	2500m hypoxia	4,35	5,55	9,9
6.	0m normoxia	5,67	7,68	13,35
7.	0m hyperoxia	5,76	8,26	14,02
8.	0m lohasztás után	8,24	10,14	18,38

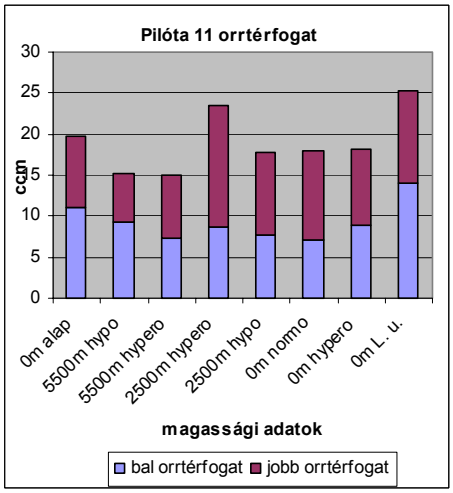
14. táblázat: 10. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



23.ábra:10. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

11. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	10,98	8,69	19,67
2.	5500m hypoxia	9,34	5,83	15,17
3.	5500m hyperoxia	7,4	7,69	15,09
4.	2500m hyperoxia	8,61	12,89	21,5
5.	2500m hypoxia	7,76	9,95	17,71
6.	0m normoxia	7,05	10,91	17,96
7.	0m hyperoxia	9,81	10,41	20,22
8.	0m lohasztás után	13,96	12,37	26,33

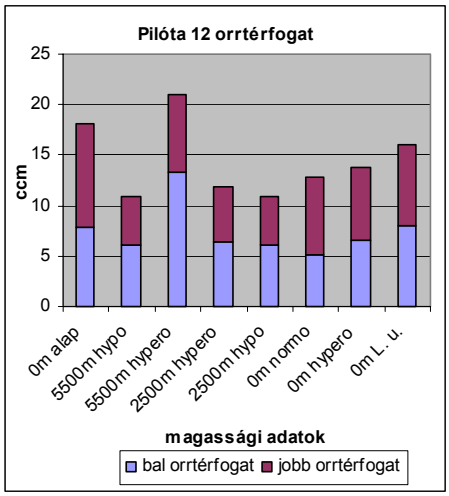
15. táblázat: 11. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



24.ábra:11.pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

12. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	7,91	8,04	15,95
2.	5500m hypoxia	6,1	4,86	10,96
3.	5500m hyperoxia	7,43	7,6	15,03
4.	2500m hyperoxia	6,43	5,39	11,82
5.	2500m hypoxia	6,01	4,81	10,82
6.	0m normoxia	5,11	7,75	12,86
7.	0m hyperoxia	6,52	7,26	13,78
8.	0m lohasztás után	8,04	10,21	18,25

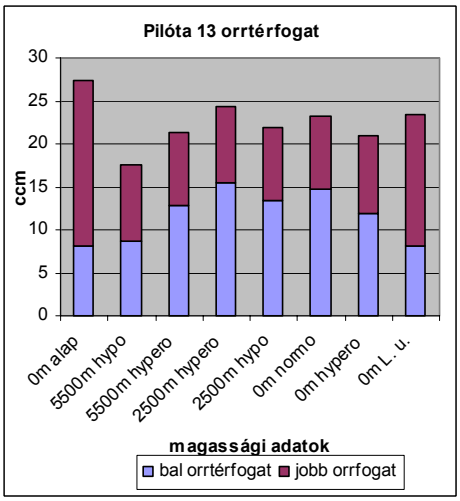
16. táblázat: 12. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



25.ábra: 12. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

13. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	13,23	12,89	26,12
2.	5500m hypoxia	8,72	8,88	17,6
3.	5500m hyperoxia	12,8	8,59	21,39
4.	2500m hyperoxia	15,41	8,97	24,38
5.	2500m hypoxia	13,44	8,54	21,98
6.	0m normoxia	11,94	8,59	20,53
7.	0m hyperoxia	12,44	9	21,44
8.	0m lohasztás után	12,43	19,37	31,8

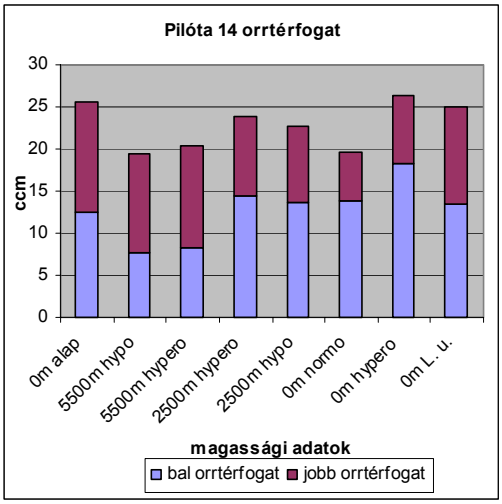
17. táblázat: 13. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



26.ábra: 13. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

14. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	12,45	11,43	23,88
2.	5500m hypoxia	7,68	10,21	17,89
3.	5500m hyperoxia	8,32	10,36	18,68
4.	2500m hyperoxia	14,49	9,44	23,93
5.	2500m hypoxia	13,59	9,13	22,72
6.	0m normoxia	13,91	5,78	19,69
7.	0m hyperoxia	14,56	8,04	22,6
8.	0m lohasztás után	18,78	13,17	31,95

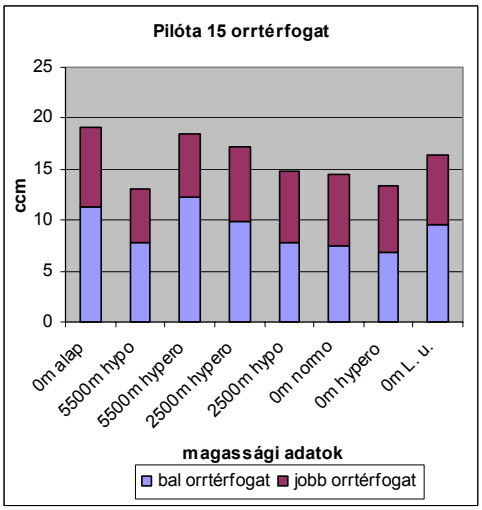
18. táblázat: 14. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



27.ábra: 14. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

15. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	11,37	7,76	19,13
2.	5500m hypoxia	7,73	5,39	13,12
3.	5500m hyperoxia	12,22	6,32	18,54
4.	2500m hyperoxia	9,86	7,32	17,18
5.	2500m hypoxia	7,75	7,09	14,84
6.	0m normoxia	7,46	7,01	14,47
7.	0m hyperoxia	7,84	7,73	15,57
8.	0m lohasztás után	13,21	8,43	21,64

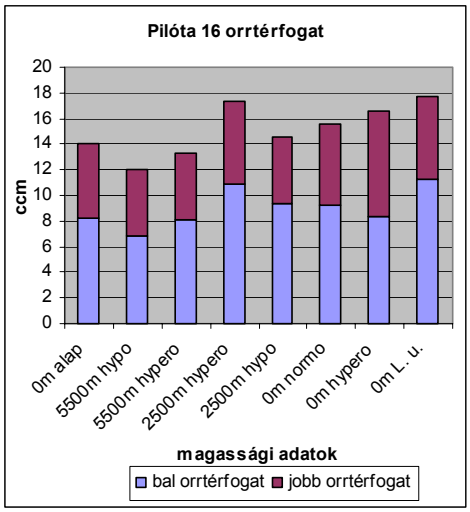
19. táblázat: 15. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



28.ábra: 15. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

16. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	8,19	5,83	14,02
2.	5500m hypoxia	5,84	4,85	10,69
3.	5500m hyperoxia	8,1	5,22	13,32
4.	2500m hyperoxia	10,91	6,42	17,33
5.	2500m hypoxia	9,35	5,15	14,5
6.	0m normoxia	9,2	6,35	15,55
7.	0m hyperoxia	8,35	8,29	16,64
8.	0m lohasztás után	11,25	6,42	17,67

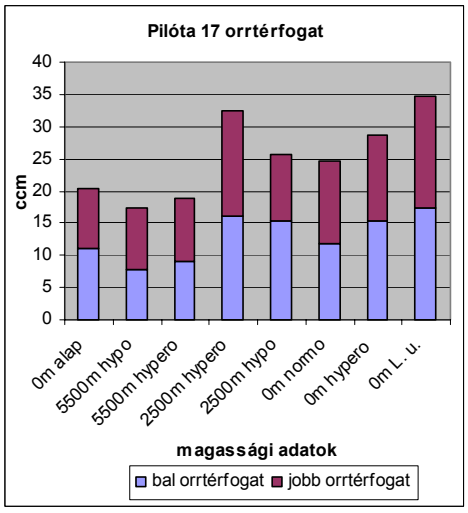
20. táblázat: 16. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



29.ábra: 16. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

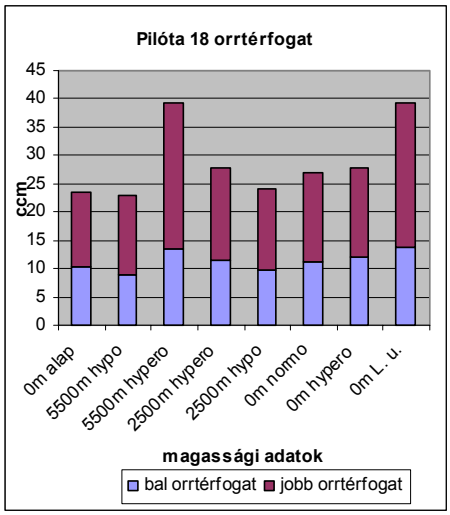
17. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	11,1	9,21	20,31
2.	5500m hypoxia	7,81	8,63	16,44
3.	5500m hyperoxia	8,95	9,82	18,77
4.	2500m hyperoxia	15,19	14,16	29,35
5.	2500m hypoxia	14,34	10,39	24,73
6.	0m normoxia	11,92	12,74	24,66
7.	0m hyperoxia	15,24	13,52	28,76
8.	0m lohasztás után	16,31	15,46	31,77

21. táblázat: 17. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



30.ábra: 17. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

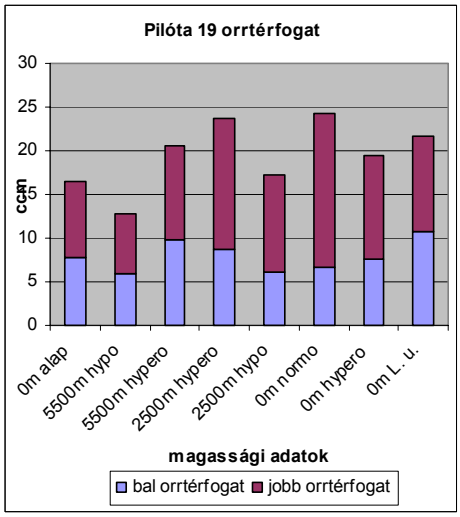
18. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	11,39	14,21	25,6
2.	5500m hypoxia	8,86	14,08	22,94
3.	5500m hyperoxia	13,57	18,31	31,88
4.	2500m hyperoxia	11,39	16,5	27,89
5.	2500m hypoxia	9,86	14,27	24,13
6.	0m normoxia	11,09	15,93	27,02
7.	0m hyperoxia	12,04	15,63	27,67
8.	0m lohasztás után	13,66	25,68	39,34



31.ábra: 18. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

22. táblázat: 18. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

19. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	7,86	8,64	16,5
2.	5500m hypoxia	5,86	6,93	12,79
3.	5500m hyperoxia	9,87	10,64	20,51
4.	2500m hyperoxia	8,62	11,02	19,64
5.	2500m hypoxia	6,15	9,32	15,47
6.	0m normoxia	6,6	10,98	17,58
7.	0m hyperoxia	7,62	11,87	19,49
8.	0m lohasztás után	10,65	15,11	25,76

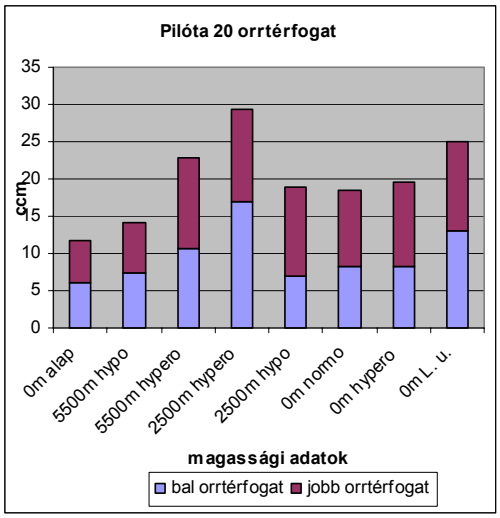


32.ábra: 19. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

23. táblázat: 19. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

20. pilóta				
Vizsgálati fázis		Volumen cm^3		
		Bal orrfél	Jobb orrfél	Közös orrüreg
1.	0m alap normoxia	9,64	11,56	21,2
2.	5500m hypoxia	7,42	6,76	14,18
3.	5500m hyperoxia	10,55	12,33	22,88
4.	2500m hyperoxia	11,34	12,5	23,84
5.	2500m hypoxia	7,01	11,99	19
6.	0m normoxia	8,32	10,26	18,58
7.	0m hyperoxia	9,25	11,33	20,58
8.	0m lohasztás után	13,05	13,87	26,92

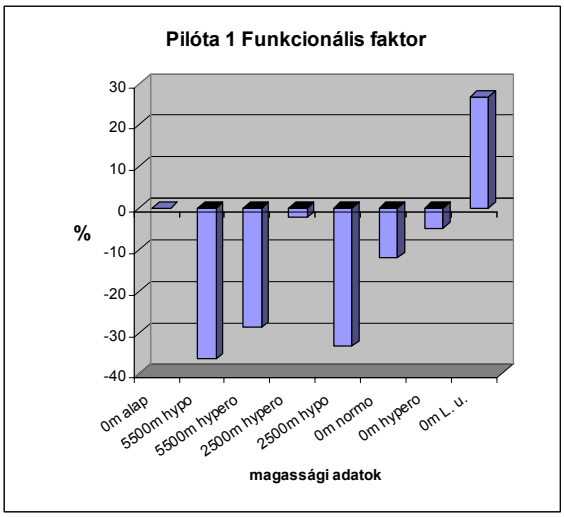
24. táblázat: 20. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során



33.ábra: 20. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során

1. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-36
3.	5500m hyperoxia	-29
4.	2500m hyperoxia	-2
5.	2500m hypoxia	-33
6.	0m normoxia	-12
7.	0m hyperoxia	-5
8.	0m lohasztás után	27

25. táblázat

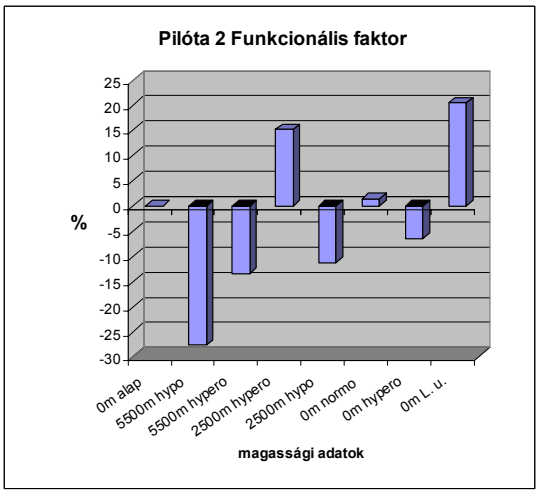


34. ábra

25. táblázat, 34. ábra: 1. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

2. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-28
3.	5500m hyperoxia	-13
4.	2500m hyperoxia	15
5.	2500m hypoxia	-11
6.	0m normoxia	1
7.	0m hyperoxia	-6
8.	0m lohasztás után	20

