

Bírálat dr. Bélteki Gusztáv pályázatáról

MTA Doktori értekezését dr. Bélteki Gusztáv „*A lélegeztetőgépek működésének és beteggel való kölcsönhatásainak vizsgálata újszülötteknél “big data” megközelítésben*” címmel nyújtotta be.

Az értekezést angol nyelven írta Bélteki doktor, 151 oldal a terjedelme. 57 ábrát és 32 táblázatot, 234 irodalmi hivatkozást tartalmaz, melyek többsége az elmúlt 2 évtized tudományos eredményeit idézi.

Az értekezés alapjául 16 közlemény szolgál, közülük 6-ban első, 10-ben utolsó szerzőként van feltüntetve.

A Bevezetés fejezetben a szerző ismerteti az újszülöttek lélegeztetésének rövid történetét és a lélegeztetési módokat. Kiemeli, hogy a mai készülékeknél az összetett képernyők és az adaptív lélegeztetési módok ezeknek a használatát jelentősen megnehezítették a klinikusok számára. A megjelenített adatokat a klinikusok gyakran hagyják figyelmen kívül, a komplex lélegeztetési módokat pedig nem is használják.

Számos adaptív lélegeztetési mód használatára korlátozott bizonyítékok állnak rendelkezésre, még nem történtek kellő számú igényes klinikai vizsgálatok.

Meta-analízisek alapján a szinkronizált lélegeztetés alkalmazása újszülötteknél lerövidíti a gépi lélegeztetés időtartamát és csökkenti a légmell kockázatát. Nem bizonyított azonban, hogy befolyásolja-e a hosszú távú klinikai kimenetelt. Különösen érzékeny terület a 22-26 hét között született koraszülöttek lélegeztetésének a kérdése, hiszen a tanulmányokban vizsgált populáció kevesebb, mint 10%-át reprezentálják.

Napjainkban elérhető a nagy mintavételi gyakorisággal történő folyamatos adatletöltés különböző újszülött lélegeztetőgépek esetében. Ez teszi lehetővé a gépek teljesítményének és a beteg-lélegeztetőgép kölcsönhatásoknak részletes értékelését klinikai használat során.

A letöltött adathalmaz elemzésére számítógépes programozási nyelvek használata szükséges.

Bélteki doktor értekezésében számos olyan tanulmány kerül bemutatásra, amelyekben a klinikai ellátás során nyert adatok elemzését végezte el. A nagy adathalmazok feldolgozása

és elemzése minden esetben „Python” számítógépes nyelvvel történt, ami díjmentesen mindenki számára elérhető.

A lélegeztetőgépek riasztásainak kérdése nagyon jelentős kutatási terület.

A lélegeztetőgépek egyre komplikáltabbá váltak, sajnos a riasztások száma is növekszik, ha nem kellő körültekintéssel történik a határértékek beállítása. A sok riasztás gyakori hangjelzésekkel jár együtt, ami zavarja az újszülöttek komfortját és fejlődését. A gyakori riasztások miatt az ápoló személyzet azokra egyre kevésbé reagál, úgynevezett "riasztási fáradtság" alakul ki, ami azután fontos riasztások figyelmen kívül hagyásához vezethet. Az Emergency Care Research Institute (ECRI) 2017-ben a lélegeztetőgépek riasztásait a tíz legnagyobb egészségügyi technológiai kockázat közé sorolta.

Dr. Bélteki Gusztáv disszertációjának átfogó célja az, hogy az újszülöttek légzéstámogatása során betekintést nyerjünk a lélegeztetőgépek működésébe, valamint olyan új módszerek kifejlesztése, amelyek a klinikusok és a lélegeztetőgépek gyártói számára pontos információt szolgáltatnak a beteg-gép kölcsönhatásokról.

Konkrét célkitűzéseit 9 pontba sorolta.

