

Effect of frequency at head only electrical stunning of pigs on the efficiency of stunning in commercial conditions

Végh Ákos^{1*}
Abonyi-Tóth Zsolt²
Rafai Pál³

Á. Végh^{1*}
Zs. Abonyi-Tóth²
P. Rafai³

1. Alpha-Vet Állatgyógyászati Kft.
H-8000 Székesfehérvár, Homokosor 7.

* e-mail: vegh.akos@alpha-vet.hu

2. Állatorvostudományi Egyetem
Biomatematikai és
Számítástechnikai Tanszék

3. Állatorvostudományi Egyetem
Állathigiéniai, Állomány-
egészségtani és Állatorvosi
Etológiai Tanszék

Gyakorlati vizsgálatok a kábító áram frekvenciájának sertések kétpontos elektromos kábítása során kifejtett hatásáról

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők összesen 193 sertésen végeztek vizsgálatokat kétpontos elektromos kábításánál a kábító áram frekvenciája és a kábítás hatékonysága közötti összefüggés megismerésére. A kábítást követően, a szűrást megelőzően és a szűrást követően azt vizsgálták, hogy a kábító áram frekvenciájának változása befolyásolja-e az ilyenkor kívánatos tudattalan és fájdalommentes állapot kialakítását és fenntartását. Az állatokon észlelt jeleket egy pontozásos rendszerrel értékelték. Az ebből kapott eredmények statisztikai elemzése szerint a kábító áram frekvenciájának a kábítás hatékonyságában van szerepe, a narkózis fenntartásában már nem. A kábításhoz alkalmazott áram frekvenciája 150 Hz körül megfelelő, de 300 Hz vagy ennél nagyobb értéken már nem biztosít hatékony kábítást.

SUMMARY

Background: Council Regulation (EC) No 1099/2009 on the protection of animals at the time of killing requires that animals must be rendered unconscious and insensible by stunning and they must remain so until death occurs through bleeding (European Commission, 2009). Different stunning parameters can result in different effectiveness of stunning as well as different maintenance of narcosis.

Objectives: Frequency of stunning current has never been studied under commercial conditions, consequently the authors set this aim of the examinations.

Materials and Methods: Measurements were performed in one abattoir, on 6 different days, on 193 pigs, in routine slaughter conditions for studying the effect of electrical frequency used for head-only electrical stunning. After stunning of pigs sequential animal based measurements were carried out right after stunning, before and after bleeding in order to analyse how unconsciousness analgesia is achieved and maintained in relation to frequency. The effect of frequency on efficiency of stunning was evaluated by a score scale and on this basis the quality of analgesia was classified as efficient (proper), acceptable or inefficient.

Results and Discussion: Statistical analysis of data showed, that frequency of the stunning current had significant role on effectiveness of stunning, but frequency had no effect on maintenance of narcosis. One-hundred-and-fifty Hz yielded effective stunning. However, higher than three hundred Hz is not recommended for stunning. This can be attributed to the fact that half waves of stunning DC lasted 3 milliseconds or less which period is shorter than the period needed for permanent depolarization in the neurons of the brain.

SERTÉS

Az állatjóléti méréseket két fő csoportra oszthatjuk: környezeti mérések és állat alapú mérések (12). A környezeti mérések a tárgyi és személyi erőforrások meglétének ellenőrzését jelentik, és legtöbbször könnyen megvalósíthatók, valamint megbízható és ismételhető eredményt adnak, azonban keveset mondanak el az állat valós állapotáról. Az állat alapú mérések ezzel szemben egyedi vagy állományszintű diagnosztikát jelentenek (9). Hátrányuk, hogy sokszor nehezen valósíthatók meg, vagy kevésbé megbízhatóak, mert nem ismételhetők (pl. vágóhídi kábítás hatékonyságának ellenőrzése), de közvetlen, valós információkat szolgáltatnak az állatokról. Az állatjóléti mérések tárháza rendkívül széles, és mindig az adott cél és a megvalósíthatóság dönti el, hogy e tárházból melyik mérések elvégzésére van mód a gyakorlatban (8, 9).