26 táblázat

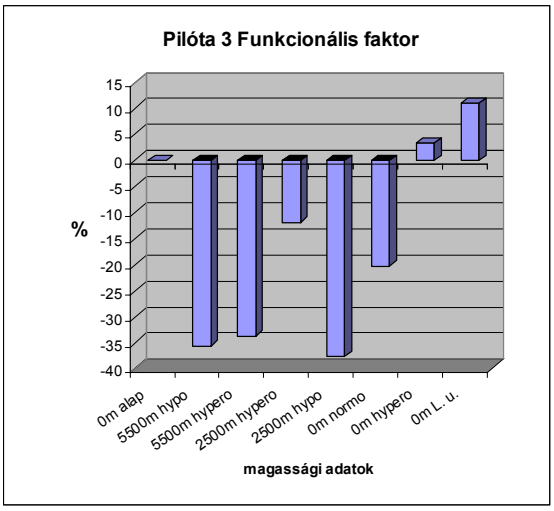


35. ábra

26. táblázat, 35. ábra: 2. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

3. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-36
3.	5500m hyperoxia	-34
4.	2500m hyperoxia	-12
5.	2500m hypoxia	-38
6.	0m normoxia	-20
7.	0m hyperoxia	3
8.	0m lohasztás után	11

27. táblázat

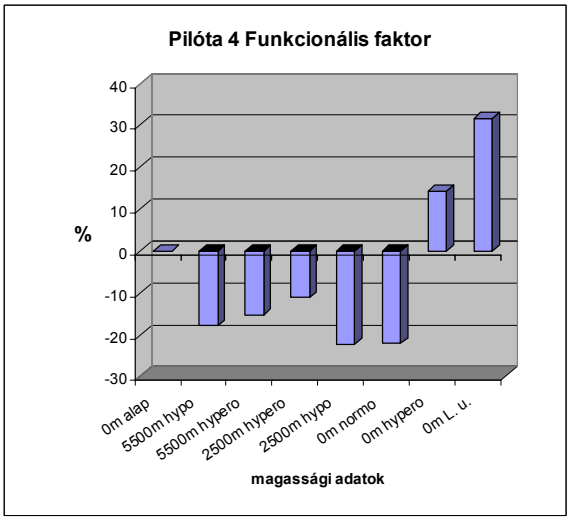


36. ábra

27. táblázat, 36. ábra: 3. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

4. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-18
3.	5500m hyperoxia	-15
4.	2500m hyperoxia	-11
5.	2500m hypoxia	-22
6.	0m normoxia	-22
7.	0m hyperoxia	14
8.	0m lohasztás után	32

28. táblázat

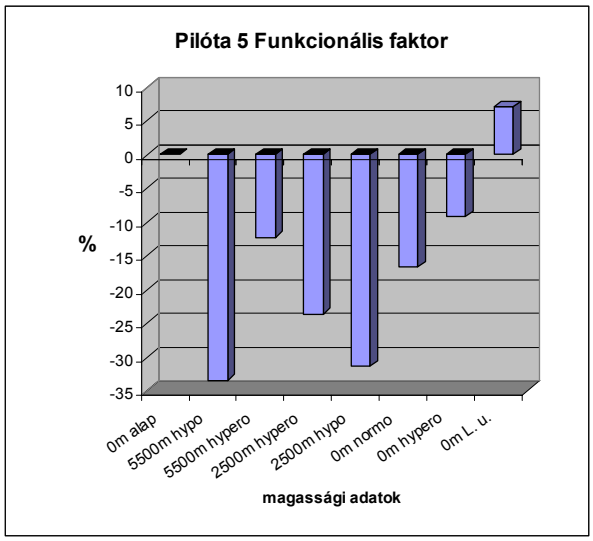


37. ábra

28. táblázat, 37. ábra: 4. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

5. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-33
3.	5500m hyperoxia	-12
4.	2500m hyperoxia	-24
5.	2500m hypoxia	-31
6.	0m normoxia	-17
7.	0m hyperoxia	-9
8.	0m lohasztás után	7

29. táblázat

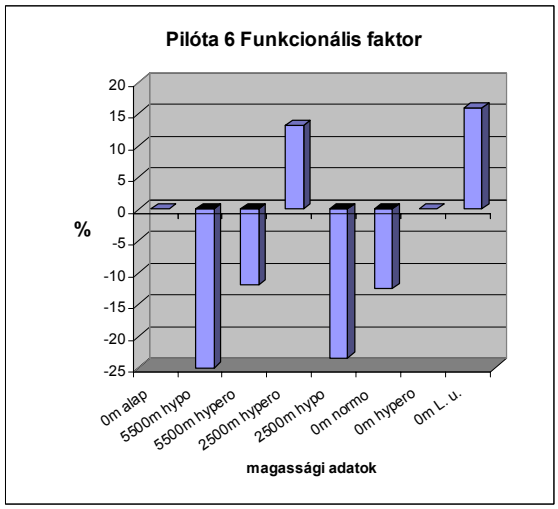


38. ábra

29. táblázat, 38. ábra: 5. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

6. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-25
3.	5500m hyperoxia	-12
4.	2500m hyperoxia	13
5.	2500m hypoxia	-23
6.	0m normoxia	-12
7.	0m hyperoxia	0
8.	0m lohasztás után	16

30. táblázat

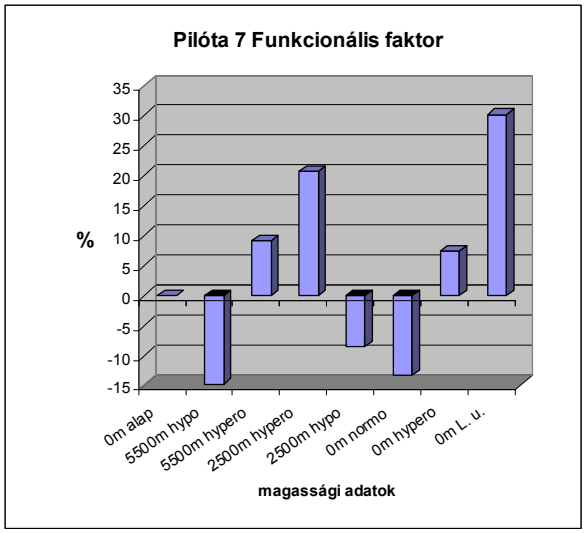


39. ábra

30. táblázat, 39. ábra: 6. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

7. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-15
3.	5500m hyperoxia	9
4.	2500m hyperoxia	21
5.	2500m hypoxia	-9
6.	0m normoxia	-13
7.	0m hyperoxia	7
8.	0m lohasztás után	30

31. táblázat

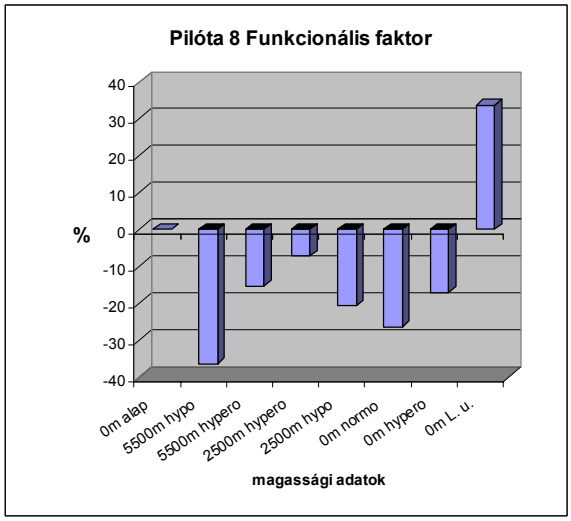


40. ábra

31. táblázat, 40. ábra: 7. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

8. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-36
3.	5500m hyperoxia	-15
4.	2500m hyperoxia	-7
5.	2500m hypoxia	-21
6.	0m normoxia	-26
7.	0m hyperoxia	-17
8.	0m lohasztás után	34

32. táblázat

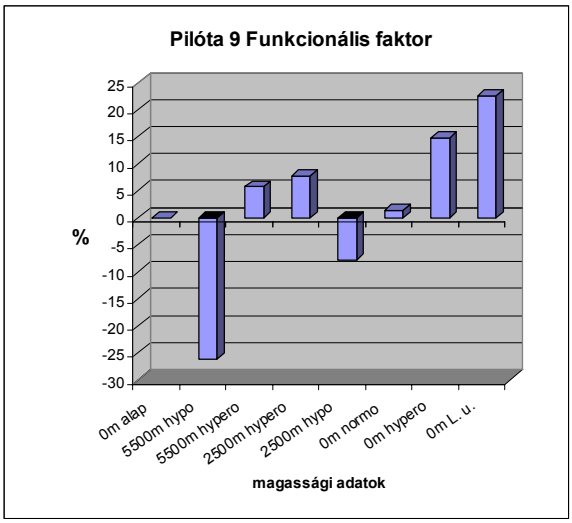


41. ábra

32. táblázat, 41. ábra: 8. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

9. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-26
3.	5500m hyperoxia	6
4.	2500m hyperoxia	8
5.	2500m hypoxia	-8
6.	0m normoxia	1
7.	0m hyperoxia	15
8.	0m lohasztás után	23

33. táblázat

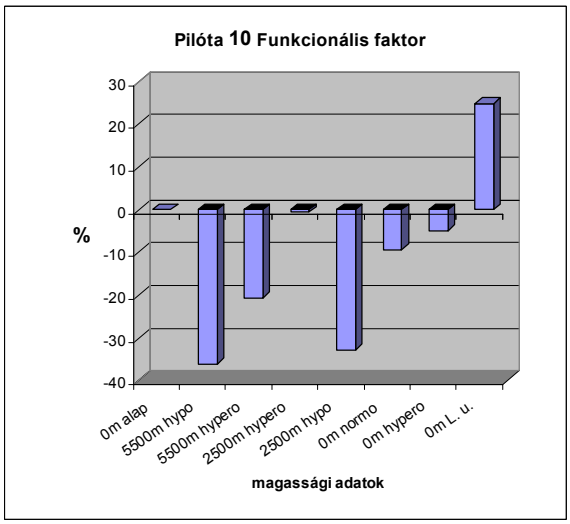


42. ábra

33. táblázat, 42. ábra: 9. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

10. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-36
3.	5500m hyperoxia	-21
4.	2500m hyperoxia	0
5.	2500m hypoxia	-33
6.	0m normoxia	-9
7.	0m hyperoxia	-5
8.	0m lohasztás után	25

34. táblázat

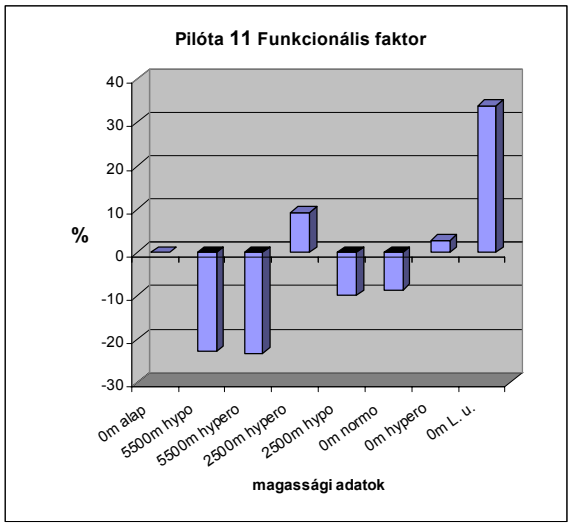


43. ábra

34. táblázat, 43.ábra: 10. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

11. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-23
3.	5500m hyperoxia	-23
4.	2500m hyperoxia	9
5.	2500m hypoxia	-10
6.	0m normoxia	-9
7.	0m hyperoxia	3
8.	0m lohasztás után	34

35. táblázat

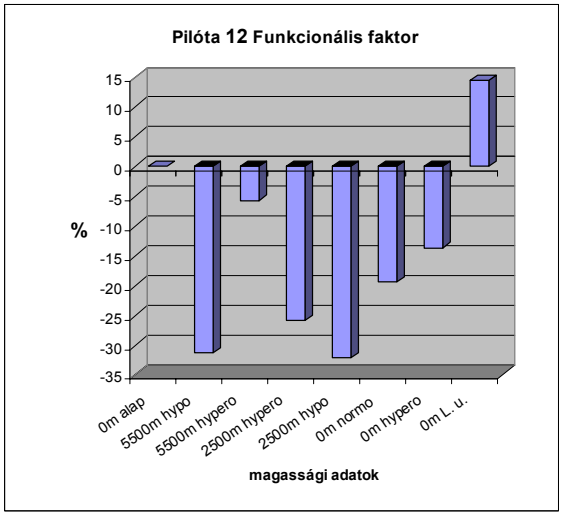


44. ábra

35. táblázat, 44. ábra: 11. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

12. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-31
3.	5500m hyperoxia	-6
4.	2500m hyperoxia	-26
5.	2500m hypoxia	-32
6.	0m normoxia	-19
7.	0m hyperoxia	-14
8.	0m lohasztás után	14

36. táblázat

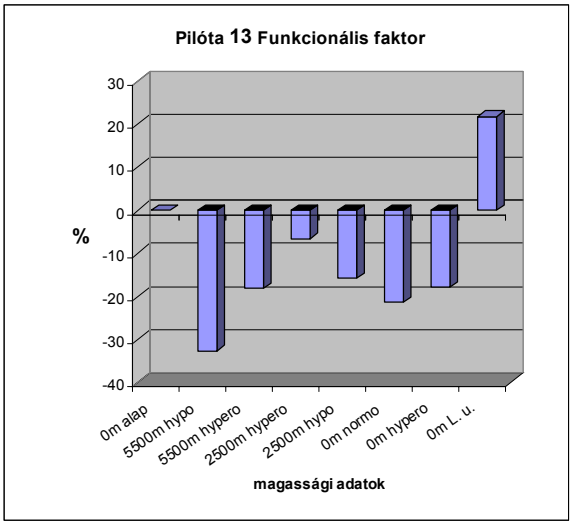


45. ábra

36. táblázat, 45. ábra: 12. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

13. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-33
3.	5500m hyperoxia	-18
4.	2500m hyperoxia	-7
5.	2500m hypoxia	-16
6.	0m normoxia	-21
7.	0m hyperoxia	-18
8.	0m lohasztás után	22

37. táblázat

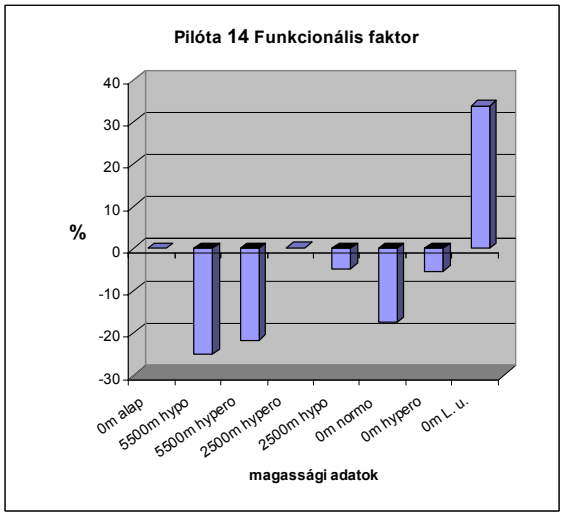


46. ábra

37. táblázat, 46. ábra: 13. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

14. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-25
3.	5500m hyperoxia	-22
4.	2500m hyperoxia	0
5.	2500m hypoxia	-5
6.	0m normoxia	-18
7.	0m hyperoxia	-5
8.	0m lohasztás után	34