- 1. Új számítógépes eljárások kifejlesztése** az újszülött lélegeztetőgépekről nyert nagy mintavételi gyakoriságú adatok feldolgozására és elemzésére.
- 2. Annak vizsgálata, hogy a Dräger BabylogTM VN500 lélegeztetőgép újszülött intenzív osztályos körülmények között mennyire tartja stabilan a beállított térfogatot** térfogatgarantált (VG) lélegeztetési üzemmódban.
- 3. Annak vizsgálata, hogy a fabianTM+ncpap lélegeztetőgép a neonatális transzport körülményei között mennyire tartja stabilan a beállított légzéstérfogatot** volumengarantált lélegeztetés során, és hogy a mentőautó mozgása vagy a szállítás körülményei befolyásolják-e a gép működését.
- 4. Annak vizsgálata, hogy a Dräger BabylogTM VN500 és fabianTM+ncpap lélegeztetőgépek**

működési algoritmusai hogyan reagálnak az endotracheális tubus körüli levegőszökésre, és szivárgás kompenzációs mechanizmusaik mennyire hatékonyak.

5. Annak vizsgálata, hogy **hogyan befolyásolja az újszülött lélegeztetőgép teljesítményét két gyakran figyelmen kívül hagyott paraméter, a nyomásemelkedési idő (PRT) és a maximálisan megengedett belégzési nyomás (Pmax)?**

6. Annak vizsgálata, **hogyan teljesülnek a beállított értékek a Dräger BabylogTM VN500 és a FabianTM+ncpap lélegeztetőgépek használata során nem szokványos helyzetekben, mint például erőteljes spontán légzésű újszülötteknél vagy hiperventiláció esetén. Alkalmazható-e a térfogatgarantált lélegeztetés ezekben a helyzetekben?**

7. Annak vizsgálata, hogy a **Dräger BabylogTM VN500 lélegeztetőgép hogyan teljesíti a beállított gépi paramétereket nagyfrekvenciás oszcillációs lélegeztetés térfogatgaranciával (HFOV-VG) üzemmódú új lélegeztetési eljárásban; hogyan jellemezhetők a gépi paraméterek HFOV-VG során; továbbá hogyan értelmezhető a szén-dioxid diffúziós együttható (DCO₂) HFOV és HFOV-VG alkalmazása során.**

8. A **lélegeztetőgépek riasztásainak mennyiségi elemzése** nagyszámú, NIC-ben respirált újszülött tartós lélegeztetési periódusainak vizsgálatával, különös tekintettel a gépi riasztások előfordulására, időtartamára és okaira.

9. **Számítógépes szoftver kifejlesztése az egyes légzésziklusok (lélegeztetőgép befúvások vagy spontán légzések) felismerésére, elkülönítésére, megjelenítésére és jellemzésére az újszülött lélegeztetőgépekről nagy mintavételi gyakorisággal letöltött adatokban.**

A 3. fejezetben ismerteti módszereit.

Az értekezésben bemutatott valamennyi eredmény olyan újszülöttekről gyűjtött adatokon alapul, akik a klinikai ellátásuk részeként endotracheális tubuson keresztüli gépi lélegeztetésben részesültek az újszülött intenzív osztályon vagy a sürgősségi újszülöttszállítás során.

A klinikai és lélegeztetési adatokat összesen 316, a cambridge-i Rosie Kórház (Egyesült Királyság) újszülött intenzív osztályára 2015 szeptembere és 2022 decembere között felvett újszülöttről gyűjtötte, ahol valamennyi újszülöttnél Dräger Babylog™ VN500 lélegeztetőgéppel történt (Dräger Medical, Lübeck, Németország) a konvencionális vagy HFOV lélegeztetés.

Az értekezés kiemelendő erőssége az is, hogy hazai betegekben is történtek vizsgálatok.

A Debreceni Egyetem Gyermekgyógyászati Klinika újszülött intenzív osztályára 2021 szeptembere és 2022 decembere között felvett 52 újszülött adatait is elemezték. Az osztály regionális hármasszintű NIC, ahova helyben született, illetve más kórházakból szállított újszülötteket is gyógyítanak. Minden csecsemő Dräger Babylog™ VN500 lélegeztetőgéppel (Dräger Medical, Lübeck, Németország) kapott légzéstartámogatást konvencionális vagy magas frekvenciájú lélegeztetéssel.

