

Effects on intraoperative body temperature in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*) by heating the inhalational gas mixture

A. L. Nógrádi<sup>1\*</sup>  
M. Battay<sup>1</sup>  
I. Cope<sup>2</sup>  
J. Gál<sup>1</sup>  
M. P. Dunay<sup>3</sup>

1. Állatorvostudományi Egyetem,  
Egzotikusállat- és Vadegészségügyi  
Tanszék és Klinika,  
H-1078 Budapest, István u. 2.

\* E-mail: [nograd.anna@univet.hu](mailto:nograd.anna@univet.hu)

2. Newmarket Vets4Pets,  
Inside Pets at Home  
Studland Retail Park, Fordham Road,  
Newmarket, Suffolk, UK

3. Állatorvostudományi Egyetem,  
Sebészeti és Szemészeti  
Tanszék és Klinika  
Budapest

# Az inhalációs gázkeverék melegítésének hatása nyulak (*Oryctolagus cuniculus*) és tengerimalacok (*Cavia porcellus*) intraoperatív testhőmérsékletére

Nógrádi Anna Linda<sup>1\*</sup>, Battay Márton<sup>1</sup>, Cope Iain<sup>2</sup>, Gál János<sup>1</sup>, Dunay Miklós Pál<sup>3</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Minden altatás során törekedni kell az altatási kockázat minimalizálására. Bizonyos tényezők nem befolyásolhatók, ilyen pl. az idős kor, míg mások kizárhatók vagy hatásuk csökkenthető. Ilyen pl. a hypothermia. A szerzők 20 tengerimalac (*Cavia porcellus*) és 20 nyúl (*Oryctolagus cuniculus*) belső testhőmérsékletét vizsgálták inhalációs anesztézia közben. A nyulakat és a tengerimalacokat is két csoportra osztották. A kontroll csoport szobahőmérsékletű, a vizsgált csoport pedig melegített gázkeveréket lélegzett be maszkon keresztül. A melegített gázkeverékkel csökkenthető volt a hypothermia mértéke. Az anesztézia 40. percében a melegített gázkeveréket belégző nyulak testhőmérséklet-csökkenése átlagosan 1,01 °C-kal, a tengerimalacok testhőmérséklet-csökkenése pedig átlagosan 0,6 °C-kal kisebb volt a kontroll csoportban mért értékeknél.

## SUMMARY

**Background:** Anaesthetic risk is composed of factors that can (e.g. hypothermia) and cannot (e.g. old age) be influenced. The maximal heat loss from a patient occurs in the first stadium of anaesthesia and it is easier to prevent hypothermia than reheat an animal.

**Objectives:** The aim of the authors was to test a fast and effective way to heat the anaesthetic mixture to help to reduce the heat loss from patients. The method needs to be easy, cheap and usable in everyday veterinary practise.

**Materials and Methods:** 20 rabbits and 20 guinea pigs were examined during the study. Surgery was performed on all the animals and age, sex and weight were noted. All animals were anaesthetised using inhalational anaesthesia via a facemask. 10 animals from each group inhaled normal unheated anaesthetic mixture, while 10 animals inhaled heated anaesthetic mixture. To heat the gas, 80 cm of the inhalational breathing tube was immersed in a 40±1 °C heated water chamber. Rectal temperature was measured from each animal every 10 minutes.

**Results:** The rectal temperature of the examined rabbits breathing heated anaesthetic mixture was an average of 1.01 °C warmer than those rabbits breathing the non-heated gas. In guinea pigs this average difference was 0.6 °C.

**Discussion:** The study only examined the first 40 minutes of inhalational anaesthesia, since most surgeries are finished after 40 minutes. Due to facemasks being used in many practises, with the whole head of the animal being exposed to the cold anaesthetic mixture, that method of anaesthesia was tested. There are various heating and humidifying products on the market, but all are quite expensive. The technique used here is simple and cheap, and has proved to be an effective way to prevent hypothermia in rabbits and guinea pigs during anaesthesia.