38. táblázat

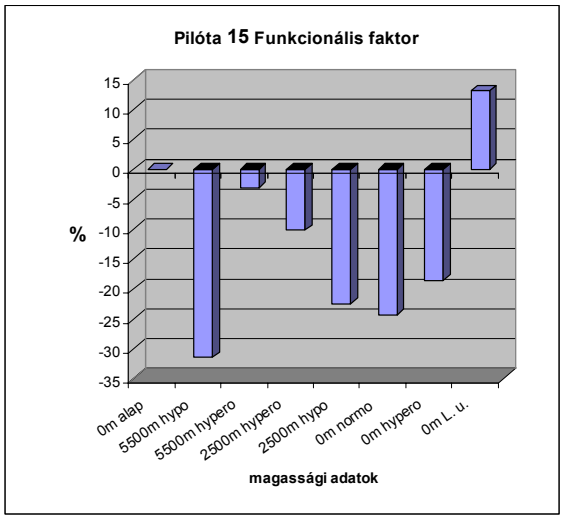


47. ábra

38. táblázat, 47. ábra: 14. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

15. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-31
3.	5500m hyperoxia	-3
4.	2500m hyperoxia	-10
5.	2500m hypoxia	-22
6.	0m normoxia	-24
7.	0m hyperoxia	-19
8.	0m lohasztás után	13

39. táblázat

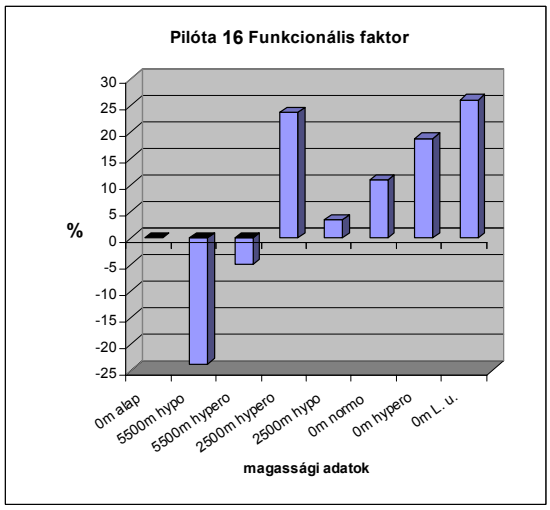


48. ábra

39. táblázat, 48. ábra: 15. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

16. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-24
3.	5500m hyperoxia	-5
4.	2500m hyperoxia	24
5.	2500m hypoxia	3
6.	0m normoxia	11
7.	0m hyperoxia	19
8.	0m lohasztás után	26

40. táblázat

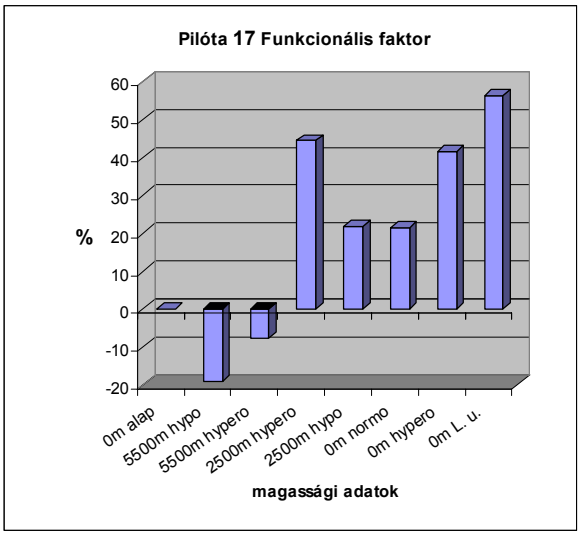


49. ábra

40. táblázat, 49. ábra: 16. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

17. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-19
3.	5500m hyperoxia	-8
4.	2500m hyperoxia	45
5.	2500m hypoxia	22
6.	0m normoxia	21
7.	0m hyperoxia	42
8.	0m lohasztás után	56

41. táblázat

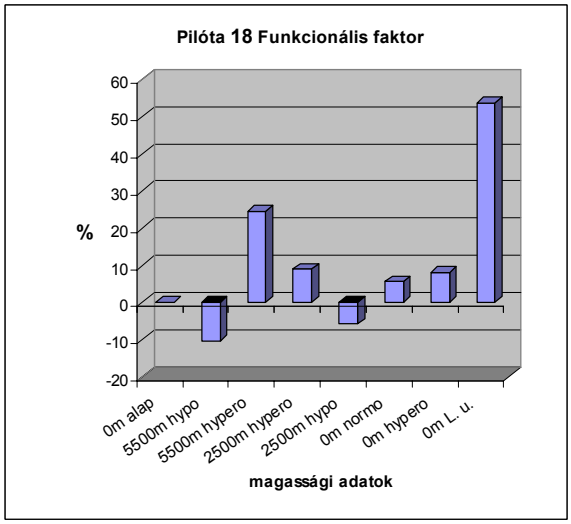


50. ábra

41. táblázat, 50. ábra: 17. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

18. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-10
3.	5500m hyperoxia	25
4.	2500m hyperoxia	9
5.	2500m hypoxia	-6
6.	0m normoxia	6
7.	0m hyperoxia	8
8.	0m lohasztás után	54

42. táblázat

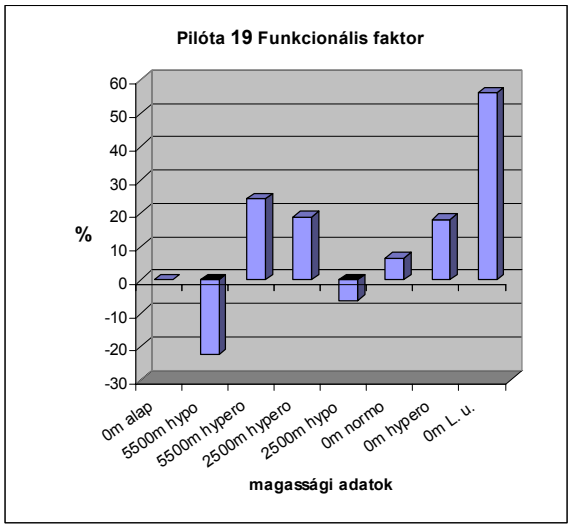


51. ábra

42. táblázat, 51. ábra: 18. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

19. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-22
3.	5500m hyperoxia	24
4.	2500m hyperoxia	19
5.	2500m hypoxia	-6
6.	0m normoxia	7
7.	0m hyperoxia	18
8.	0m lohasztás után	56

43. táblázat

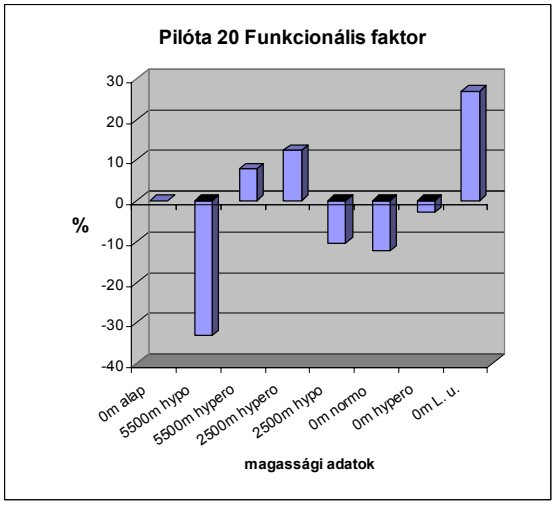


52. ábra

43. táblázat, 52. ábra: 19. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

20. pilóta		
Vizsgálati fázis		Funkcionális faktor %
1.	0m alap	
2.	5500m hypoxia	-33
3.	5500m hyperoxia	8
4.	2500m hyperoxia	12
5.	2500m hypoxia	-10
6.	0m normoxia	-12
7.	0m hyperoxia	-3
8.	0m lohasztás után	27

44. táblázat



53. ábra

44. táblázat, 53. ábra: 20. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során

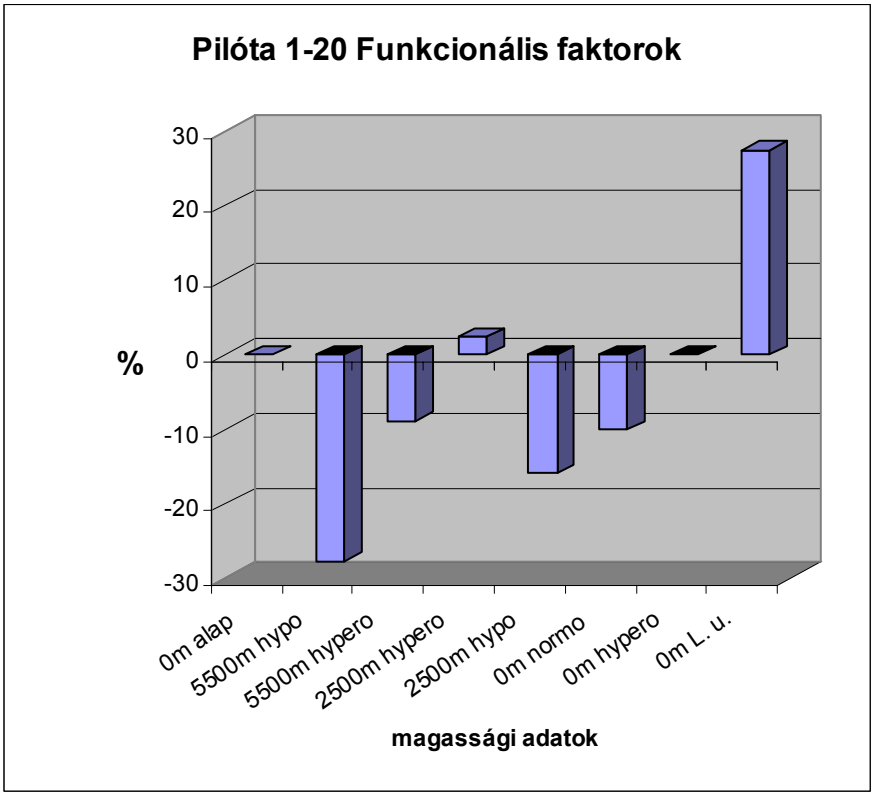
Az előzetes vizsgálatok során (rhinoscopia anterior) 8 személynél állapítottam meg a jobb orrfél szűkületét orrsövény ferdülés miatt. Ez korrelált a rhinometriás mérések során tapasztalt eredményekkel, mivel 9 esetben mind a 8 mérési fázisban a jobb orrfél térfogata elmaradt a bal orrfélhez képest.

Az orrtérfogat változásokból látható:

- A leszállás (normoxia) során mért orrtérfogat érték 14 esetben maradt el a felszállás előtt mért értékhez képest
- Oxigén belélegzése (hyperoxia) után 10 pilótánál az orrtérfogat értékei meghaladták a felszállás előtti értékeket mind a három magasságon.
- Mind a 20 pilóta orrtérfogata nagyobb volt a hyperoxiás feltételekben a hypoxiás feltételekben mértekhez képest.
- Az orrtérfogat értékei legnagyobb mértékben 17 főnél 5500 m hypoxiában, 3 főnél 2500 m hypoxiában csökkentek. E két feltételben az orrtérfogat egyik pilótánál sem érte el a kiindulási (felszállás előtti) értékeket.
- A felszállás során (5 fázis) 14 pilótának volt kisebb az orrtérfogata a felszállás előtti értékhez viszonyítva.
- 11 pilótánál a nyálkahártya maximális duzzanata (5500 m hypoxia) meghaladta a lohasztás utáni abszolút értéket.
- Minden pilótánál nyálkahártya lohasztás után kaptam a legnagyobb térfogat értékeket.

Tekintettel arra, hogy a kísérlet célja az orrnyálkahártya változásának leírása volt a felállított mérési helyzetekben, a csoport személyeinek orrtérfogat értékeinek változását statisztikai számítással támasztottam alá.

Igazoltam ($p \leq 0,005$), hogy a pilóták orrtérfogata szignifikánsan csökkent a magasság növekedésével és oxigén hiányban. Hyperoxia, valamint a nyálkahártya depletálása során ellentétes irányú folyamat következett be. *(54. ábra)*



54. ábra: Az orrüregek térfogatának (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz képest

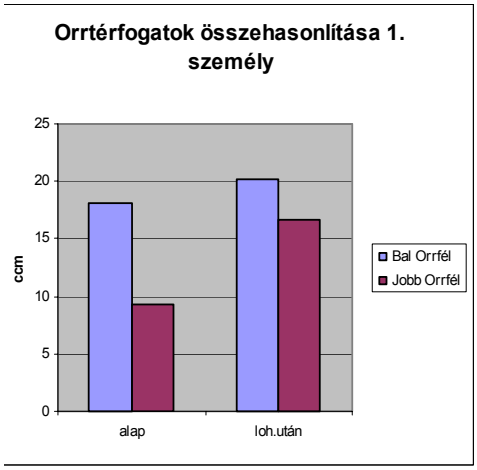
Összességében elmondható: a vizsgálatban résztvevő egyéneknél a magasság függvényében az orr térfogatának csökkenése figyelhető meg, mely a legnagyobb mértékű a 0–5500 méteres lépcsőben hypoxiát követően. Normobárikus hyperoxia során a 100% oxigénlégzés normális légköri nyomáson mind a 3 magassági szinten orrtérfogat növekedést eredményezett.

Az orrnyálkahártya depletáltságával (funkcionális faktor) megegyező ellentétes irányú folyamatot mutatott az orrtérfogat csökkenése 5500 méteren hypoxia során. Ez azt jelenti, hogy a pilóták orrnyálkahártyája maximálisan megduzzadt ebben a szituációban.

A vizsgált pilóták mindegyikének orrtérfogata 2500 és 5500 méteren szignifikánsan csökkent a felszállás előtt mért értékekhez képest, tehát a magasság növekedésével gátolt orrlégzésből eredő panaszokkal lehet számolni.

A húsz krónikus orrdugulásban szenvedő katona orrtérfogat változását a 55–74. ábrán és 45–64. táblázatban mutatom be.