Az újszülöttek transzportja során végzett obszervációs vizsgálatokhoz a Peter Cerny Alapítvány által 2017 márciusa és 2023 februárja között szállított 1575 újszülöttről gyűjtöttek klinikai és lélegeztetési adatokat. Azokat az újszülötteket választották a vizsgálatba, akik a szállítás során invazív vagy nem-invazív légzéstartámogatásban részesültek a neonatológiai rohamkocsin rendszeresített Fabian™+ncpap újszülöttlélegeztetőgépekkel (Vyaire Medical, Mettawa, IL, Egyesült Államok).

A vizsgálatokba történő bevonás és a kizárás kritériumai világosak és etikusak voltak, elvégzésükhöz a szükséges engedélyezések rendelkezésre álltak. A szülők minden esetben a felvilágosítást követően ún. „tájékozott beleegyezést” adtak, kivéve a szállítás alatti megfigyeléses vizsgálatokat és a debreceni újszülött intenzív osztályos adatrögzítéseket, ahol a helyi etikai bizottság eltekintett az egyéni szülői beleegyezés szükségességétől.

Összesen 2419 napnyi lélegeztetési adatot gyűjtöttek 368 újszülöttről, akiket a Dräger Babylog™ VN500 lélegeztetőgéppel lélegeztettek a már említett két hármasszintű újszülött intenzív osztályon.

A lélegeztetőgép adatait a Dräger által kifejlesztett program segítségével töltötték le laptop számítógépekre. A letöltött adatok milliszekundumos pontosságú időbélyeggel rendelkeztek, és „comma separated values” (csv) típusú szöveges fájlba íródtak ki a számítógép memóriájába. A szoftver 100 Hz-es mintavételi gyakorisággal töltötte le a légúti nyomási és

áramlási adatokat. Eltekintek a további technikai részletek ismertetésétől, de azt fontos hangsúlyozni, hogy a letöltőprogram az időbélyeggel ellátott riasztási adatokat is lekérdezte.

Szállítások során 1720 órányi lélegeztetőgép-adatot gyűjtöttek 1575 újszülöttről, akik invazív vagy nem-invazív légzéstámogatásban részesültek Fabian™+ncpap lélegeztetőgéppel.

A lélegeztetőgép adatait a lélegeztetőgép gyártója által kutatási célokra kifejlesztett adatgyűjtő program segítségével töltötték le laptop számítógépre. A számítógépet beépítették az inkubátoros szállító egységbe, és az állandóan a lélegeztetőgéphez kapcsolt állapotban volt. A lélegeztetőgép adatainak letöltése automatikusan megkezdődött a gép bekapcsolásakor, és a készülék kikapcsolásáig folytatódott. A szoftver 125 Hz-es mintavételi frekvenciával töltötte le a légúti nyomás-, áramlás- és térfogat adatokat. A program a lélegeztetőgép beállításait, azok változásait és a lélegeztetőgép riasztásait is rögzítette. Minden adat ezredmásodperces időbélyegzővel volt ellátva, és szöveges fájlként volt tárolható.

A mentőautó gyorsulási adatait egy szabadon hozzáférhető szoftver (Accelerometer Analyzer, 16.11.27 verzió) segítségével rögzítették, ami egy mobiltelefonra volt telepítve, amit a szállító inkubátor tetejére illesztettek (menetiránynak megfelelően beállítva).

A lélegeztetőgép adatait a „Python” programozási nyelv segítségével elemezték. Az értekezésben bemutatott kutatás során használt összes szoftver nyílt forráskódú és ingyenesen hozzáférhető.

Eredményeit részletes táblázatok és színes ábrák segítségével teszi érthetőbbé, több, mint 30 oldalon keresztül diszkutálja.