Az altatási kockázat mindenki számára jól ismert fogalom. A cél pedig – a befolyásoló tényezők ismeretében – a kockázat minimalizálása. BRODBELT tanulmányaiban részletesen ismertette az elhullási arányokat és azok háttér-okait különböző állatfajok altatása során. Vizsgálatai azt mutatták, hogy amíg kutyában 0,17% és macskában 0,24% az anesztéziához köthető elhullási arány, addig az egzotikus kisemlősökben ez az arány sokkal nagyobb. Nyulaknál 1,39%, tengerimalacoknál pedig 3,8%. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy az altatás során, ill. a beavatkozást követő 48 órán belül minden 72. nyúl elhullott, 6%-uk az indukció során, 30%-uk a fenntartáskor, 64%-uk pedig a posztoperatív szakaszban. A posztoperatív elhullások több mint 60%-a a beavatkozást követő 3 órán belül történt (1). CLARKE és HALL statisztikái szerint 28 altatott nyúl közül 1 pusztul el (4). Mindkét eredmény jelzi, hogy az altatási kockázat nyulaknál lényegesen nagyobb, mint kutyák és macskák esetében. Ennek jelentőségét tovább fokozza, hogy napjainkban a kutya és a macska után a nyúl a harmadik leggyakoribb kedvtelésből tartott állat (1).

**Nyulakban és tengerimalacokban az altatási kockázat jelentősnek mondható**

Az altatáshoz köthető elhulláshoz több tényező is hozzájárulhat. Ilyenek az állat életkora, általános állapota, a műtét sürgőssége és ezáltal a műtétet megelőző vizsgálatok korlátozottsága, a beavatkozás időtartama és jellege, az altatás típusa, és nem utolsósorban a hypothermia kialakulása (2). Nem minden tényezőt tudunk befolyásolni, de a hypothermiát különböző módszerekkel megelőzhetjük, ill. mérsékelhetjük, ezáltal az altatási kockázat csökken.

Az emlősökben a testhőmérséklet szabályozottan, szűk korlátok között változik. Az anyagcsere-folyamatok romlásához vezet, ha az élettani érték bármelyik irányba eltolódik. Az általános anesztetikumok gátolják a központi hőszabályozást, ezért a testhőmérséklet könnyebben kiléphet az optimális tartományból (3, 5, 10). Az kisebb testtömegű páciensek esetén ez a hatás fokozottabb, mert a testfelületük nagyobb a testük térfogatához viszonyítva (3, 5, 7). A hypothermia lassítja az anyagcserét, így könnyen létrejöhét relatív gyógyszer-túlادagolás. Emberekben már 1–2°C-os intraoperatív testhőmérséklet-csökkenés is károsan befolyásolja a vérárvadást, akár 20%-kal növelheti a vérvesztést. Lassíthatja a felépülés idejét és elnyújthatja kórházban töltött időt (10). Állatokban leírták, hogy a hypothermia vérárvadási zavart, elhúzódó gyógyulást és érösszehúzódást okoz, ami csökkenti a műtött terület vér- és oxigénellátottságát (3, 5, 7, 10). A hypothermia a szív és légzőrendszer működéscsökkenését, szívritmuszavart, a szívfrekvencia és a légzésfrekvencia csökkenését eredményezheti (5, 7). A hypothermia az immunrendszer működése is károsan hat, ami erőteljesen növeli a posztoperatív fertőzések lehetőségét (10). Hypothermia esetén – a gyenge perifériás perfúzió miatt – a bőr alá adott injekciók felszívódása elhúzódó és a felszívódott hatóanyagok anyagcseréje is lassabb (5). Ilyenkor az intravénásan beadható gyógyszerek alkalmazását kell előtérbe helyezni és a legtöbb esetben csökkentett adagot kell alkalmazni.

A műtétek során fellépő hypothermia nyulakban és tengerimalacokban különösen gyakori. A mortalitás és morbiditás megnövekedett veszélye miatt a maghőmérséklet monitorozása, a lehűlés csökkentése, és indokolt esetben az állat melegítése – a beavatkozás hosszától függetlenül – szükséges (5, 7). Egyszerűbb és kockázatmentesebb a hypothermia megelőzése, mint a kezelése, ezért minden esetben a prevencióra kell törekedni (5).

A szervezet hővesztesége hőáramlással, hővezetéssel, infravörös hőszugárással, párolgással vagy ezek különböző kombinációival következik be. Gyakran már az altatás első szakaszában, a premedikáció alatt maghőmérséklet-esés figyelhető meg, amely a nyugtató- és altatószerek által előidézett perifériás

**Az általános anesztetikumok gátolják a központi hőszabályozást, ezért megnő a hypothermia kockázata**

**A hypothermiának számos káros hatása van**

**Nyulakban és tengerimalacokban gyakori a műtétek során fellépő hypothermia**

értágulattal és izomelernyedéssel magyarázható (5, 10). A premedikáció után gyakran hideg környezetben és hosszasan várakoznak a páciensek a beavatkozásra, ami intenzív hőmérsékleteséssel járhat (11, 12). Mivel a kezdeti időszakban a legnagyobb a hőmérséklet-különbség az altatott beteg maghőmérséklete és a környezeti hőmérséklet között, ekkor következik be a legnagyobb hőveszteség. Az alacsony környezeti hőmérséklet az állat bőrén keresztül a külső rétegeket hűti. A bőr alatti véráram hőt ad le a levegő molekuláinak, és ezáltal csökken a testhőmérséklet. Az idősebb páciensek a csökkent kompenzációs készség miatt fokozottabban ki vannak téve a hypothermia kialakulásának (15).