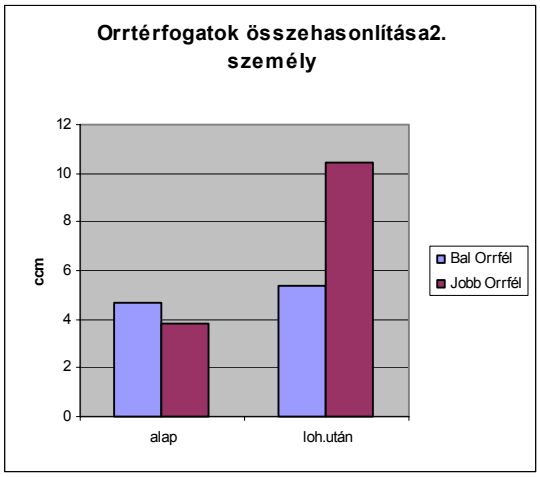
1. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	18,03	9,3
Lohasztás után	20,24	16,62



45. táblázat *55. ábra*

45. táblázat, 55. ábra: 1. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

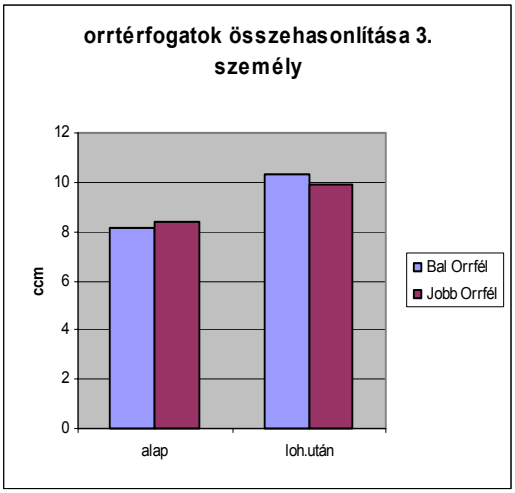
2. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	4,71	3,82
Lohasztás után	5,37	10,43



46. táblázat *56. ábra*

46. táblázat, 56. ábra: 2. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

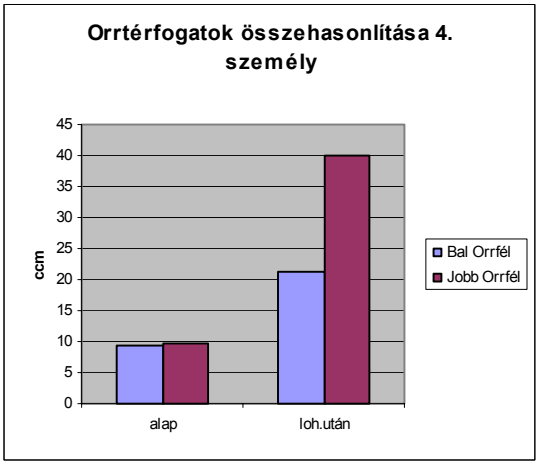
3. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	8,1	8,37
Lohasztás után	10,34	9,9



47. táblázat *57. ábra*

47. táblázat, 57. ábra: 3. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

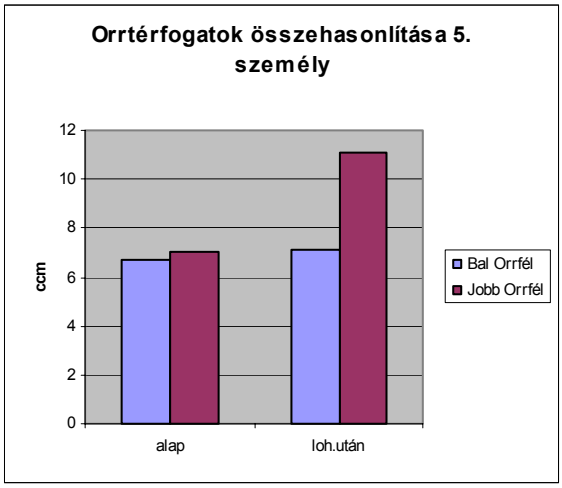
4. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	9,47	9,69
Lohasztás után	21,11	39,9



48. táblázat *58. ábra*

48. táblázat, 58. ábra: 4. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

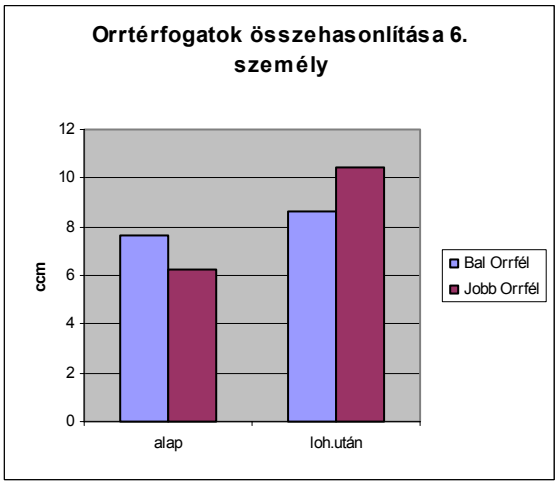
5. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	6,71	7,03
Lohasztás után	7,13	11,05



49. táblázat *59. ábra*

49. táblázat, 59. ábra: 5. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

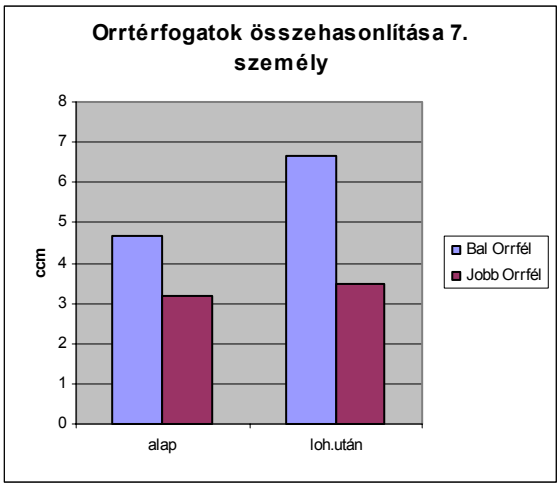
6. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	7,64	6,25
Lohasztás után	8,67	10,47



50. táblázat *60. ábra*

50. táblázat, 60. ábra: 6. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

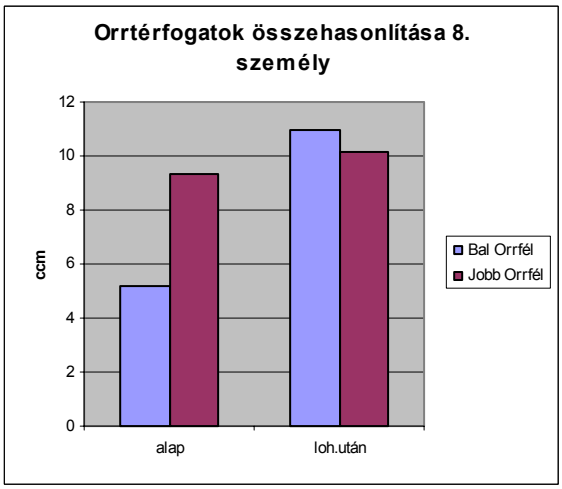
7. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	4,66	3,16
Lohasztás után	6,68	3,46



51. táblázat *61. ábra*

51. táblázat, 61. ábra: 7. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

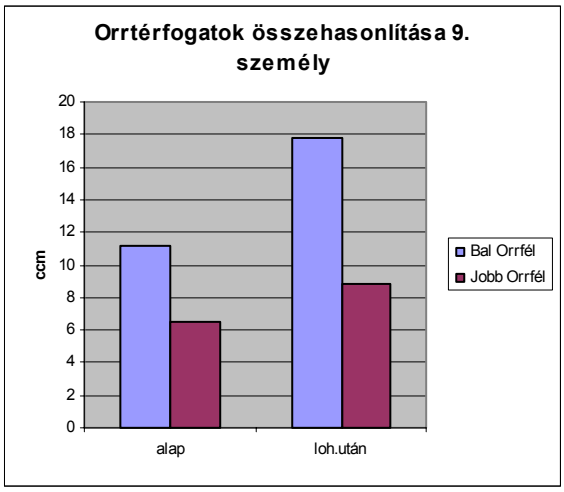
8. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	5,21	9,31
Lohasztás után	10,96	10,18



52. táblázat *62. ábra*

52. táblázat, 62. ábra: 8. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

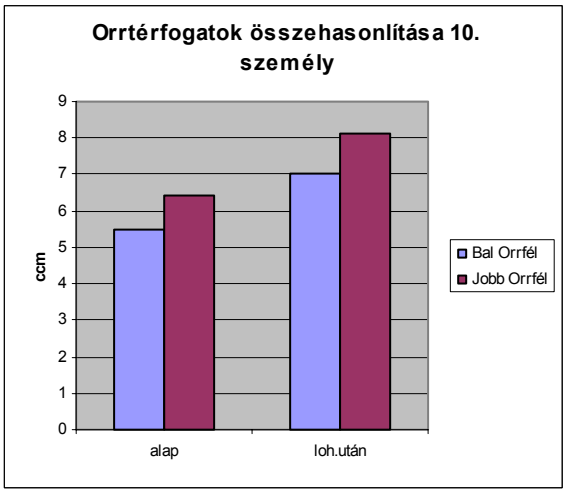
9. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	11,16	6,46
Lohasztás után	17,74	8,84



53. táblázat *63. ábra*

53. táblázat, 63. ábra: 9. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

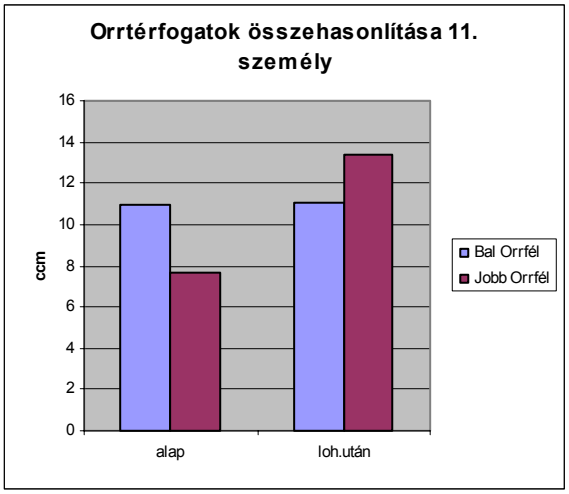
10. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	5,51	6,42
Lohasztás után	7,04	8,14



54. táblázat *64. ábra*

54. táblázat, 64. ábra: 10. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

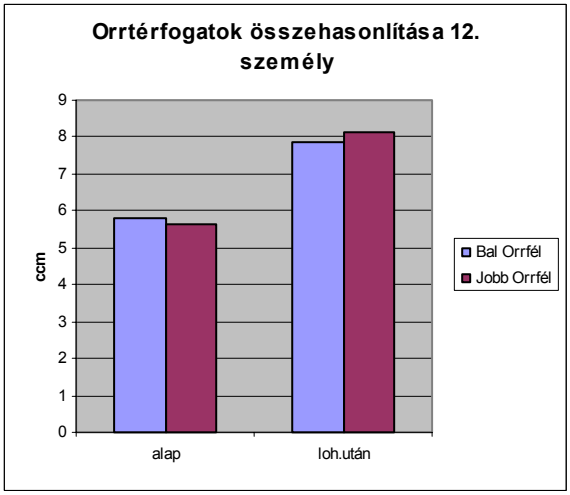
11. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	10,98	7,63
Lohasztás után	11,03	13,38



55. táblázat *65. ábra*

55. táblázat, 65. ábra: 11. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

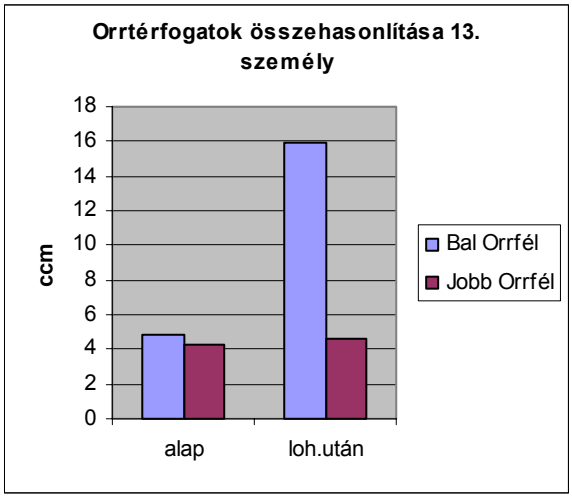
12. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	5,79	5,62
Lohasztás után	7,87	8,14



56. táblázat *66. ábra*

56. táblázat, 66. ábra: 12. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

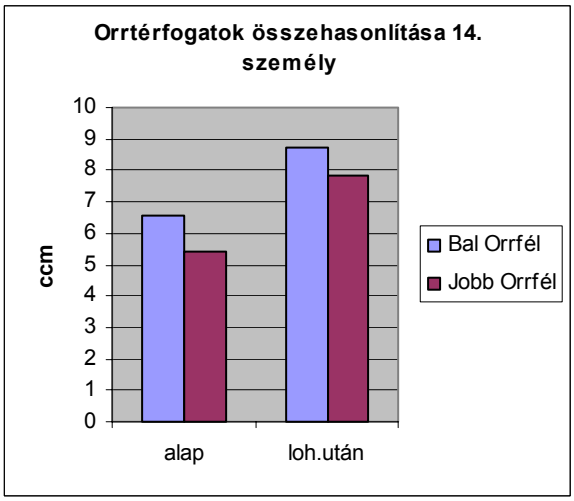
13. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	4,83	4,22
Lohasztás után	15,97	4,62



57. táblázat *67. ábra*

57. táblázat, 67. ábra: 13. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

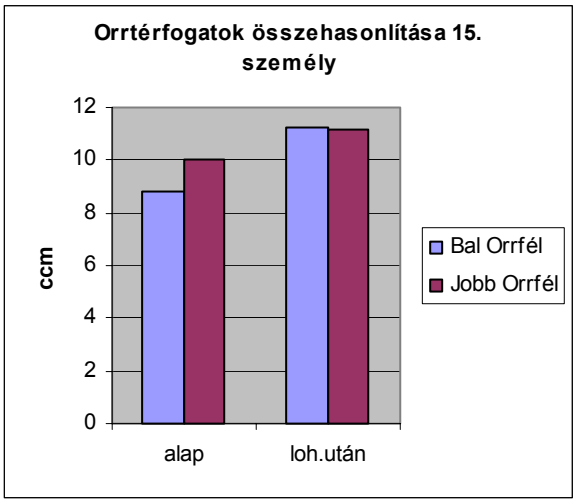
14. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	6,58	5,43
Lohasztás után	8,75	7,85



58. táblázat *68. ábra*

58. táblázat, 68. ábra: 14. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

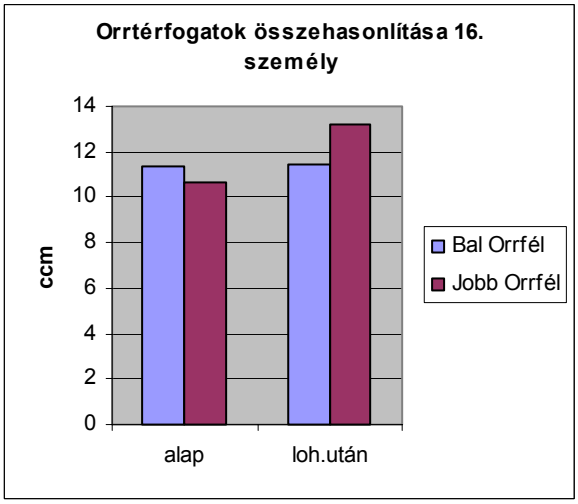
15. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	8,8	10,05
Lohasztás után	11,25	11,2