Az állatjóléti mérések lehetnek környezeti és állat alapú mérések

A vágóhídi kábítás célja az, hogy a kábítás megkezdésétől a halál beálltáig olyan állapotot idézzen elő az állatban, amelyben nem érzi a fájdalmat és nem tudatosulnak a negatív érzések

A szerzők a sertések kábítására hazánkban leggyakrabban alkalmazott kétpontos elektromos kábítási módot vizsgálták

A vágósertések életének utolsó momentuma kiemelt jelentőségű a jóllétük változása miatt. A jóllét kérdése az élet kioltása kapcsán ellentmondásnak tűnik, ezért szükséges tisztázni, hogy a vágóhídi kábítás célja az, hogy a kábítás megkezdésétől a halál beálltáig olyan állapotot idézzen elő az állatban, amelyben nem érzi a fájdalmat és nem tudatosulnak a negatív érzések (1). A tudat és a fájdalomérzet kikapcsolását a sebészet narkózisnak nevezi. Ebben az állapotban az akaratlagos mozgások hiányoznak, az izomtónus jelentősen lecsökken, a reflexek nagyrészt hiányoznak, az egyedet mechanikai ingerekkel nem lehet felébreszteni (14).

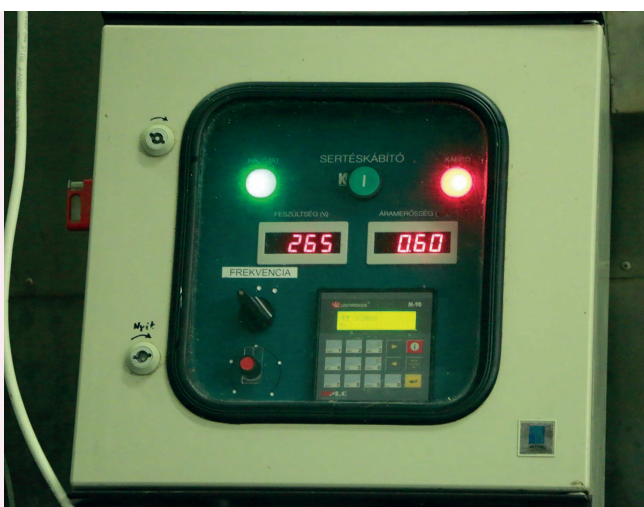
A vágóhídi gyakorlati körülmények között azonban a kérdés fordítva merül fel. Mik azok a technikai paraméterek, amik befolyással vannak a hatékony kábítás kialakítására és fenntartására, és milyen értékekre kell azokat beállítani, hogy az elkábított állatok jólléte ne romoljon. Sertéseken háromféle kábítási módot alkalmaznak Magyarországon: penetratív rögzített závarzatú pisztoly, elektromos kábítás, szén-dioxidos kábítás. Ezek közül leggyakrabban kétpontos elektromos kábítási módot alkalmaznak, ezért jelen dolgozat erre a területre koncentrálnak.

Az elektromos kábítási módszert már többen vizsgálták, és megpróbálták a szükséges fizikai paramétereket meghatározni (6). Így például tanulmányozták az áramerősség (11), a feszültség, a frekvencia és hullámforma (2), továbbá a hullám alakjának (10), a kábítóvilla helyzetének (3), valamint a fej elektromos ellenállásának (16) hatásait. A kábító áram megfelelő frekvenciáját gyakorlati körülmények között még nem vizsgálta senki, ezért erre a célra állítottunk be egy vizsgálatot (6).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Egy magyarországi vágóhídon végeztünk méréseket 6 különböző alkalommal a megszokott napi munka folyamán. Az állatok kábítása és levágása nem kísérleti célra történt, hanem a vágóhíd megszokott napi tevékenysége keretében élelmiszer-előállítási céllal. A vágóhídon valamennyi esetben fején alkalmazott kétpontos kábítási módszert használtak. A kábítást megelőzően a sertések fejét nedvesítették. A kábítást végző személyzet a kábító villa fogóit úgy helyezte el, hogy azok mindkét oldalon a szemek és a fültő közé kerüljenek, vagy pedig az egyik elektródát a szem környékére, a másikat az állkapocs tájékára helyezték.