**A leborotvált terület ne legyen nagyobb, mint amit a műtéti sterilitás megkövetel**

A műtéti előkészítés során a műtéti területről el kell távolítani a szőrt. A cél – a műtéti feltárás és a sterilitás biztonságának figyelembevételével – a legkisebb terület előkészítése. A bőrfelületek tisztításakor és fertőtlenítéskor a párolgási hővesztés minimalizálásának érdekében kerüljük a környező területek benedvesítését (5, 10).

Az inhalációs anesztézia fenntartása közben az altatógép légzőrendszerén keresztül a vívőgázban szállítódik az altatószer a pácienshez (5). Tengerimalacokban és nyulakban, az óriás nyulak kivételével – a kis rendszerellenállás, és a kis holtteret miatt – félig nyílt, ingalégző rendszer használata javasolt. Ez a légzőrendszer a jelentős vívőgázáramlás miatt azonban súlyosbíthatja a hypothermiát. A legtöbb légzőrendszerbe beépíthető melegítő- és párasítórendszer, amely segít a hypothermia csökkentésében, viszont elhelyezkedésétől függően növelheti a holtteret (5, 7).

**A hideg műtőasztalal való érintkezésből adódó hőveszteség is jelentős lehet**

A hideg műtőasztallal való érintkezésből adódó hőveszteség is jelentős lehet. Ez a beteg és a műtőasztal közé helyezett hőszigetelő réteggel, továbbá aktív melegítéssel csökkenthető (10). Hőszigetelésre takarókat, kendőket és hőtüköröket is használhatunk a végtagokon és a műtétben nem érintett területeken (5, 10). A letakarás azonban nehezíti azon kisebb állatok altatás közbeni monitorozását, amelyeket nem intubáltunk, mert ilyenkor folyamatosan figyelni kell a mellkasmozgást (7). Ez a probléma kiküszöbölhető, ha sebészi izolálókendő helyett átlátszó polietilén fóliát használunk. Aktív felszíni melegítésre melegítőlámpák, melegítőtakarók, melegítőpárnák használata javasolható. A meleg vízzel töltött palackok vagy vizsgálókesztyűk nem szabályozott magas hőmérséklete égési sérüléshez vezethet, lehűlésük után pedig súlyosbíthatják a hypothermiát (5, 7, 10).

**A nagy mennyiségű, hideg intravénás infúzió is lehűti a beteget**

A nagy mennyiségű, hideg intravénás infúzió is lehűti a beteget, ezért melegítése javasolt (5, 16). Figyelni kell azonban arra, hogy a melegített intravénás folyadék hőmérséklete ne legyen melegebb, mint a páciens testhőmérséklete. A testüregek átmosása ugyancsak testmeleg folyadékkal ajánlott, hogy az minél kevesebb hőveszteséggel járjon (10).

A műtéti idő minimalizálásával és a testüregek gyors zárásával mérsékelhető a testhőmérséklet intraoperatív csökkenése. A nyitott testüreg a hidegebb környezeti levegővel érintkezve igen gyors lehűlést eredményez (7, 10, 16).

A légkondicionált műtőhelyiség alacsony hőmérséklete is hozzájárul a hypothermia kialakulásához (16). MORRIS kimutatta, hogy 21 °C alatt sokkal gyakrabban alakul ki hypothermia (9). Macskákban 26 °C-nál állapították meg ezt a határt (14). A műtőben a léghőmérséklet emelése csökkenti a páciens és a környezet közötti hőmérséklet-különbséget, és ezáltal lassítja az altatott beteg lehűlését (5). A léghőmérséklet emelése természetesen csak bizonyos határig hasznos, mert a túlságosan meleg műtőhelyiség a munkavégzéshez már nem optimális.