59. táblázat *69. ábra*

59. táblázat, 69. ábra: 15. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

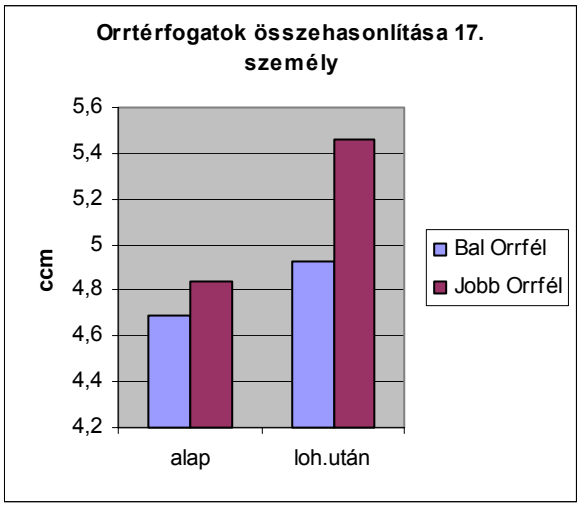
16. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	11,38	10,64
Lohasztás után	11,45	13,21



60. táblázat *70. ábra*

60. táblázat, 70. ábra: 16. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

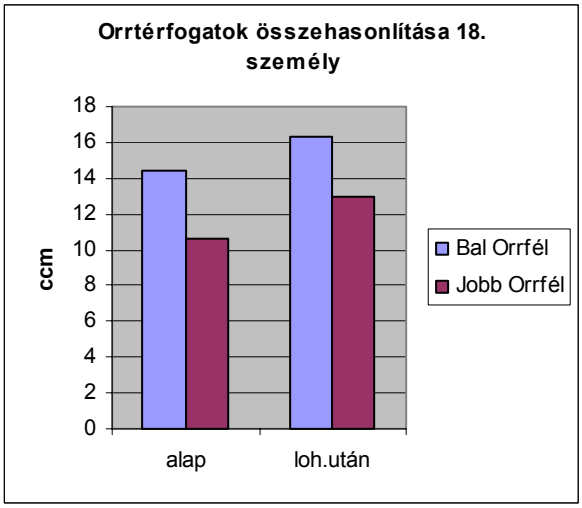
17. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	4,69	4,84
Lohasztás után	4,93	5,46



61. táblázat *71. ábra*

61. táblázat, 71. ábra: 17. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

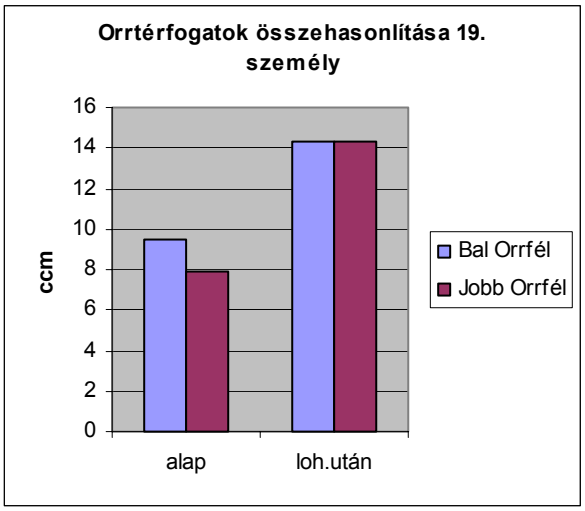
18. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	14,42	10,6
Lohasztás után	16,35	12,98



62. táblázat *72. ábra*

62. táblázat, 72. ábra: 18. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

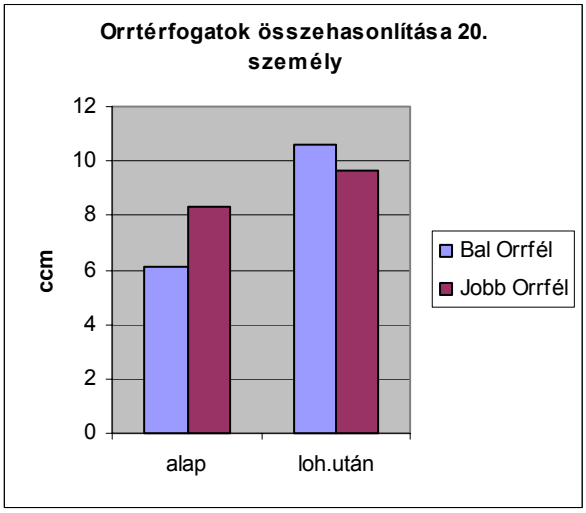
19. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	9,52	7,94
Lohasztás után	14,36	14,36



63. táblázat *73. ábra*

63. táblázat, 73. ábra: 19. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

20. személy		
Fázis	Volumen cm^3	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
Lohasztás előtt	6,12	8,33
Lohasztás után	10,62	9,66



64. táblázat *74. ábra*

64. táblázat, 74. ábra: 20. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai

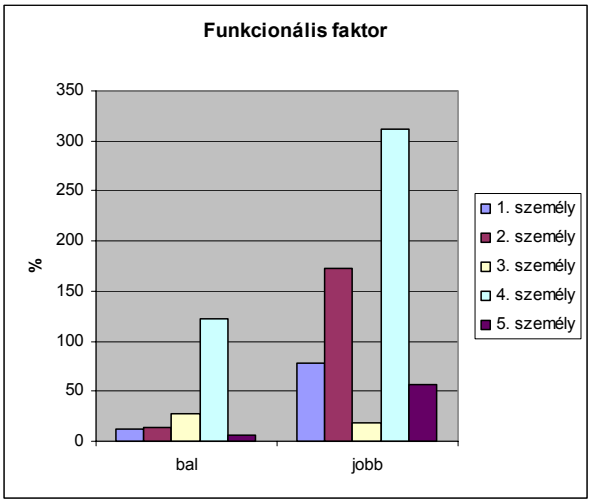
Egyénenként meghatároztam az orrnyálkahártya reagáló képességét (funkcionális faktor) a már ismert képlet alapján:

$$FF=\frac{(TVOL loh.\ után - TVOL\ loh.előtt \times 100)}{TVOL\ loh.\ előtt}$$

A funkcionális faktorok értékeit a 65., 66., 67., 68. táblázatban és a 75., 76., 77., 78. ábrán tüntettem fel.

Funkcionális faktor 1–5 személy		
Személy	Funkcionális faktor %	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
1.	12	79
2.	14	173
3.	28	18
4.	123	312
5.	6	57

65. táblázat

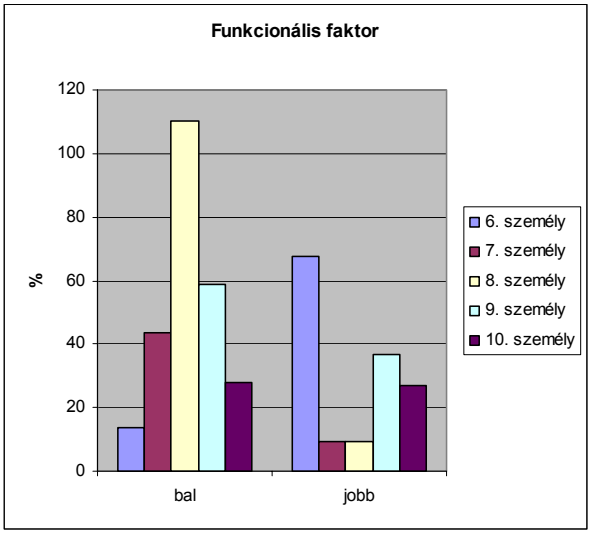


75. ábra

65. táblázat, 75. ábra: Bal és jobb orrfél funkcionális faktora 1–5. személynél

Funkcionális faktor 6–10 személy		
Személy	Funkcionális faktor %	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
6.	13	68
7.	43	9
8.	110	9
9.	59	37
10.	28	27

66. táblázat

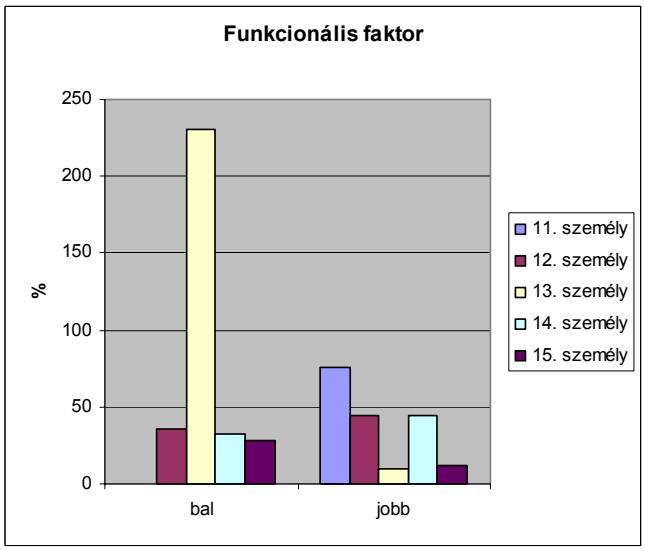


76. ábra

66. táblázat, 76. ábra: Bal és jobb orrfél funkcionális faktora 6–10. személynél

Funkcionális faktor 11–15 személy		
Személy	Funkcionális faktor %	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
11.	0	75
12.	36	45
13.	231	9
14.	33	45
15.	28	11

67. táblázat

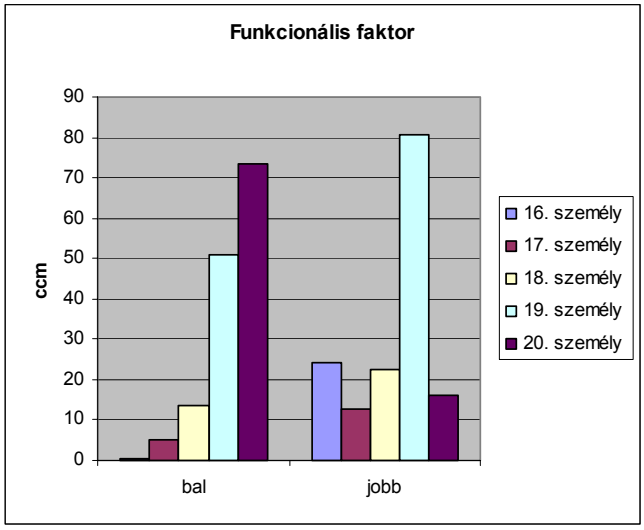


77. ábra

67. táblázat, 77. ábra: Bal és jobb orrfél funkcionális faktora 11–15. személynél

Funkcionális faktor 16–20 személy		
Személy	Funkcionális faktor %	
	Bal orrfél	Jobb orrfél
16.	1	24
17.	5	13
18.	13	22
19.	51	81
20.	74	16

68. táblázat



78. ábra

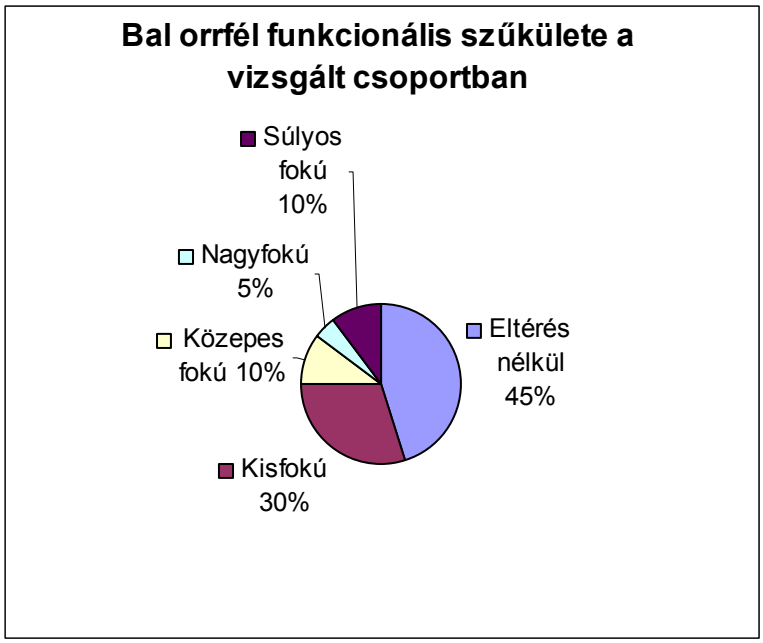
68. táblázat, 78. ábra: Bal és jobb orrfél funkcionális faktora 16–20. személynél

A funkcionális faktor adatainak értékelését a 2. táblázat szerint végeztem el. A bal orrfélre vonatkozóan 9 főnél a funkcionális faktor mértéke nem haladta meg a 30%-ot. 6 esetben kisfokú, 2 esetben közepesfokú, 1 esetben nagyfokú, 2 esetben súlyos fokú volt a funkcionális faktor.

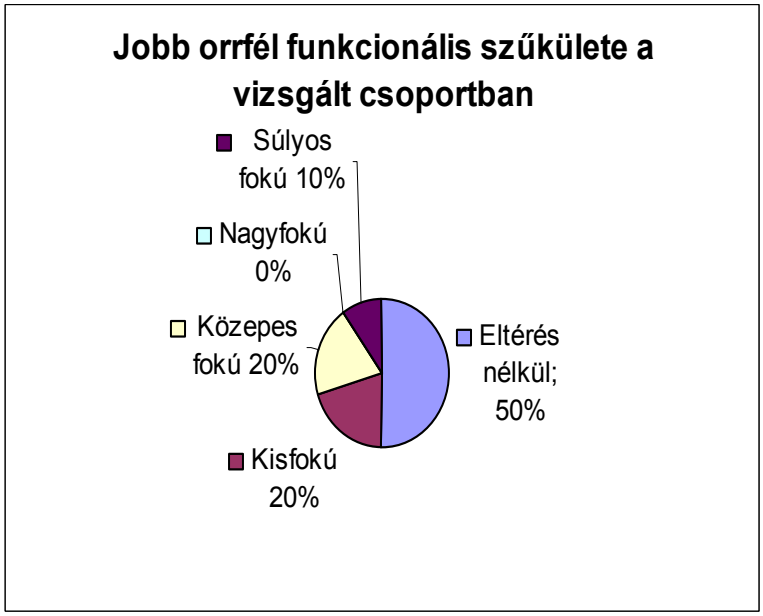
A jobb orrfél adatai a funkcionális faktorra vonatkozóan: 10 esetben eltérés nélkül, 4–4 esetben kis- és közepesfokú, 2 esetben súlyos fokú. (*69. táblázat, 79. és 80. ábra*)

Funkcionális szűkület					
Funkcionális faktor foka	Bal orrfél		Jobb orrfél		Közös orrüreg
	Fő	%	Fő	%	%
Eltérés nélkül	9	45	10	50	50
Kisfokú	6	30	4	20	25
Közepesfokú	2	10	4	20	15
Nagyfokú	1	5	0	0	0
Súlyosfokú	2	10	2	10	10

69. táblázat A bal, jobb orrfél valamint az orrüreg reakció készsége súlyosság szerint a vizsgált csoportban