A dolgozat legfontosabb megállapításait 17 pontba sorolta a szerző.

1. Számítógépes módszereket fejlesztett ki az újszülöttkori lélegeztetőgépekről nagy mintavételi gyakorisággal letöltött adatok elemzésére. Ezek lehetővé tették, hogy a lélegeztetőgépek teljesítményét egyszerre, nagy felbontásban és hosszú időszakokon keresztül lehessen tanulmányozni.

2. Kifejlesztett egy olyan szoftvert is (*Ventiliser*), amely automatikusan elemzi a lélegeztetőgép adatait, a gépi befúvások, spontán légzések és azok alfázisainak felismerésével. Bemutatta, hogy a program képes több millió légzésciklus kvantitatív elemzésére. A szoftvert nyílt forráskódúvá és szabadon hozzáférhetővé tette.

3. Két újszülött lélegeztetőgép (a Dräger BabylogTM VN500 és a FabianTM+ncpap lélegeztetőgépek) teljesítményét vizsgálta klinikai körülmények között, nagy mintavételi frekvenciával (1 Hz) letöltött adatok felhasználásával, amik révén szinte valamennyi légzési ciklust rögzíteni és vizsgálni tudta. Vizsgálatait megelőzően csak egy hasonló tanulmány létezett egy másik gyártmányú újszülöttlélegeztetőgéppel.

4. Kimutatta, hogy a térfogatcélzott lélegeztetés során mindkét lélegeztetőgép az idő nagy részében a célérték közelében (<1 ml/kg) tartja a kilégzési térfogatot, a befúvási csúcsnyomás és a légzéstérfogat jelentős rövid távú változékonysága ellenére.

5. Megvizsgálta, hogy az adott lélegeztetőgép hogyan teljesít térfogatgarantált üzemmódban, ha a tubus körül jelentős levegőszökés észlelhető. Azt találta, hogy a FabianTM+ncpap lélegeztetőgép 50%-os szivárgásig jól teljesít, és ugyanezt észlelte a VN500 lélegeztetőgép esetében is, amennyiben a szivárgás kompenzációs mód nem volt bekapcsolva.

6. Elsőként vizsgálta a Dräger BabylogTM VN500 lélegeztetőgép szivárgás kompenzációs térfogatgarantált módját, amely e lélegeztetőgép modell egyedülálló tulajdonsága. Kimutatta, hogy a szivárgás kompenzációs módban a légzéstérfogat még >50%-os tubus körüli levegőszökés („leak”) esetén is jól fenntartható, bár variabilitása fokozott.

7. Elemezte, hogy a maximálisan megengedett befúvási nyomás (P_{max}) megválasztása hogyan befolyásolja a légzéstérfogat fenntartását térfogatgarantált lélegeztetés során. Kimutatta, hogy ha azt az általános ajánlást követjük, miszerint a P_{max} -ot 5 mbar-ral az „üzemi” PIP felett kell tartani, az a megfelelő légzéstérfogat bevitelének elmaradását okozza, és gyakori riasztásokat eredményez.

8. Elsőként számolt be arról, hogy a **nyomásemelkedési idő megválasztása** hogyan befolyásolja a lélegeztetőgép paramétereit és a **vérgázokat**, az újszülöttkori térfogatgarantált lélegeztetés során. Igazolta, hogy a nyomásemelkedési idők széles skálája biztonságosan alkalmazható klinikai állapotromlás vagy a vérgázok jelentős megváltozása nélkül.

9. Elsőként vizsgálta újszülöttekben az SIMV-VG üzemmódot a spontán légzésekre adott nyomástámogatás alkalmazásával. **Kimutatta, hogy erős spontán légzéssel rendelkező újszülötteknél a térfogatgarantált kötelező befúvások csúcsnyomása lecsökken, ami paradox helyzetet teremt, mert a beteg így kisebb támogatást kap a lélegeztetőgéptől, mint a nyomástámogatott spontán légzések esetében.**

10. Megvizsgálta azt, hogy térfogatgarantált lélegeztetés során az erős spontán légzéssel bíró újszülötteknél a belégzési csúcsnyomás a PEEP szintje közelébe csökken. Megállapította, hogy ez az állapot nem vezet a beteg kimerüléséhez, illetve a korábban feltételezett hiperkapniához vagy acidózishoz sem.