Kutyákban megfigyelték, hogy a légzőszervekből történő párolgás kisebb, míg a műtéti területekről történő párolgás nagyobb mértékben járul hozzá a hőveszteséghez (10). STONE és mtsai 21 ± 0,4 °C-os környezeti hőmérsékleten

*Kutyában a párásított és 37 °C-ra melegített levegő belégzése hatékony a hypothermia megelőzésében*

*Nyulakban és tengerimalacokban vizsgálták a melegített altatógáz-keverék hatását*

*A vizsgálatba 20 nyulat és 20 tengerimalacot vontak be*

*A belélegzett gázkeverék melegítését 40 ± 1 °C-os hőmérsékletű vízfürdő segítségével végezték*

*A vízfürdőbe merítették a légzőrendszer belélegző bordástömlőjét 80 cm hosszan*

*A betegek rektális hőmérsékletét rendszeresen ellenőrizték*

monitorozták az altatott betegeket, és megállapították, hogy a párásított és 37 °C-ra melegített levegő belégzése hatékony a hypothermia megelőzésében. Az érintett betegekkel belélegeztetett meleg és párás levegő hatására lineáris testhőmérséklet-emelkedést figyeltek meg. Az ilyen módon melegített állatokban még a hűvösebb műtőkben is megelőzhető volt a hypothermia kialakulása (15). A párásított gázkeverék hőmérséklete azonban nem emelhető tetszőlegesen, mert 43,3 °C fölött a légutak hőkárosodását okozhatja (8).

## SAJÁT VIZSGÁLAT

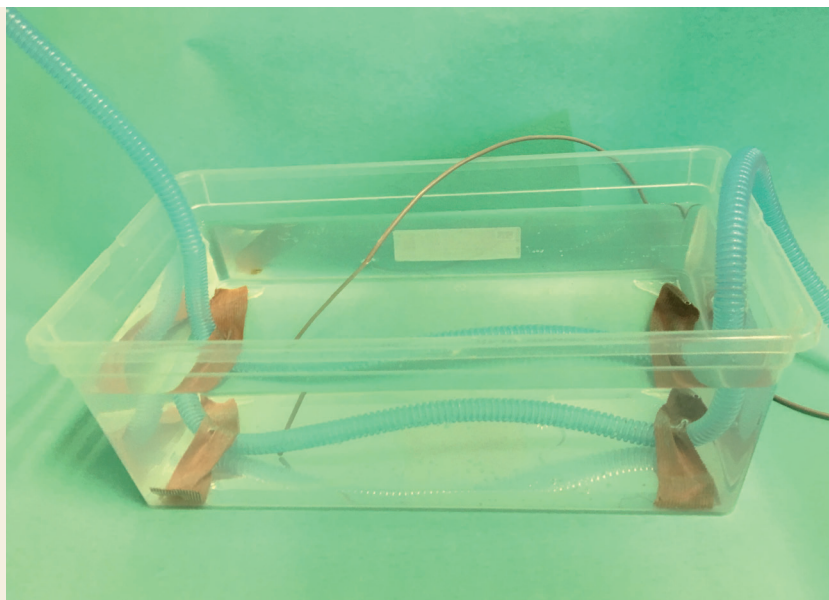
Maszk használatával kivitelezett inhalációs altatás közben nyulakat és tengerimalacokat vizsgáltunk. Célunk a betegek hőveszteségének – minden praxisban egyszerűen kivitelezhető és költséghatékony – csökkentése volt, melegített gázkeverék használatával.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A prospektív vizsgálataink az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszékén történtek. A vizsgálatba 20 nyulat és 20 tengerimalacot vontunk be. Ezek mindegyike tulajdonossal rendelkező, műtéti beavatkozást igénylő, klinikai páciens volt. A kitűzött esetszám eléréséig az összes klinikus állatorvos által végzett műtétet elemeztük. Az állatok korát, ivarát és testtömegét minden beavatkozás előtt feljegyeztük. A betegek premedikációra, indukcióra, ill. fájdalomcsillapítás céljából dexmedetomidin-hidrokloridot (Dexdomitor 0,5 mg/ml, Orion Pharma, Finnország), midazolamot (Dormicum 5 mg/ml oldatos injekció, EGIS, Magyarország), ketamint (CP-Ketamin 10% injekció A.U.V., Produlab Pharma B.V., Hollandia), ill. butorfanolt (Alvegesic vet. 10 mg/ml, Alvetra u. Werfft GmbH, Ausztria) vagy buprenorfint (Bupaq 0,3 mg/ml, Richter Pharma AG., Ausztria) kaptak im. Mivel klinikai beteganyagot dolgoztunk, a fenti hatóanyagok szükséges és biztonságos adagját minden esetben az operáló orvos határozta meg az állat általános állapota és a műtéttípus függvényében. Emiatt az adagokban kisebb eltérések mutatkoztak. Az altatás fenntartásához maszkot használtunk, a vivőgáz tiszta oxigén volt, 1,5 l/perc áramlással. Az izoflurán belélegzett koncentrációja az anesztézia kezdetén 5 v/v% volt, amit később 2,5 v/v%-ra csökkentettünk. A páciensek melegített műtőasztalon, papírkendőn feküdtek. A műtőhelyiség léghőmérséklete  $20 \pm 1$  °C volt. A nyulakat és tengerimalacokat is véletlenszerűen két-két egyenlő létszámú csoportba osztottuk. A kontroll csoport szobahőmérsékletű, a vizsgált csoport pedig melegített gázkeveréket lélegzett be a beavatkozások során. A belélegzett gázkeverék melegítését  $40 \pm 1$  °C-os hőmérsékletű vízfürdő segítségével végeztük, amelybe az altatógép légzőrendszerének belélegző bordástömlőjét 80 cm hosszan belemerítettük (1. ábra). A vízfürdő hőmérsékletét folyamatosan ellenőriztük. A betegek rektális hőmérsékletét az altatás kezdetekor, majd minden 10. percben rögzítettük. A hőmérséklet változásait a műtét kezdetekor mért értékhez viszonyítottuk. A méréshez komplex műtéti monitort (MINDRAY iMEC-8 Vet Portable Multi-Parameter Veterinary Monitor, Mindray Medical International Ltd. Shenzhen, Kína) és hozzá csatlakoztatott, kalibrált csecsemő/koraszülött hőmérő szondákat használtunk (2. ábra). Az esetek túlnyomó többségében a műtétek hossza 40 perc volt, azonban néhány műtét már 30 perc után befejeződött. Az adatok feldolgozását IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL USA), a grafikus ábrázolásokat pedig Microsoft Excel programok segítségével végeztük.