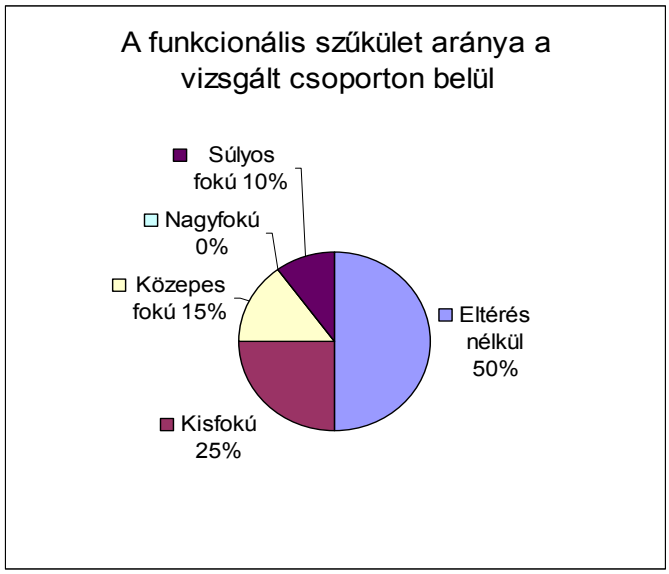


79. ábra A bal orrfél reakció készsége súlyosság szerint a vizsgált csoportban



80. ábra A jobb orrfél reakció készsége súlyosság szerint a vizsgált csoportban

A vizsgált csoporton belül a funkcionális faktor súlyossági felosztása a következők szerint alakult a teljes orrüregre számolva: eltérés nélkül 50%, kisfokú 25%, közepesfokú 15%, nagyfokú 0%, súlyosfokú 10%. (*81. ábra*)

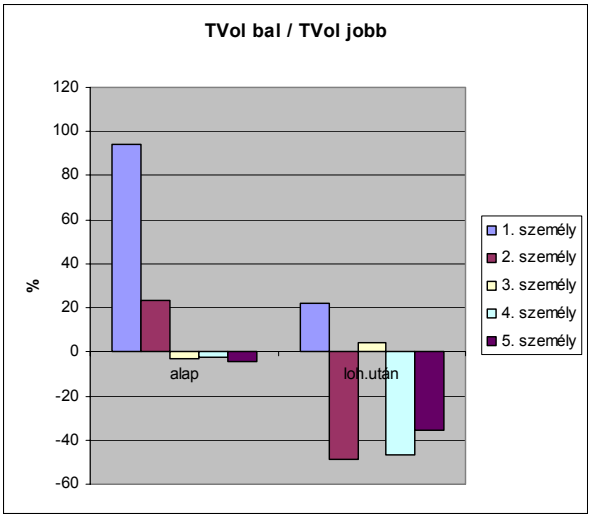


81. ábra Az orrnyálkahártya reagáló képessége súlyosság szerint

Az orrüreg organikus eltéréseire a nyálkahártya lelohasztott állapotában következtettem. Egyénenként összehasonlítottam a két orrfél térfogatának egymáshoz való viszonyát a vazokonstriktoros lohasztás előtt és a depléciót követően. Így meg tudtam határozni a két orrfél egymáshoz való viszonyát. Az eredményeket a 82., 83., 84., 85. ábrán és a 70. 71. 72. 73. táblázatban tüntettem fel.

Volumen bal orrfél/jobb orrfél 1–5 személy		
Személy	VOL változás bal/jobb %	
	Lohasztás előtt	Lohasztás után
1.	94	22
2.	23	-49
3.	-3	4
4.	-2	-47
5.	-5	-35

70. táblázat

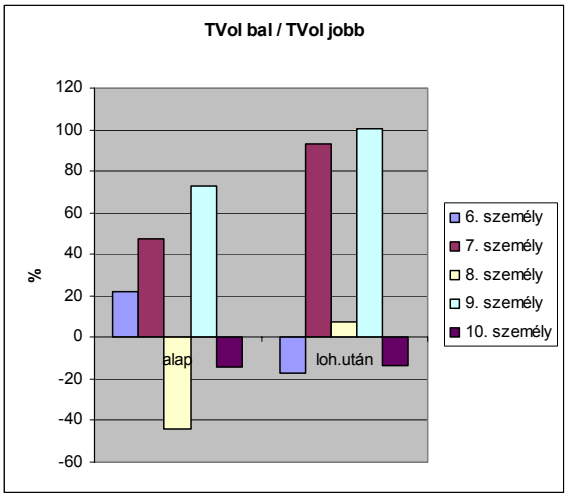


82. ábra

70. táblázat, 82. ábra: Bal és jobb orrfél viszonya lohasztás előtt és után 1–5. személynél

Volumen bal orrfél/jobb orrfél 6–10 személy		
Személy	VOL változás bal/jobb %	
	Lohasztás előtt	Lohasztás után
6.	22	-17
7.	47	93
8.	-44	8
9.	73	101
10.	-14	-14

71. táblázat

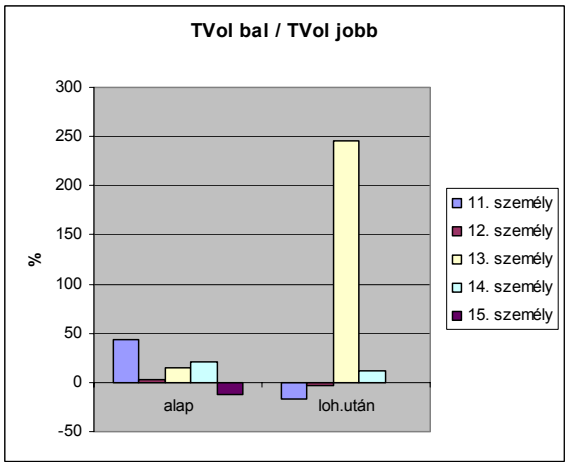


83. ábra

71. táblázat, 83. ábra: Bal és jobb orrfél viszonya lohasztás előtt és után 6–10. személynél

Volumen bal orrfél/jobb orrfél 11–15 személy		
Személy	VOL változás bal/jobb %	
	Lohasztás előtt	Lohasztás után
11.	44	-18
12.	3	-3
13.	14	246
14.	21	11
15.	-12	0

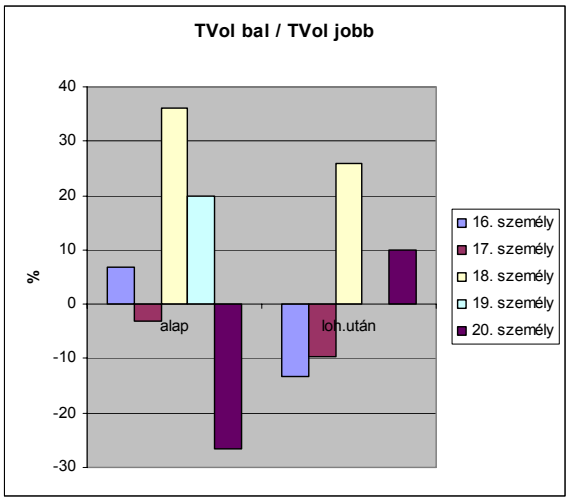
72. táblázat



84. ábra

72. táblázat, 84. ábra: Bal és jobb orrfél viszonya lohasztás előtt és után 11–15. személynél

Volumen bal orrfél/jobb orrfél 16–20 személy		
Személy	VOL változás bal/jobb %	
	Lohasztás előtt	Lohasztás után
16.	7	-13
17.	-3	-10
18.	36	26
19.	20	0
20.	-27	10

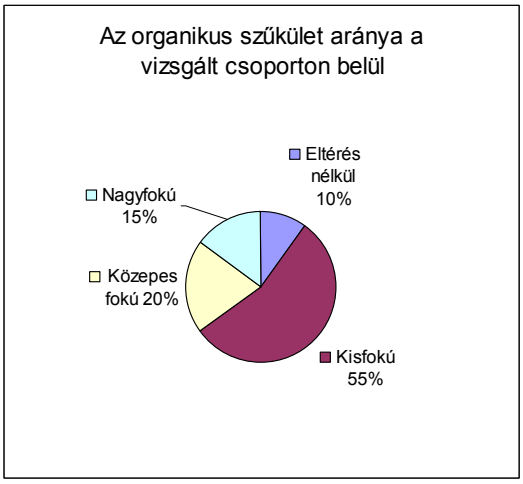


73. táblázat *85. ábra*

73. táblázat, 85. ábra: Bal és jobb orrfél viszonya lohasztás előtt és után 16–20. személynél

A csoport tagjainál az organikus szűkület fokát a már bemutatott 3. táblázat alapján értékeltem. Az eredmények alapján elmondható, hogy az orrdugulás hátterében a vizsgált csoportban 7 főnél tapasztaltam olyan fokú elváltozást, amelyre műtéti megoldást javasoltam. (*74. táblázat, 86. ábra*)

Organikus szűkület		
Organikus szűkület foka	Vol.bal/jobb loh.után	
	Fő	%
Eltérés nélkül	2	10
Kisfokú	11	55
Közepesfokú	4	20
Nagyfokú	3	15



74. táblázat *86. ábra*

74. táblázat, 86. ábra: Az organikus szűkület aránya a vizsgált csoportban

5. Megbeszélés

Számos klinikai vizsgálatban bizonyították, hogy az akusztikus rhinometria módszere alkalmas az orrüreg első 6 centiméterére eső térfogat változásának a mérésére. A módszerrel a komplex kísérleti elrendezésben a ma is komoly repülésbiztonsági kockázati tényezőnek számító hypobarikus-hypoxia hatását vizsgáltam az orrnyálkahártya változékonyságára.

Megállapítottam, hogy hypobarikus hypoxiában az orrnyálkahártya olyan fokú duzzanata jellemző, amely az orr átjárhatóságát jelentősen gátolja. A hypobarikus-hypoxia alatt a nagyfokú nyálkahártya duzzanat következtében átmenetileg károsodhat a hallás és egyensúlyozás funkciója.

Oxigén belélegzése (normobarikus-hyperoxiás feltételek) az orrlégzés szabadabbá válását eredményezte.

A hypoxiás állapot potenciális agyi vazodilatátorként szerepel és a szabályozás központi elemét alarmírozza. A vizsgált hajózóknál, mint akklimatizált egyéneknél a szaturáció nem tért el a normális értékektől. Ebből arra következtetek, hogy az orrátjárhatóság csökkenésében az orrnyálkahártya ereinek szabályozásában részt vevő helyi folyamatoknak van döntően jelentősége. A hypobaria a mechanoreceptorokon keresztül az orrnyálkahártya struktúráira gyakorol közvetlen hatást, ezáltal generálva a helyi folyamatokat. Ugyanakkor, főként nem akklimatizált személyeknél a hypoxia hatásait, amelyek függnek a magasságtól, az állóképességtől vagy alkalmazkodástól, a külső tényezőktől, mint a fizikai munka vagy gyorsulás sem lehet figyelmen kívül hagyni.

A helyi szabályozó folyamatok (direkt hisztamin felszabadulás, axon-reflex mechanizmus) “kisiklása” neurogén gyulladást, az orrnyálkahártya hiperreaktivitását okozzák. Következtében különösen az alsó orrkagylók duzzanata miatt csökken az orr térfogata. Az ebből adódó patofiziológiai események sorában romlik az orrmelléküregek és a középfül esélye a nyomáskiegyenlítődés szempontjából. Mindez dobüregi bevérzést, halláscsökkenést, fejfájást okozhat. Az egyensúlyszerv közelsége miatt felléphetnek vesztibularis tünetek és barotrauma, melyek következménye akut cselekvőképtelenség lehet.

Az epidemiológiai vizsgálatok alapján látható, hogy az állomány jelentős része szenved krónikus orrlégzési zavarban. A konkrét repülőélettani vizsgálattal bizonyítottam, hogy az orrlégzési problémával nem bíró hajózó személyzet orrtérfogata jelentősen csökken hypobarikus-hypoxia állapotában. Ebből következik, hogy amennyiben „rhinitises" személyzetet teszünk ki extrém körülményeknek, a gátolt orrlégzésből eredő panaszok megsokszorozódhatnak.

Annak érdekében, hogy repülés alatt a hypobarikus-hypoxia állapotában a hajózónál minimálisra csökkentsük a gátolt orrlégzésből eredő hallás, fájdalom és egyensúly zavarokat, az alkalmasság vizsgálat során kell törekednünk az orr állapotának minél alaposabb felmérésére.

A 2. klinikai kísérlet vizsgálati eredményei alapján megállapítottam, hogy a krónikus orrdugulásban szenvedő csoporton belül az orrlégzési panaszok hátterében milyen arányban fordult elő funkcionális, illetve organikus eltérés. A vizsgálat alátámasztotta, hogy e vizsgáló módszer segítségével a tartós orrdugulásban szenvedő betegeknél könnyen meghatározható az orr légutak gátoltságának funkcionális, vagy organikus jellege. Egyénenként könnyen értékelhető és meghatározható volt az orrnyálkahártya reagáló képessége, az egyik vagy másik orrfél anatómiai szűkülete.

A vizsgálati eredmények birtokában ajánlást tudtam tenni a választandó kezelés módjának meghatározására.

A katonai alkalmasság megítélésénél rendkívül fontos, hogy tisztában legyünk az orrdugulás természetével. A módszer alkalmazásával az orrlégutak átjárhatóságának szempontjából az alkalmassági vizsgálatok során a képalkotó vizsgálatok elvégzését célzottabban lehet indikálni.

A kapott eredmények hozzásegítenek a szűkület fokának, helyének pontosabb és objektív leírásához, ezáltal a konzervatív vagy operatív terápia tervezése, indikációja biztosabb, a műtét effektivitása egyszerűen megítélhető és lényeges költségek nélkül követhető.

A módszer alkalmazása nagy segítséget jelent a pontosabb orr diagnózis felállításában az alkalmassági vizsgálatokban, különösen a speciális beosztásokra való alkalmasság megítélésénél. A barokamrai

vizsgálatok előtt a fül-orr-gégészeti, légúti allergológiai vizsgálatok mellett az akusztikus rhinometria vizsgálatot is célszerű elvégezni a rhinitises egyének nagy száma, illetve az előre nem látható későbbi szövődmények elkerülése céljából.

A módszer bevezetésének, mivel az alkalmas az orrnyálkahártya állapotának és az orrlégutak átjárhatóságának objektív meghatározására, helye van a katonai alkalmassági vizsgálatok sorában.

Összegzett következtetések

A kutatás időszakában már ismert nemzetközi eredményekre és saját tapasztalataimra támaszkodva teremtettem meg a Magyar Honvédség Központi Honvédkórházában az allergia szakrendelésen belül azokat a feltételeket, amelyek az akusztikus rhinometria vizsgálatok elvégzésére alkalmasak. A labor munkája a honvédegészségügy területén egyedülálló volt. Vizsgálataim bebizonyították, hogy a katonai szolgálat szempontjából egy olyan fontos tényező, mint a gátolt orrlégzés okának, folyamatának tisztázásában és a kezelés eredményességének nyomonkövetésében az akusztikus rhinometria módszerének kiemelkedő jelentősége van.

Az akusztikus rhinometria labor szervesen integrálódott a légúti allergia ellátás folyamatába. Az eljárást alkalmaztam és eredményeit figyelembe vettük a katonai alkalmasság megítélésénél is.

A rhinitis változatos kórképeinek gyakorlati klinikai jelentőségét előfordulásuk gyakorisága és a szövődmények veszélyessége adja. Katonaorvosi szempontból az orrlégzési zavarok azért jelentősek, mert a teljesítményt váratlanul korlátozzák, komoly zavart okozhatnak a kiképzés, a gyakorlás és a harcászati feladatok végrehajtása során. Ismeretük a megelőzés, az értelmezés és a hatékony kezelés érdekében fontos.

A felsorolt szempontokat összevetve a laboratórium működésében az orrlégzési zavarok tisztázásának kidolgozását fontosnak tartottam és e cél elérésére összpontosítottam:

1. A krónikusan gátolt orrlégzés igen gyakori panasz, mely jelentősen rontja a munkavégzés teljesítményét és az élet minőségét. A tartósan gátolt orrlégzés mögött, mint panasz mögött leggyakrabban az allergiás nátha áll.