A vizsgálatokba az adott napon levágásra kerülő valamennyi sertést bevontuk. Néhány esetet, amelyben a kábító villát a fülek mögött a nyak két oldalára helyezték



1. ÁBRA. Kábító berendezés

FIGURE 1. Stunning device

vagy esetleg a túrókarimára, és a kábítást végző személy nem korrigálta a villa felhelyezését, kizártunk a jelen tanulmányból, mert ezzel a módszerrel az áram nem haladt át megfelelően az agyon (3).

A kábítást egy vágóhídi berendezések gyártására szakosodott üzemben gyártott, de egyedileg kialakított kábító berendezéssel végeztük (1. ábra). A készülék normál hálózati áramforrásról üzemeltethető. A beérkező áram transzformálást és egyenirányítást követően 20–2000 mA tartományban tud kábítást végezni, amely egyedi potenciométerrel szabadon beállítható. Az állatra valóban kijutó kábító áram az egyenfeszültség pozitív impulzusainak szélességétől függ, amelyet az áramkörbe kerülő ellenállások, így a fej impedanciája is befolyásol. A berendezés a kábító áramot impulzusokkal modulálja, amelynek frekvenciája állítható 150 Hz – 300 Hz – 2000 Hz fokozatokban.

A készüléken kábítófeszültség-mérő, kábítóáram-mérő, és kábítófrekvencia-kijelző található, amelyekről a kábítás közbeni értékek leolvashatók.

A kábítások során a frekvenciát változtattuk: a kábítások egy részét 150 Hz, míg a másik részét 300 Hz frekvenciára beállított árammal végeztük. A 2000 Hz-es frekvencián megkísérelt kábítások egyáltalán nem voltak hatékonyak, így mivel a vágások nem kísérleti célra történtek, ennek a frekvenciának a vizsgálatát kihagytuk.

Összesen 193 sertést vontunk be az értékelésbe. Valamennyi esetben 80 és 130 kg közötti hízókat vágtak. Egyedi testtömegmérésre nem került sor, mert a testtömeg és a kábítás hatékonysága között hízók esetén korábbi vizsgálatok alapján nem volt összefüggés (15).

Minden egyes kábítás során a következő adatokat jegyeztük fel. Leolvastuk a kábító berendezés kijelzőjén megjelenő áramerősség (A) és feszültség (V) adatot. Rögzítettük a beállított frekvenciát (Hz). Megmértük egy egyszerű stopperóra segítségével a kábítás időtartamát (másodperc) és a kábítástól a szúrásig eltelt időt (másodperc).

A kábítás hatékonyságát és következményesen a narkózis fennállását három időpillanatban vizsgáltuk: (1) közvetlenül a kábítást követően; (2) közvetlenül a szúrást megelőzően; (3) a szúrást követően az elvéreztetés alatt. A sertések állapotának megítélésére állat alapú állatjóléti vizsgálatokat végeztünk. A belgyógyászati diagnosztikai alapismeretek (13) és az állatjóléti vizsgálatokat felölelő eszköztár (4, 8) alapján a vizsgálatok helyszínénél szolgáló vágóhídon a következő vizsgálati protokollt állítottuk össze.