**1. ÁBRA.** A melegített gázkeverékes beavatkozások során a légzőrendszer belégzőszárának 80 cm-es szakaszát  $40 \pm 1$  °C-os vízfürdőbe merítettük

**FIGURE 1.** When using warmed inhalation anaesthesia 80 centimetres of the inhalational breathing tube was warmed with a  $40 \pm 1$  °C surrounding liquid



**2. ÁBRA.** Tengerimalac műtét után  
Az állat fején maszk látható. Az állat belső testhőmérsékletének mérése rektális hőmérővel történt

**FIGURE 2.** A guinea pig post surgery  
A facemask can be seen on the head of the animal. The temperature of the animal was measured with a rectal thermometer



## EREDMÉNYEK

A 40. percben a szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatás során a tengerimalacok testhőmérséklet-csökkenése elérte a  $2,2$  °C -ot, míg a melegített gázkeverékkel történő altatás során ez a csökkenés csak  $1,3$  °C volt. A nyulak esetében is hasonló tendencia volt megfigyelhető. A szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatás során  $2,4$  °C, a melegített gázkeverék használatakor pedig csak  $1,1$  °C volt a hőmérséklet-csökkenés. A szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatások során végig lényegesen nagyobb volt a hővesztés, mint a melegített gázkeverékkel végzett beavatkozás során (1. táblázat, 2. táblázat). A 3. és 4. ábrán látható a szobahőmérsékletű és a melegített gázkeverék használata mellett mért értékek eltérése. A 30. és 40. perc között esetszámcsökkenés látható, mivel néhány műtét már 30 perc után befejeződött. Mind a tengerimalacok, mind a nyulak esetében érzékelhető különbség mutatkozik a csoportok értékei között, azonban a vizsgált mintaelemszám nem volt elegendő a szignifikancia elbíráláshoz.

**Mindkét faj esetében kisebb volt a testhőmérséklet-csökkenés melegített gázkeverékkel végzett altatás során**

**1. TÁBLÁZAT.** Tengerimalacok rektális testhőmérsékletének változása szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során

**TABLE 1.** The change in the rectal temperature of anaesthetised guinea pigs using room temperature and heated inhalational gas mixture

Tengerimalac hőmérséklet (°C)	szobahőmérsékletű gázkeverék 10. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 20. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 30. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 40. perc
N	10	10	10	10
Átlag	-0,3700	-0,8400	-1,0700	-1,2800
Medián	-0,4000	-0,9500	-1,2000	-1,4000
Minimum	-1,00	-2,00	-2,00	-2,40
Maximum	0,20	0,00	0,00	0,10
Tengerimalac hőmérséklet (°C)	melegített gázkeverék 10. perc	melegített gázkeverék 20. perc	melegített gázkeverék 30. perc	melegített gázkeverék 40. perc
N	10	10	9	9
Átlag	-0,0700	-0,0600	-0,2333	-0,2667
Medián	-0,1000	0,0000	-0,2000	-0,3000
Minimum	-0,60	-0,60	-1,00	-1,10
Maximum	0,70	0,50	0,40	0,40