2. Az allergiás nátha az állomány jelentős részét érinti. Figyelmen kívül hagyása, alul értékelése a katonai szolgálat sajátosságai miatt asztma kialakulásának kockázatával jár.
3. Az orrlégutak átjárhatóságának csökkenése szélsőséges körülmények között az egészséges állománynál is fellép, egyéb patológiás állapotot eredményezve.
4. A katonai szolgálat extrém mértékű, vagy igen komoly elvárásokat fogalmaz meg a szolgálatot ellátóval szemben. A szolgálat megfelelő szintű teljesítését a gátolt orrlégzés veszélyezteti. A feladat, hogy csökkentsük a szolgálatteljesítés során fellépő szövődményeket, az alkalmassági vizsgálat során szükséges az orr állapotának minél objektívebb felmérése. Ennek a célnak az elérését az akusztikus rhinometria módszere elősegíti.
5. A megelőzés érdekében a módszer alkalmazásával egyértelműbbé tehető a rhinitis elkülönítő diagnosztikája, képet alkothatunk az orrnyálkahártya reaktivitásáról.
6. Az akusztikus rhinometria mint módszer alkalmas arra, hogy az orrdiagnosztikai eljárások sorában az alkalmassági vizsgálatok között helyet kapjon. Ezek a vizsgálatok bizonyítják azt, hogy a célkitűzésnek megfelelően az akusztikus rhinometria nagyban hozzájárul a helyes diagnózis megállapításához, az adekvát terápiás terv felállításához, a kezelés hatékonyságának monitorozását is elősegíti.

Elért eredmények

Kutatómunkámmal kitűzött kutatási céljaimat elértem. Az alkalmazott kutatási módszerekkel igazoltam, hogy kutatói hipotéziseim megalapozottak voltak és eredményesen szolgálták a kutatás célirányos végrehajtását. Az értekezés elkészítéséhez végzett kutatómunkám eredményeit összegezve, új tudományos eredménynek értékelem a következőket:

1. Kialakítottam a katonaorvosi ellátó szervezetben egy olyan hatékony vizsgáló eljárást, melynek segítségével a szerződéses és a hivatásos állományban szolgáló orrlégzési zavarokban szenvedők diagnosztikáját, kezelését és gondozását költséghatékonyan, a nemzetközi standartoknak megfelelően lehet végezni.
2. Epidemiológiai vizsgálatokkal bizonyítottam, hogy az allergiás rhinitis hazai prevalenciája jelentős mértékű a rendeltetésből eredő feladatok elvégzése szempontjából fontos 20–40 éves korosztály tagjai között.
3. Akusztikus rhinometria mérési vizsgálatokkal igazoltam, hogy a katonai szolgálat során fellépő szélsőséges helyzetek az orrlégutak átjárhatóságának gátoltságát okozzák.
4. Vizsgálatokkal igazoltam, hogy azonos tünetekkel járó betegségcsoporton belül az akusztikus rhinometria módszere hatékonyan segíti az objektív diagnózis felállítását.

Javaslatok, ajánlások

Az értekezés témájának kidolgozása eredményeként a Magyar Honvédségben történő hasznosításra irányuló ajánlásaim az alábbi területekre vonatkoznak:

1. Javaslom, hogy mind a szerződéses, mind a hivatásos állomány egészségügyi alkalmassági vizsgálatát egészítsük ki az akusztikus rhinometria vizsgálattal.
2. Előzetes egészségügyi alkalmassági vizsgálat során akkor, ha felmerül a rhinitis lehetősége.
3. Speciális beosztásokra való előzetes egészségügyi alkalmasság elbírálásánál minden esetben ajánlott.
4. Soron kívüli vizsgálatként akusztikus rhinometria vizsgálat szükséges minden olyan rendkívüli eseményt követően, amelyben feltehető a gátolt orrlégzés szerepe.
5. Időszakos alkalmassági vizsgálat során a speciális katonai szolgálattól függően minden esetben alkalmazni javaslom a módszert.
6. A speciális beosztást ellátó állománynál javaslom bevezetni az „orrtérkép" fogalmát, amely tartalmazza az allergológiai, rhinológiai vizsgálatokat: légúti prick teszt, rhinoscopia anterior, orrüreg, orrgarat endoszkópos vizsgálat, akusztikus rhinometria, orrmelléküreg CT.

További kutatást igénylő területek

A kutatások további elmélyítését és kibővítését az alábbi területeken tartom különösen fontosnak:

1. A gátolt orrlégzést okozó állapotok megítélésésén túl szükséges az ezekből eredő szövődmények felmérésére, mint az asztma, alvási apnoe a katonai szolgálat tükrében koncentrálni az akusztikus rhinometria alkalmazásával.
2. Az allergiás nátha kezelésének hatékonysági felmérése akusztikus rhinometria módszerével, ennek hatása a katonai szolgálatra.
3. A katonai alkalmasság elbírálásában a kutatások eredményeinek széleskörű gyakorlati alkalmazása szükséges.

Meggyőződésem, hogy elvégzett kutatói munkám alapot nyújt a katona–egészségügyi szakterületen olyan további kutatásokhoz, amelyek elősegítik ennek gyakorlati megvalósítását. Munkámat folytatva célom, hogy a légúti allergiás betegek gondozásával, szűrésével, diagnosztikájával kapcsolatban további vizsgálatokat és elemzéseket végezzek e feladatok sikere érdekében.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm dr. Kollár Dezső ny. o. ezredes úrnak, hogy az allergiás betegek gondozásával 10 évvel ezelőtt megbízott. Köszönettel tartozom a Honvéd kórház vezetőinek, szakmai feletteseimnek, hogy az akusztikus rhinometert beszerezték, annak működései feltételeit biztosították.

Köszönöm néhai Prof. Dr. Farkas József ny. o. vezérőrnagy, prof. Dr. Orgován György ny. o. ezredes, Dr. Svéd László nyá. o. altábornagy uraknak, hogy a katona–egészségügy területén tudásom elmélyítésére ösztönöztek.

Köszönöm Dr. Zsíros Lajos o. ezredes úrnak, hogy lényegretörő látásmódjával kutatói munkám során mindvégig láttatta előttem a kitűzött célt.

Köszönettel tartozom prof. Dr. Grósz Andor o. dandártábornok úrnak, amiért lehetővé tette számomra, hogy a Repülőkórház barokamrájában elvégezhessem a kísérleteket. Útmutatása segített abban, hogy repülőélettani ismeretein keresztül jobban megértsem a hajózókkal szemben támasztott alkalmassági követelményeket.

Köszönöm prof. Dr. Báthy Sándor ny. ezredes úrnak az irányomban tanúsított lelkiismeretes pedagógiai munkáját.

Köszönöm Tóth Erika biológus asszonynak, dr. Vekerdi Zoltán o. ezredes úrnak a munkám összeállításában való közreműködésüket.

Köszönöm családomnak, munkatársaimnak, hogy elviselték „kedélyállapotom” ingadozását ez alatt a 3 év alatt.

Alkalmazott rövidítések

- ÁNTSZ Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat
- AP-1 Antigen presenting cell-1
- AVA Arteriovenosus anasztomózis
- CT Computer tomography
- Der p1 Dermatophygeus pteronyssinus 1
- DNS Dezoxiribonukleinsav
- EKG Elektrokardiogramm
- FESS Functional endoscopy sinus surgery
- FF Funkcionális faktor
- IgE Immunoglobulin E
- I-kB Transcriptiós faktor I-kB
- IL-4 Interleukin- 4
- iNOS gén iNOS gén (másként nem osztályozott)
- MRI Magnetic resonance imaging
- NANC Non adrenergic non cholinergic
- NF-kB Nukleáris faktor kappa-B
- RSV Respiratory syncytial virus
- Th1 T helper lymphocyta 1
- Th2 T helper lymphocyta 2
- TNF Tumor nekrózis faktor
- TVOL Total volumen
- VOL Volumen

Hivatkozott irodalom

1. SVÉD L.: A Magyar Honvédség egészségügyi biztosítása elvének és gyakorlatának változásai, sajátosságai, különös tekintettel a haderő átalakításra, a NATO-ba történő integrálásra, a különböző fegyveres konfliktusok, valamint a békefenntartó, béketeremtő és támogató tevékenységre. PhD értekezés, ZMNE, 2003.
2. JONES N.S., CARNEY A.S., DAVIS A.: The prevalence of allergic rhinosinusitis: a review. J Laryngol Otol 112, 1019-1030, 1999.
3. BITTERA I., GYURKOVITS K.: A gyermekkori rhinitis allergica epidemiológiai és kórtörténeti adatainak elemzése. Gyermekgyógyászat 41, 401-407, 1990.
4. KADOCSA E.: Az allergiás eredetű nátha prevalenciájának meghatározása Szegeden. Fül- orr- gégegyógy, 3, 182-188, 1994.
5. KOPPÁNY J., BALOGH K., AUGUSZTINOVICZ M., PINTÉR J.: Allergiás légúti betegségek hazai epidemiológiája a környezeti tényezők tükrében. Háziorvosi Továbbképző Szemle 9, 505-509, 2004.
6. STACEY M.A., SUN G., VASSALI G., MARINI M. et al.: The allergen Der p1 induces NF- kappaB activation through interference with I-kappa B alpha function in asthmatic bronchial epithelial cells. Bichem Biophys Res Commun, 236, 522-526, 1997.
7. HOLGATE S.T., BANIK A.N.: Epidemiology of Asthma. In: Yeadon M, Diamant Z. New and Exploratory Therapeutic Agents for Asthma. Lung Biology in Health and Disease, 139, 1-26, 2000.
8. LAU S., ILLI S., SOMMERFELD C., et all.: Multicenter Allergy Study group. Early exposure to house dust mite and cat allergens and the development of childhood asthma. Lancet, 356, 1392- 1397, 2000.
9. JORRES R.D., NOWAK D., MAGNUSSEN H.: The effect of ozone exposure on allergen responsiveness in subjects with asthma or rhinitis. Am J Respir Crit Care Med, 153, 56-64, 1996.
10. RUSZNÁK C., DEVALIA J.L., DAVIES R.J.: Airway response of asthmatic subjects to inhaled allergen after exposure to pollutants. Thorax, 51, 1105-08, 1996.
11. WALIKE J.W.: Anatomy of the Nasal Cavities. Otolaryngologic Clinics

North Am, 6, 609-621, 1973.
12. WIDDICOMBE J.: Physiologic control. Anatomy and physiology of the airway circulation. Am Rev Respir Dis, 146, 53-57, 1996.
13. GERTH W.: Nasal hyperreactivity: its pathogenesis and clinical significance. Clin Exp Allergy , 21, 661-667, 1991.
14. STROHL K.P., DECKER M., OLSON L.G., FLAK T.A., HOEKJE P.L.: The nasal response to exercise and exercise induced bronchoconstriction in normal and asthmatic subjects. Thorax, 43, 890-895, 1993.
15. KAUFFMANN F., NEUKIRCH F., KOROBAEFF M., DORE M.F., LELLOUCH J.: Relation of percented nasal and bronchial hyperresponsiveness to FEV I, basophil counts, and methacholine response. Thorax, 43, 456-461, 1998.
16. DOYLE W.J., BOEHM S., SKONER D.P.: Physiologic responses to intranasal dose-response challenges with histamine, methacholine, bradykinin, and prostaglandin in adult volunteers with and without nasal allergy. J Allergy Clin Immunol, 86, 924-935, 1990.
17. OKUDA M., OHTSUKA H., SAKAGUCHI K.W., ATASE T.: Nasal histamine sensitivity in allergic rhinitis. Ann Allergy, 51, 51-55, 1983.
18. MULLINS R.J., OLSON L.G., SUTHERLAND D.C.: Nasal histamine challenges in symptomatic allergic rhinitis. J Allergy Clin Immunol, 83, 955-959, 1989.
19. BAUDOIN T., ANZIC S.A., KALOGJERA L.: Distilled water nasal provocation in hyperreactive patients. Am J Rhinol, 13, 229-233, 1993.
20. ILIOPOULOS O., PROUD D., NORMAN P.S., LICHTENSTEIN L.M., SOBOTKA A., NACLERIO R.M.: Nasal challenge with cold, dry air induces a late-phase reaction. Am Rev Respir Dis, 138, 400-405, 1998.
21. RAUCHFUSS A.: The nasal speculum. Its historicai development and remarks on the history of rhinoscopy. Laryngol Rhinol Otol Stuttg, 64, 551-558, 1984.
22. DRETTNER B.: Vascular reactions of the human nasal mucosa on exposure to cold. Acta Otolaryngol Stockh, 166, 1-144, 1961.
23. MELON J., DAELE J.: Les explorations functionnelles et endoscopiques en rhinologie. Acta Otorhinolaryngol Belg, 33, 639-721,

1979.
24. DÉKÁNY Z.: Szemelvények a Magyar fül-orr-gégészet történetéből Melania, Budapest, 27-40, 2000.
25. HUVGEN P.L., KLAASSEN A.B., DE LEEUW T.J., WENTGES R.T.: Rhinomanometric detection rate of rhinoscopicallyassessed septal deviations. Rhinology, 30, 177-181, 1992.
26. ZEDALIS D., DOLEN W.K., GLOVER G.C., WIENER M.B., SELNER J.C., WEBER R.W.: Evaluation of nasal patency by fiberoptic rhinoscopy. J Allergy Clin Immunol, 83, 973-978, 1989.
27. COLEMAN R.F., SCHECHTER G.L.: A basic model to study acoustic evaluation of airway obstruction. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 117, 1144-1149, 1991.
28. HOLMSTROM M., SCADDING G.K., LUND V.J., DARBV Y.C.: Assessment of nasal obstruction. A comparison between rhinomanometry and nasal inspiratory peak flow. Rhinology, 28, 191-196, 1990.
29. WIHL J.A., MALM L.: Rhinomanometry and nasal peak expiratory and inspiratory flow rate. Ann Allergy, 61, 50-55, 1995.
30. DVORACEK J.E., HILLIS A., ROSSING R.G.: Comparison of sequential anterior and posterior rhinomanometry. J Allergy Clin Immunol, 76, 577-582, 1985.
31. CLEMENT P.A.: Committee report on standardization of rhinomanometry. Rhinology, 22, 151-155, 1984.
32. JONES A.S., WILLATT D.J., DURHAM L.M.: Nasal airflow: resistance and sensation. J Laryngol Otol, 103, 909-911, 1989.
33. EccLEs R., JAWAD M.S., MORRIS S.: The effects of oral administration of menthoion nasal resistance to airflow and nasal sensation of airflow in subjects suffering from nasal congestion associated with the common cold. J Pharm Pharmacol, 42, 652-654, 1990.
34. OPHIR D., ELAD Y., DOLEY Z., BERNSTEIN C.: Effects of inhaled humidifled warm air on nasal patency and nasal symptoms in allergic rhinitis. Ann Allergy, 60, 239-242, 1988.
35. MARSHALL I.: Impedance reconstruction methods for pulse