11. **Elemezte a térfogatgarantált lélegeztetést hipoxiás-iszkémiás enkefalopátiában szenvedő újszülötteknél.** Megfigyelte, hogy a VG alkalmazása ezeknél a csecsemőknél csökkenti a légzési térfogatokat, és gyakran nagyon alacsony belégzési csúcsnyomást eredményez anélkül, hogy befolyásolná a $p\text{CO}_2$ -t.

12. **Elsőként végezte el a HFOV-VG alkalmazása során a lélegeztetőgép paramétereinek részletes elemzését.** Kimutatta, hogy az oszcillációs térfogatok rövid távon jelentős változékonyságot mutatnak, de átlagosan a célérték közelében maradnak. Adatokat szolgáltatott arról is, hogy milyen oszcillációs térfogatok szükségesek a $p\text{CO}_2$ -szintek céltartományban tartásához.

13. **Bizonyította, hogy HFOV üzemmód alkalmazása során a szén-dioxid diffúziós együttható (DCO₂) testtömegre korrigálása javítja annak korrelációját és prediktív értékét a $p\text{CO}_2$ -vel.**

14. Elsőként vezette be a térfogat célzott lélegeztetést sürgősségi újszülöttszállítás során. Kimutatta, hogy a VG alkalmazásakor a szállítások utáni vérgázok tekintetében ugyan nem volt különbség, a légzési térfogatok változékonysága azonban csökkent és a túlzottan magas légzési térfogatok is ritkábban fordultak elő.

15. Elemezte, hogy a gyorsulás és a vibráció hogyan befolyásolja a lélegeztetőgép teljesítményét és a beteg-lélegeztetőgép kölcsönhatásokat az újszülöttek szállítása alatt. Azt találta, hogy **a lélegeztetőgép paraméterei még az erős vibráció vagy a nagyfokú fenntartott gyorsulás időszakában is stabilak maradtak**, bár a lélegeztetőgép hullámformái és hurkai összetettebbé és rendezetlenebbé váltak.

16. Számítógépes úton több ezer lélegeztetőgépi riasztást elemzett. Megállapította, hogy **az újszülöttek lélegeztetése során igen gyakoriak a riasztások** (6 perces gyakoriság). Megfigyelte, hogy az ápoló személyzet akár órákon át tolerálja a riasztásokat anélkül, hogy orvosolná a problémát.

17. **Kimutatta, hogy a lélegeztetőgép riasztásainak többségéért néhány riasztási típus felelős.** Kimutatta, hogy a **percventilációval és a légzésszámmal kapcsolatos gyakori riasztások e paraméterek normális változékonyságának tudhatók be.**

A felsorolt eredmények közül eredeti megfigyelésként értékelem a 2., 6., 8., 9., 14., 15., és 17. pontban leírtakat.

Bírálként először is gratulálok a kiváló, gondosan szerkesztett, jó stílusban megírt, ábrákkal és táblázatokkal jól szemléltetett értekezéshez. A klinikai gyakorlat számára rendkívül hasznos információkat szolgáltatott. Egy olyan terület fontosságára hívta fel elsőként a figyelmet, ami a mesterséges intelligencia széles körű alkalmazásával egyre gyakoribbá válhat.

Kiemelendő, hogy megfigyeléseit sok betegen, Angliában, a Cambridge University Hospitals NHS Trust- ben ápolt újszülötteken, Magyarországon a Debreceni Egyetem Klinikai Központjának Neonatális Intenzív Centrumában kezelt betegeken, valamint a budapesti

székhelyű Peter Cerny Alapítvány a Beteg Koraszülöttek gyógyításáért egyesület által szállított gyermekeken végezte.