Vizsgálatok közvetlenül a kábítást követően

1. A légzés vizsgálata
A megfelelő elektromos kábítás azonnal légzésleállást (apnoe) idéz elő. A légzés hiányát megtekintéssel tudtuk vizsgálni.
2. A testtartás vizsgálata
A megfelelő kábítás azonnali kollapszust idéz elő, amelynek meglétét megtekintéssel ellenőriztük.
3. A motoros tevékenység vizsgálata
Az elektromos impulzusok motoros izgalmi állapothoz vezetnek, amely toniko-klonikus görcsök formájában nyilvánul meg. Egy rövid tonikus fázis (izomspazmus) után klonikus görcsök voltak megfigyelhetők.
4. A fájdalomérzés vizsgálata
A túrókarima késheggyel történő ingerlésére vagy a fül megütésére adott reakció a tudat visszatérésének jele. Sajnálatos módon az állatokhoz való hozzáférés a kábítást követően gyakorlati vágóhídi körülmények között igen korlátozott, ezért ezt a vizsgálatot ezen a vizsgálati ponton nem tudtuk a protokoll részévé tenni.
5. A hangadás vizsgálata
Bármely hangadás a tudat visszatérésének jele, ezért ennek hiányát ellenőriztük.

A kábítást egy egyedileg kialakított kábító berendezéssel végezték

A kábítások során rögzítették az áramerősséget, a feszültséget, a frekvenciát, a kábítás időtartamát és a kábítástól a szúrásig eltelt időt

A kábítás hatékonyságát vizsgálták közvetlenül a kábítást követően, közvetlenül a szúrást megelőzően, ill. a szúrást követően az elvéreztetés alatt

6. A szem vizsgálata

A szemmozgások vizsgálata során a szem fixált, enyhén felfelé irányuló állását tudtuk ellenőrizni megtekintéssel. Önkéntelen pislogás ebben a fázisban jellemzően nincs, ezért ennek ellenőrzése nem képezte a protokoll részét. A pislogás provokált kiváltása a szaruhártya- vagy kötőhártya-reflex révén pedig azért nem, mert a kábított sertés ekkor jellemzően a klonikus szakaszban volt, és közeli hozzáférés a gyakorlati vágóhídi körülmények között korlátozott volt. Hasonlóképpen nem volt kivitelezhető a pupilla vizsgálata sem.

A leírt 6 kritériumból 5-ből tudtuk a vizsgálatokat minden esetben elvégezni. Minden vizsgálati szempontra 1 pontot adtunk, ha megfelelő volt és 0-át, ha nem. A kábítást akkor tekintettük teljesen *megfelelőnek*, ha mind az öt vizsgálati szempont 1-es pontszámot kapott, így a tudattalan állapot fennállt. Gyakorlati szempontból felállítottunk egy még *elfogadható* szintet is, ha az ötből legalább négy vizsgálati szempont szerint volt megfelelő a kábítás. Következésképpen a kiértékelést elvégeztük *megfelelő* és *elfogadható* teljesülési szinten is. *Megfelelő*, ahol a kábítás 5 pontot kapott, *elfogadható*, ahol 5 vagy 4 pontot. Ez alatt a kábítást már semmiképpen nem tekintettük elfogadhatónak.

A kábítást akkor tekintettük megfelelőnek, ha mind az öt vizsgálati szempont 1-es pontszámot kapott, így a tudattalan állapot fennállt

A szúrást megelőző és a szúrást követő vizsgálat

Ezekben a vizsgálati pontokban a narkózis elmúlásának, azaz a tudat és a fájdalomérzés visszatérésének jeleit vizsgáltuk a következők szerint:

1. A légzés vizsgálata

A ritmikus légzés visszatérése megfigyelhető volt, amennyiben 3–4 légvétel történt azonos időintervallummal.

2. A testtartás vizsgálata

Felfüggesztett sertésnél a normál testhelyzet visszanyerésére való törekvés fej felemelési kísérletben mutatkozik meg, amelyet megtekintéssel vizsgáltunk (2. ábra).