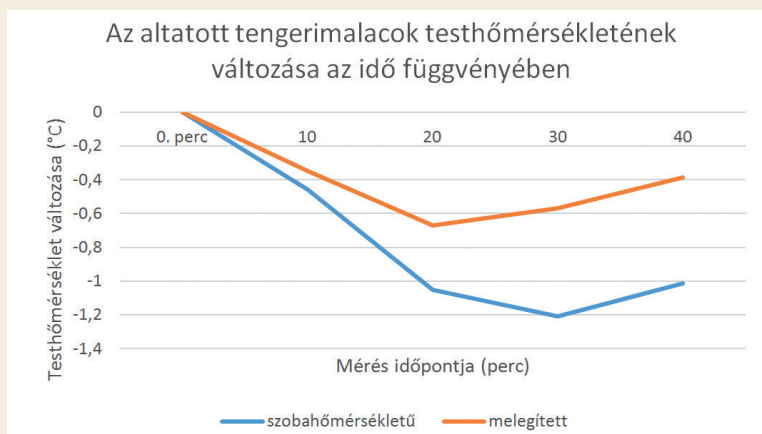
**2. TÁBLÁZAT.** Nyulak rektális hőmérsékletének változása szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során

**TABLE 2.** The change in the rectal temperature of anaesthetised rabbits using room temperature and heated inhalational gas mixture

Nyúl hőmérséklet (°C)	szobahőmérsékletű gázkeverék 10. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 20. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 30. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 40. perc
N	10	10	10	10
Átlag	-0,3700	-0,8400	-1,0700	-1,2800
Medián	-0,4000	-0,9500	-1,2000	-1,4000
Minimum	-1,00	-2,00	-2,00	-2,40
Maximum	0,20	0,00	0,00	0,10
Nyúl hőmérséklet (°C)	melegített gázkeverék 10. perc	melegített gázkeverék 20. perc	melegített gázkeverék 30. perc	melegített gázkeverék 40. perc
N	10	10	9	9
Átlag	-0,0700	-0,0600	-0,2333	-0,2667
Medián	-0,1000	0,0000	-0,2000	-0,3000
Minimum	-0,60	-0,60	-1,00	-1,10
Maximum	0,70	0,50	0,40	0,40

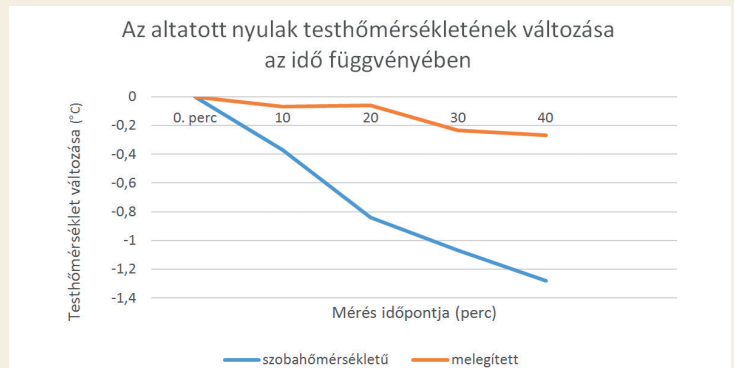
**3. ÁBRA.** Az altatott tengerimalacok testhőmérsékletének változása szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során

**FIGURE 3.** The change in the body temperature of anaesthetised guinea pigs using room temperature and heated inhalational gas mixture



**4. ÁBRA.** Az altatott nyulak testhőmérsékletének változása szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során

**FIGURE 4.** The change in the body temperature of anaesthetised rabbits using room temperature and heated inhalational gas mixture



## MEGVITATÁS

*A gyakoribb maszkos altatás miatt e két faj nagy felületen ki van téve a szobahőmérsékletű gázkeverék hűtő hatásának*