Bizonyára nem volt egyszerű azonos feltételeknek megfelelni valamennyi helyszínen, de ezt a követelményt sikeresen megoldotta. Nagyon helyesen felhívja a figyelmet arra is, hogy a technikai részletekben kevésbé járatos, leterhelt személyzet kellő gyakorlat hiányában ódzkodik feltárni a modern lélegeztető gépekben rejlő lehetőségeket. A készség szintű tudás elsajátítása olyan centrumokban alakulhat ki, ahol legalább 50 beteget lélegeztetnek évente. Ugyanakkor a hazai műszerpark sem egységes, egy osztályon belül is több lélegeztető készüléket használnak.

Bélteki doktor vizsgálataiban két készülék adatait elemezte kellő alaposítással, olyan általános megfigyeléseket tett, melyek ismerete más típusú készülékek riasztási beállításaihoz is használhatók lehetnek.

Kritikai észrevételeimet az alábbiakban sorolom fel.

1. A bevezetőből hiányolom a liquid ventiláció említését.
2. Az értekezésben többször utal arra, hogy a 26. gesztációs hét előtt születettek (úgynevezett „periviability” kategóriába tartozó koraszülöttek) anatómiai és élettani sajátosságai miatt külön entitásként kezelendők. Ebben a törékeny populációban a CPAP failure a 60%-ot is eléri, előfordulhat, hogy későn alkalmaznak gépi lélegeztetést. Ugyanakkor elkerülendő a korai extubáció, egy sikertelen kísérlet növeli a mortalitást. Mi erről a szerző véleménye?
3. A 22-26 hetes koraszülöttek lélegeztetési gyakorlata nem egységes. Az iowai munkacsoport a High Frequency Jet Ventilation (HFJV) stratégiát alkalmazza, kiemelkedő eredményeket érnek el. A levegőbeáramlásból és a levegőszivárgásból eredő mechanikai sérülések elkerülésére összpontosítanak. A kezdeti sugársebesség 300 lélegzés/perc, az I-idő beállítása 20 ezredmásodpercnél történik, ami 1:9-es belégzés: kilégzés (I:E) arányt biztosít. A kezdeti pozitív végkilégzési nyomást 5 cm-re állítják, hogy elkerüljék a hiperinflációt, amely károsodott vénás visszaáramláshoz vezethet

(potenciálisan befolyásolja az agyi véráramlást). A kezdeti belégzési csúcshozamot (PIP) általában 22-24 cm-ről kezdik, és szükség szerint állítják be, amíg a mellkasfalán látható, de nem túlzott rezgéseket nem érnek el. Amikor a koraszülötteket extubálják, nem invazív lélegeztetésre térnek át NAVA-val, amely a rekeszizom által generált elektromos aktivitást használja fel az aktiválás során, szinkronizálja és arányosan segíti a páciens minden egyes spontán lélegzetét. Tény, hogy az átlagos lélegeztetési idő hosszú, de az eredmények meggyőzőek. Szívesen olvastam volna erről a lélegeztetési módról a diskuszióban, mi erről a szerző véleménye?

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34893337/>

Nem elegáns egy olyan publikációt idézni, ami az értekezés beadása után jelent meg, de azt gondolom, hogy ezekre az ápolási elvekre fel kell hívni a figyelmet.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38296373/>