reflectometry. Acoustica, 76, 118-128, 1992.
36. WARE J.A., AKI K.: Continous and discrete inverse scattering problems in a stratified elastic medium. 1. Plane waves at normal incidence. J Acoust Soc Am , 45, 911-921, 1969.
37. HILBERG O., JACKSON A., SWIFT D., PEDERSEN O.F.: Acoustic rhinometry: Evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. J Appl Physiol, 66, 295-303, 1989.
38. RUBINSTEIN I., McCLEAN P.A., BOUCHER R., ZAMEL N., FREDBERG J.J., HOFFSTEIN V.: Effect of mouthpiece, noseclips, and head position on airway area measured by acoustic reflections. J Appl Physiol, 63, 1469-1474, 1987.
39. MAYHEW T., FLYNN P.: Validation of acoustic rhinometry by using the Cavalieri principle to estimate nasal cavity volume in cadavers. Clin Otolaryngol, 18, 220-225, 1993.
40. PRASUN D., JURA N., TOMI H., PERTTI R., MARKUS R., ERKKI L.: Nasal airway volume tric measurement using segmented MRI images and acoustic rhinometry. Am J Rhinol, 13, 97-99, 1999.
41. COREY J.P., GUNGOR A., NELSON R., FREDBERG J., LAI V.: A comparison of the nasal cross- sectional areas and volumes obtained with acoustic rhinometry and magnetic resonance imaging. Otolaryngol Head Neck Surg, 117, 349-354, 1997.
42. DASTIDAR P., HEINONEN T., NUMMINEN J., RAUTIAINEN M., LAASONEN E.: Semiautomatic segmentation of computed tomographic images in volume tric estimation of nasal airway. Eur Arch Otorhinolaryngol, 256, 192-198, 1999.
43. HAIGHT J.P., COLE P.: The site and function of the nasal valva. Laryngoscope, 93, 49-55, 1983.
44. HAMILTON J.W., McRAE R.D., JONES A.S.: The magnitude of random errors in acoustic rhinometry and reinterpretation of the acoustic profile. Clin Otolaryngol, 22, 408-413, 1997.
45. TOMKINSON A.: Acoustic rhinometry: its place in rhinology. Clin Otolaryngol, 22, 189-191, 1997.
46. FISHER E.W., BOREHAM A.B.: Improving the reproducibility of acoustic rhinometry: a customized stand giving control ofheight and

angle. J Laryngol Otol, 109, 536-537, 1995.
47. TOLEDANO A., GALINDO A., GAVILAN J.: Relation between minimal cross section and subjective nasal obstruction. Acta Otorhinolaringol Esp, 50, 439-442, 1999.
48. LENDERS H., SCHOLL R., BRUNNER M.: Acoustic rhinometry: the bat principle of the nose. HNO, 40, 239-247,1992.
49. AUSTIN C.E., FOREMAN J.C.: Acoustic rhinometry compared with posterior rhinomanometry in the measurement of histamine- and bradykinin-induced changes in nasal airway patency. Br J Clin Pharmacol, 37, 33-37, 1994.
50. ROITHMANN R., COLE P., CHAPNIK J., BARRETO S.M., SZALAI J.P., ZAMEL N.: Acoustic rhinometry, rhinomanometry, and the sensation of nasal patency: a correlative study. J Otolaryngol, 23, 454-458,1995.
51. OHKI M., SATA Y., KAWANO K., USUI N.: Evaluation of nasal obstruction with acoustic rhinometry: asimulated study with a nasal model. Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho, 101, 1022-1028, 1998.
52. TANIDA M., NONAKA S., YOKOYAMA T., HORIKAWA H., UNNO T.: A fundamental study of relationships between rhinomanometry and acoustic rhinometry. Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho, 99, 601-610, 1996.
53. SCHMAL F., DEITMER T.: Evaluation of nasal patency. Laryngorhinootologie, 72, 611-613, 1993.
54. SILKOFF P.E., CHAKRAVORTY S., CHAPNIK J., COLE P., ZAMEL N.: Reproducibility of acoustic rhinometry and rhinomanometry in normal subjects. Am J Rhinol, 13, 131-135, 1999.
55. TAI C.F., HO K.Y., HASEGAWA M.: Evaluating the sensation of nasal obstruction with acoustic rhinometry and rhinomanometry. Kao Hsiung Hsueh Tsa Chin, 14, 548-553, 1998.
56. HILBERG O., PEDERSEN O.F.: Acoustic rhinometry: recommendation for technical specification and standard operating procedures. Rhinol Suppl, 16, 3-17, 2000.
57. COREY J.P., GUNGOR A., NELSON R., LIU X., FREDBERG J.: Normative standards for nasal cross-sectional areas by race as

measured by acoustic rhinometry. Otolaryngol Head Neck Surg, 119, 389-393, 1998.

58. GURR P., DIVER J., MORGAN N., MACGREGOR F., LUND V.: Acoustic rhinometry of the Indian and Anglo Saxon nose. Rhinology, 34, 156-159, 1996.
59. MILLQVIST E., BENDE M.: Reference values for acoustic rhinometry in subjects without nasal symptoms. Am J Rhinol, 12, 341-343, 1998.
60. GRYMER L.F., HILBERG O., PEDERSEN O.F., RASMUSSEN T.R.: Acoustic rhinometry: values from adults with subjective normal nasal patency. Rhinology, 29, 35-47, 1991.
61. HIRSCHBERG A., ROITHMANN R., PARIKH S., MILJETEIG H., COLE P.: The airflow resistance profile of healthy nasal cavities. Rhinology 33, 10-13, 1995.
62. ROITHMANN R., CHAPNIK J., COLE P., ZAMEL N., BARETO S.M., SZALAI J.P.: Acoustic rhinometry, rhinomanometry and the sensation of nasal patency: A correlative study. J Otolaryngol, 23, 454-458, 1995.
63. LENDERS H., PIRSIG W.: Diagnostic value of acoustic rhinometry: Patients with allergic and vasomotor rhinitis compared with normal controls. Rhinology 28, 5-16, 1990.
64. GRYMER L.F., HILBERG O., PEDERSEN O.F.: Prediction of nasal obstruction based on clinical examination and acoustic rhinometry. Rhinology 35, 53-57, 1997.
65. SIPILA J., NYBERG-SIMOLA S., SUONPAA J., LAIPPALA P.: Some fundamental studies on clinical measurement conditions in acoustic rhinometry. Rhinology, 34, 206-209,1996.

66. HILBERG O., GRYMER L.F., PEDERSEN O.F.: Spontaneous variation of the nasal mucosa. Ann Allergy Asthma Immunol. 74, 516-521, 1995.
67. HILBERG O.: Objective measurement of nasal airway dimensions using acoustic rhinometry. Allergy, 57, 5-39, 2002.
68. KADOCSA E., TÓTH F., KISS J.: Az orrdugulás szubjektív érzete és az orr geometriája rhinitis allergicás betegekben. Fül- orr- gégegyógy, 48, 251-256, 2002.

69. HIRSCHBERG A., TAMÁS L., REZEK Ö., MOLNÁR B.: Akusztikus rhinometria. Értéke és helye a klinikumban. Fül- orr- gégegyógy, 46, 32-39, 1999.
70. TÓTH E., JÁRAI T., PYTEL J.: Orrműtétek eredményességének nyomon követése akusztikus rhinometria segítségével. Fül- orr- gégegyógy, 50, 376-379, 2004.
71. LENDERS H., PIRSIG W.: How can hyperreactive rhinopathy be modified surgically? Acoustic rhinometry and anterior turbinoplasty. Laryngorhinootologie, 69, 291-297, 1990.
72. COREY J.P., KEMKER B.J., NELSON R., GUNGOR A.: Evaluation of the nasal cavity by acoustic rhinometry in normal and allergic subjects. Otolaryngol Head Neck Surg, 117, 22-28, 1997.
73. FISCHER E.W., SCADDING G.K., LUND V.J.: The role of acoustic rhinometry in studying the nasal cycle. Rhinology, 31, 57-61, 1993.
74. FOUKE J., JACKSON A.: Acoustic rhinometry: effects of decongestants and posture on nasal patency. J Lab Clin Med, 119, 371-376, 1992.
75. KASE Y., HILBERG O., PEDERSEN O.: Posture and nasal patency: Evaluation by acoustic rhinometry. Acta Otolaryngol, 114, 70-74, 1994.
76. ROITHMAN R., COLE P., CHPNIK J., SHPIRER I., HOFFSTEIN V., ZAMEL N.:Acoustic rhinometry int he evaluation of nasal obstruction. Laryngoscope, 105, 275 281 1995.
77. ELBROND O., FELDING J., GUSTAVSEN K.: Acoustic rhinometry used as a method to monitor the effect of intramuscular injection of steroid int he treatment of nasal polyps. J. Laryngol Otol, 105, 178-180, 1991.
78. ROITHMANN R., SHPIRER I., CHAPNIK J.: Acoustic rhinometry and the nasal provocation challenge in allergic patients. Am J Res Crit Med, 149, 16-26 1994.
79. YAMAGIWA M., HILBERG O., PEDERSEN O., LUNDQUIST G.: Evaluation of the effect of localized skin cooling on nasal airway volume by acoustic rhinometry. Am Rev Respir Dis, 141, 1050-1054, 1990.

80. LUNDGUIST G., PEDERSEN O., HILBERG O., NIELSEN B.: Nasal reaction to changes in whole body temperature. Acta Otolaryngol, 113, 783-788, 1993.
81. MAYHEW T., FLYNN P.: Validation of acoustic rhinometry by using the Cavalieri principle to estimate nasal cavity volume in cadavers. Clin Otolaryngol, 18, 220-225, 1993.
82. PARVEZ L., ERSALA G., NORONHA A.: Novel techniques, standardization tools to enhance reliability of acoustic rhinometry measurements. Rhinol Suppl, 16, 18–28, 2000.
83. HILBERG O., PEDERSEN O.F.: Acoustic rhinometry: recommendation for technical specification and standard operating procedures. Rhinol Suppl, 16, 3-17, 2000.
84. KASE Y. HILBERG O., PEDERSEN O.: Posture and Nasal Patency: Evaluation by Acoustic Rhinometry. Acta Otolaryngol, 114, 70-74, 1994.
85. MAMIKOGLU B.: An interpretation method for objective assessment of nasal congetion with acoustic rhinometry. Laryngoscope, 112, 926-929, 2002.
86. LUISA F. Prediction of nasal obstruction based on clinical examination and acoustic rhinometry. Rhinology, 1997; 35: 53-57.
87. PARVEZ L., ERSALA G., NORONHA A.: Novel techniques, standardization tools to enhance reliability of acoustic rhinometry measurements. Rhinol Suppl, 16, 18–28, 2000.

Ábrák jegyzéke

1. ábra Az allergiás nátha növekvő gyakorisága a hadköteles korosztály körében 1995–1999.
2. ábra. Genetikai és környezeti hatások az allergia fenotípusának kialakulásában
3. ábra A terület-távolság függvény kiszámítása akusztikus rhinometriában
4. ábra Az akusztikus rhinometer felépítése
5. ábra Rhinometrics SRE 2000 mérőrendszer
6. ábra Távolság-keresztmetszet grafikon
7. ábra MCA1, MCA2, Volumen értékek
8. ábra Az orrüregben mért legszűkebb keresztmetszeti helyek
9. ábra A vizsgálat menete
10. ábra A barokamra
11. ábra Felszállási protokoll
12. ábra Módosított protokoll, vizsgálati fázisok
13. ábra 1 pilóta 8 mérési szituációban kapott terület-távolság görbéi
14–33. ábrák 1–20. pilóta orrtérfogatának változása felszállás során
34–53. ábrák 1–20. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során
54. ábra Az orrüregek térfogatának (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz képest
55–74. ábrák 1–20 személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai
75–78. ábrák Bal és jobb orrfél funkcionális faktora 1–20 személynél
79. ábra A bal orrfél reakció készsége súlyosság szerint a vizsgált csoportban
80. ábra A jobb orrfél reakció készsége súlyosság szerint a vizsgált csoportban
81. ábra Az orrnyálkahártya reagáló képessége súlyosság szerint
82–85. ábrák Bal és jobb orrfél viszonya lohasztás előtt és után 1–20 személynél
86. ábra Organikus szűkület aránya a vizsgált csoportban

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat Az allergiás nátha növekvő gyakorisága a hadköteles korosztály körében 1995–1999.
2. táblázat Funkcionális faktor foka
3. táblázat Organikus szűkület foka
4. táblázat Pilóták szubjektív orrlégzésének és a rhinoscopiának adatai
5–24. táblázatok 1–20. pilóta orrüregének térfogat változása felszállás során
25–44. táblázatok 1–20. pilóta orrüregének térfogat (funkcionális faktor) változása az 1. vizsgálati fázishoz viszonyítva felszállás során
45–64. táblázatok 1–20. személy lohasztás előtti és utáni orrtérfogat változásai
65–68. táblázatok Bal és jobb orrfél funkcionális faktora 1–20. személynél
69. táblázat A bal, a jobb orrfél valamint az orrüreg reakció készsége súlyosság szerint a vizsgált csoportban
70–73. táblázatok Bal és jobb orrfél viszonya lohasztás előtt és után 1–20. személynél
74. táblázat Az organikus szűkület aránya a vizsgált csoportban

A szerző publikációs jegyzéke

MEDVECZKI Z., KOLLÁR D.: Cavernosus haemangioma a nyelőcsőben. Honvédorvos, 48, 63-66, 1996.

MEDVECZKI Z., KOLLÁR D.: Az allergiás nátha gyakorisága a sorozott állománynál. Honvédorvos, 51, 211-222, 1999.

MEDVECZKI Z., HORVÁTH E.: Fül- orr- gégészeti ellátás sürgősségi osztályon. Honvédorvos, 56, 299-309, 2004.

MEDVECZKI Z., HORVÁTH E.: Fej-nyak sebészeti ellátás napjaink hadszínterein és különböző hadműveletekben. Honvédorvos, 58, 61-69, 2006.

MEDVECZKI Z., HORVÁTH E.: Élet- és funkciómentő beavatkozások fül-orr-gége sérülések esetén. Honvédorvos, 58, 213-222, 2006.

MEDVECZKI Z., HORVÁTH E.: Akusztikus rhinometria, mint új diagnosztikus eljárás alkalmazása a katona egészségügy területén. Honvédorvos, 59, 71-77, 2007.

MEDVECZKI Z.: Analysis of allergic diseases among soldiers int he Hungarian Defense Forces ont he base of the 5 year experience, poszter Nemzetközi Katonaorvosi Kongresszus, 2000 Helsinki

MEDVECZKI Z.: Fej-nyak sebészeti ellátás minősített helyzetben Hadmérnök, 2006. június, on-line folyóirat http://www.zmne.hu/hadmérnok/archivum/2006/1/2006_1_medveczki.html

MEDVECZKI Z.: Az orr microvasculatúrájának anatómiája
Hadmérnök, 2007. június on-line folyóirat
http://www.zmne.hu/hadmernok/archivum/2007/2/2007_2_medveczki.html

MEDVECZKI Z.: Életmentő beavatkozások fül-orr-gége sérülések esetén Kommunikáció-2006 Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia, Budapest, 2006. október 25. pp.339-349, ISBN 978-963-7060-18-2

MEDVECZKI Z.: Az orrlégzés mérési módszerei Kommunikáció-2007 Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia, Budapest, 2007. október 16. pp.136-152, ISBN 978-963-7060-31-1

MEDVECZKI Z.: Tanulmánykötet a ZMNE kutatásaiból: Az orrlégutak méreteinek mérése, módszertani és klinikai vonatkozások (2008, ZMNE Kutató Könyvtár, pp. 48)