Kutyákban a hővesztés kevesebb mint 10%-a történik a légutakon keresztül. Még akkor is, ha hideg és száraz levegőt lélegeznek be az altatás során (10). Ez a kis érték vélhetően az légcsőbe vezetett tubussal és a nagyobb testtömeggel magyarázható. Nyulakban a kis méret és a jellegzetes anatómiai viszonyok miatt a légcsőtubus behelyezése sokkal nehezebb, mint kutyákban. Az intubálás történhet endoszkóp, otoszkóp, laringoszkóp segítségével, ill. „vakon”, a gyakorlatban mégis legtöbbször elmarad. Tengerimalacokban is lehetséges légcsőtubus behelyezése, de a gyakorlati nehézségek miatt a mindennapi praxisban ez nem jellemző. Ha az állat nincs intubálva, maszk segítségével történik az inhalációs anesztézia. A maszk az állat fejét teljesen magába foglalhatja, így az nagy felületen ki van téve az altatógép légzőrendszeréből érkező szobahőmérsékletű gázkeverék hűtő hatásának.

Mivel az általános gyakorlat szerint a tengerimalacok és a nyulak altatása is rutin-szerűen maszk segítségével történik, az elvégzett vizsgálatok során ezt az állapotot modelleztük. Az intubált nyulakban intermittáló pozitív nyomású lélegeztetés (IPPV) esetén gyorsabban alakul ki a hypothermia, mint spontán légzéskor (5). Valószínűsítjük, hogy a belélegzett gázkeverék melegítése ilyen esetekben is hatékony.

Az altatáshoz kapcsolódó kockázat csökkentése érdekében a nyulak és tengerimalacok maghőmérsékletének fenntartása minden esetben szükséges, függetlenül a beavatkozás időtartamától (7). A maghőmérséklet mérése történhet a nyelőcsőben vagy rektálisan. Mind a nyúl, mind a tengerimalac obligát orrlégző, a gégefő és a lágy szájpad helyzete miatt nem aspirálnak. A nyelőcsőhőmérő, ill. a légcsőtubus behelyezésével ez az állapot megváltozik, maszk használatakor azonban változatlan marad. Emiatt nem a nyelőcsőben, hanem a végbélben mértük a belső hőmérsékletet.

Többféle melegítő- és párasítórendszer is elérhető az orvostechikai piacon. A gyártók ajánlása szerint a félig nyílt, ingalégző rendszerek egyszer használatosak, azonban az állatorvosi praxisokban költségkímélés miatt ez nem reális. A párasítás ugyan csökkenti a páciens hővesztését, de a légzőrendszerek ismételt használata miatt ideális környezetet teremt különböző baktériumtörzsek elszaporodásához. További ellenérv lehet a párasítás ellen, hogy a nem megfelelően melegített és párasított levegő 43,3 °C felett hőkárosodást okozhat a légutakban (8). Ha páras a levegő, sokkal melegebbnek érzékeljük. Erre megfelelő példa a finn szauna és a gőzkabin. A finn szauna hőmérséklete általában 80–100 °C, viszont a relatív páratartalom kicsi, 10–20%. Amikor víz kerül a meleg kályhára – annak ellenére, hogy pár fokkal hűvösebb lesz a szaunában – sokkal égetőbb a meleg, mivel a páratartalom emelkedik. A gőzkabinokban a hőmérséklet ennél sokkal alacsonyabb, 40–50°C körüli, mégis nagyon melegnek érezzük a jelentős, 90–100%-os relatív páratartalom miatt. A légutak hőkárosodásának megelőzése miatt a gőzkabinok maximális

hőmérséklete 55°C-ban van meghatározva (6, 13). Egy egyszerű, de hatékony módszerrel igyekeztünk keresni a hypothermia csökkentésére. A légzőrendszer megbízható melegítése párasítással bonyolultabb és költségesebb eljárást igényelt volna, egyszerűbb rendszerekkel viszont a belélegzett levegő hőmérséklete, páratartalma és a légutakra gyakorolt hatása nehezebben lett volna kontrollálható. Az alkalmazott 40°C-os gázkeverék – a fentebb leírtak alapján – nem károsítja a páciensek bőrét és légutait, viszont alkalmas a hőveszteség csökkentésére.

A légzőrendszer „Y”-darabjához beépíthető melegítő- és párasítórendszerek a holtteret is növelik, ami nyulak, kistrágyacsálók és egyéb kis testtömegű páciensek altatásánál további problémaforrás lehet. Az állatok légzéstérfogata a holt térhez viszonyítva kicsi, ami a visszalélegzett CO<sub>2</sub>-szint folyamatos emelkedését eredményezheti. A gyermekgyógyászatban kapható rendszerek alkalmasak nyulak altatására is (5), de ezeknek a berendezéseknek az ára jelentős, ami az elterjedésüket gátolja. Az általunk választott megoldás nem növeli a holtteret.