4. A szerző azt írja, hogy „A modern neonatológiában csak ritka esetben használunk mély szedációt és izomrelaxációt. A spontán légzéssel rendelkező újszülöttek komplex módon léphetnek kölcsönhatásba a lélegeztetőgéppel: köhögnek, megfeszítik mellkasukat, a respirátorral szembe lélegeznek, azaz kilélegeznek a lélegeztetőgép befúvási ciklusa alatt, vagy éppen akkor lélegeznek be, amikor a gép már éppen befejezte a befúvást.” Ezeknek a nem kívánatos hatásoknak az elkerülésére milyen szedációt tart elfogadhatónak?
5. A hypocapnia veszélyére felhívja a figyelmet. A hipoxiás-iszkémiás enkefalopátiában szenvedő újszülöttek szállítása során végzett vizsgálatban nem volt szignifikáns különbség a kapilláris pCO₂-ben a szállítás végén: a medián (IQR) pCO₂ 46 (26-55) Hgmm volt az SIMV-VG csoportban és 49 (27-59) Hgmm az SIMV csoportban T(p=0,42). Csak 5 (18%) SIMV-VG-vel lélegeztetett újszülöttnél és 2 (25%) SIMV-vel lélegeztetett újszülöttnél volt az érkezési pCO₂ <35 Hgmm. Tézisei között nem szerepel, azonban egy korábbi közlemény társszerzőjeként szerzett tapasztalatot a széndioxid belélegeztetésével kapcsolatban. Hogyan alkalmazható ez a gyakorlatban?

*Szakmar E, Kovacs K, Meder U, Bokodi G, Andorka C, Lakatos A, Szabo AJ, **Belteki G**, Szabo M, Jermendy A. Neonatal encephalopathy therapy optimization for better*

neuroprotection with inhalation of CO2: the HENRIC feasibility and safety trial.
Pediatr Res. 2020 May;87(6):1025-1032.

6. Anaerob környezetben lezárt vér hőmérsékletének 1°C-os csökkenése a CO₂ tenziót 4,4%-kal, az O₂ tenziót pedig 6%-kal csökkenti. Ez a változás megközelítőleg exponenciális, és a $P_b/P_m = 10^{f(b-m)}$ képletből számítható ki, hogy miként kell korrigálni az értékeket a mérési hőmérséklettől (m) a test hőmérsékletére (b). A normál tartományban az 'f' oxigénre 0,0247, szén-dioxidra pedig 0,0185. A vonaldiagramok P(hideg)/P(meleg) értékeket adnak meg 12°C-ig terjedő hőmérséklet-különbségek esetén. A Riley direkt feszültség módszerrel végzett kísérleti meghatározások CO₂ esetében $0,013 \pm 0,007$, O₂ esetén $0,024 \pm 0,006$ f értékeket adtak. Figyelme kell-e venni ezeket a korrekciókat hypothermiás kezelés alatt, illetve a felmelegítés során?

<https://doi.org/10.1152/jappl.1956.9.2.201>

7. A tudatlanok bátorságával kérdezem, miként lehet garantálni, hogy a betegadatok ne kerüljenek illetéktelen kezekbe?

Végezetül idézem a szerző jövőre vonatkozó javaslatait:

1. Az orvosi adatok elemzésére szolgáló számítástechnikai eszközök használatára hangsúlyt kell fektetni, hiszen a „nagy adathalmazok” a klinikai orvostudomány legtöbb területén mindenütt jelen vannak.
2. Szükség van az egészségügyi kutatásban dolgozó informatikusok számának növelésére, valamint a klinikai és adat tudományban dolgozó szakemberek közötti integrációra és a kommunikáció javítására.

A szerző 68 publikációval rendelkezik, Hirsch indexe 13, idézettsége 1400 feletti.

Összefoglalásként ismételtelen kiemelem, hogy dr. Bélteki Gusztáv nemzetközi kooperációban végezte úttörő munkásságát, számítógépes adatfeldolgozást és új szoftvert fejlesztett ki, ezek bárki által elérhetőek az interneten. Az elmúlt évtizedekben rendszeresen előadóként vett részt hazai rendezvényeken, beszámolt vizsgálatairól. A közölt eredmények a gyakorló

orvos munkáját könnyítik, a betegbiztonságot fokozzák. Értekezése és életműve az MTA szempontrendszere alapján is nyilvános vitára alkalmas, az eljárás lefolytatását javaslom, az MTA Doktora cím odaítélését támogatom.

Pécs, 2024.09.17.



dr. Ertl Tibor

az MTA doktora,

csecsemő és gyermekgyógyász, neonatológus szakorvos