Az altatás során a hypothermia kialakulásának megakadályozása az elsődleges cél, nem pedig a hypothermia kezelése (5). Ha mégis hypothermia lép fel, a maghőmérséklet és a köpenyhőmérséklet különbségét kell csökkenteni. Altatás alatt legtöbbször perifériás értágulat alakul ki, ami miatt hatékonyabb lehet a páciens melegítése és a maghőmérsékletét növelése. Idős állatoknál a hypothermia veszélye fokozottabb, mert esetükben a keringési idő meghosszabbodott, a kompenzációs készség pedig csökkent.

Az állatorvos feladata nem ér véget az altatás fenntartásának végeztével, amikor az állatot leválasztja az altatógép légzőrendszeréről. Az ébredés fázisában is folytatni kell a maghőmérséklet mérését és élettani értékének fenntartását (5).

Eredményeink alapján javasoljuk a melegített gázkeverék használatát kistestű állatok altatása során. A melegített gázkeverékkel és a fentebb említett, egyéb módszerek kombinációjával méginkább csökkenthető a hypothermia kialakulásának esélye, és megelőzhető a káros és esetenként halálos következmények.

**Az ébredés során is folytatni kell a maghőmérséklet mérését és élettani értékének fenntartását**

## IRODALOM

- BRODBELT, D. C.: Perioperative mortality in small animal anaesthesia. *Vet. J.*, 2009. 182. 152–161.
- BRODBELT, D. C. – PFEIFFER D. U. et al.: Results of the Confidential Enquiry into Perioperative Small Animal Fatalities regarding risk factors for anesthetic-related death in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2008. 233. 1096–1104.
- CARO, A. C. – HANKENSON, F. C. – MARX, J. O.: Comparison of Thermoregulatory Devices Used during Anesthesia of C57BL/6 Mice and Correlations between Body Temperature and Physiologic Parameters. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, JAALAS, 2013. 52. 557–583.
- CLARK, K. W. – HALL, L. W.: 1990 A survey of anesthesia in small animal practice. *J. Vet. Anaesth.*, 1990. 17. 4–10.
- GRINT, N.: Anaesthesia. In: HARCOURT-BROWN, F. – CHITTY, J. (szerk.): *BSAVA Manual of Rabbit Surgery, Dentistry and Imaging*. BSAVA, Gloucester, 2013. 1–38.
- HANNUKSELA, M. L. – ELLAHAM, S.: Benefits and Risks of Sauna Bathing. *Am. J. Med.*, 2001. 110. 118–126.
- HAWKINS, M. G. – PASCOE, P. J.: Anesthesia, Analgesia, and Sedation of Small Mammals In: QUESENBERY, K. E. – CARPENTER, J. W. (szerk.): *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*, 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier Saunders, St. Louis, 2012. 429–451.
- KLEIN, E. F. JR. – GRAVES, S. E.: Hot pot tracheitis. *Chest*, 1974. 65. 225–226.
- MORRIS, R. H.: Operating room temperature and the anesthetized paralyzed patient. *Arch. Surg.*, 1971. 102. 95–97.
- MOSING, M.: General principles of perioperative care. In: DUKE-NOVAKOVSKI, T. – DE VRIES, M. – SEYMOUR, CH. (szerk.): *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*, 3<sup>rd</sup> ed. BSAVA, Gloucester, 2016. 13–23.
- REDONDO, J. I. – SUESTA, P. et al.: Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia in cats. *Vet. Rec.*, 2012. 170. 206.
- REDONDO, J. I. – SUESTA, P. et al.: Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia in dogs. *Vet. Rec.*, 2012. 171. 374.
- SHOENFELD, Y. – SOHAR E. et al.: Heat stress: comparison of short exposure to severe dry and wet heat in saunas. *Arch. Phys. Med. Rehab.*, 1976. 57. 126–129.
- STEINBACHER, R. – MOSING, M. et al.: Der Einsatz von Infusionswärmepumpen, vermindert perioperative Hypothermie bei Katzen. *Teräztzl. Prax.*, 2010. 38. 15–22.
- STONE, R. D. – DOWNS, J. B. et al.: Adult Body Temperature and Heated Humidification of Anesthetic Gases during General Anesthesia. *Anesth. Analg.*, 1981. 60. 736–741.
- TAUSK, H. C. – MILLER, R. – ROBERTS, R. B.: Maintenance of body temperature by heated humidification. *Anesth. Analg.*, 1976. 55. 719–723.

Közlésre ér.: 2018. dec. 2.