3. A motoros tevékenység vizsgálata

A fül feszsége motoros aktivitásra utal, ezért a fül feszes (3. ábra) vagy ernyedtt állapotát megtekintéssel és tapintással ellenőriztük. Motoros aktivitásra utalhatnak toniko-klonikus görcsök is, de ezek ellenőrzését a protokollból már kihagytuk, mert a kisvágóhídi kialakításból adódóan az elvéreztetést megelőző felfüggesztéssel eltöltött legrövidebb idő is 32 másodperc volt, amely alatt ezek a típusú görcsök jellemzően megszűnnek.

4. A fájdalomérzés vizsgálata

A fájdalomérzés visszanyerése esetén a szúrás előtt a túrókarima késhegygyel történő ingerlésére adott reakció volt megfigyelhető, a szúrást követően pedig önkéntelen bélsár- és vizeletürítés.

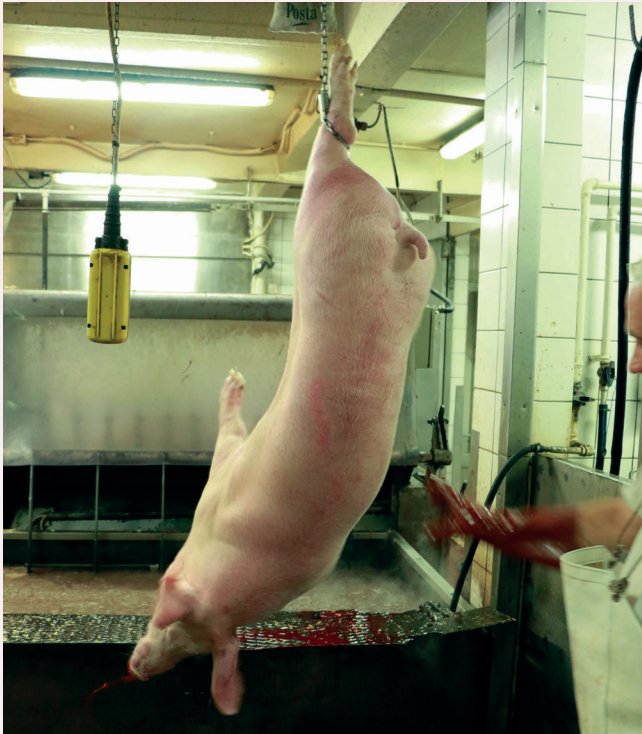
5. A hangadás vizsgálata

Bármely hangadás a tudat visszatérésének jele, ezért ennek hiányát ellenőriztük.

6. A szem vizsgálata

A szem vizsgálata során a pislogás megléte vagy kiváltása megtekintéssel és tapintásos vizsgálatokkal volt lehetséges.

Mind a 6 szempont vizsgálható volt a szúrás előtt és után is. Minden vizsgálati szempontra 1 pontot adtunk, ha a narkózis megfelelő volt, és 0-át, ha nem. Az állatok állapotát akkor tekintettük teljesen *megfelelőnek* ezen a két vizsgálati ponton, ha mind a hat vizsgálati szempont 1-es pontszámot kapott, így a tudattalan és fájdalommentes állapot fennállt. Gyakorlati szempontból felállítottunk egy még *elfogadható* szintet is, ha a hatból legalább öt vizsgálati szempont szerint volt megfelelő a kábítás. Következésképpen a kiértékelést elvégeztük



2. ÁBRA. Testhelyzet-visszanyerési kísérlet

FIGURE 2. Trial to regain posture

A kapott eredményeket
statisztikai módszerekkel
elemezték

Magasabb frekvencián
a hatékony kábítás szig-
nifikánsan ritkább



3. ÁBRA. Feszés fültartás

FIGURE 3. Stiff ear

megfelelő és elfogadható teljesülési szinten is. Megfelelő, ahol a kábítás 6 pontot kapott, elfogadható, ahol 6 vagy 5 pontot. Ez alatt a kábítást már semmiképpen nem tekintettük elfogadhatónak.

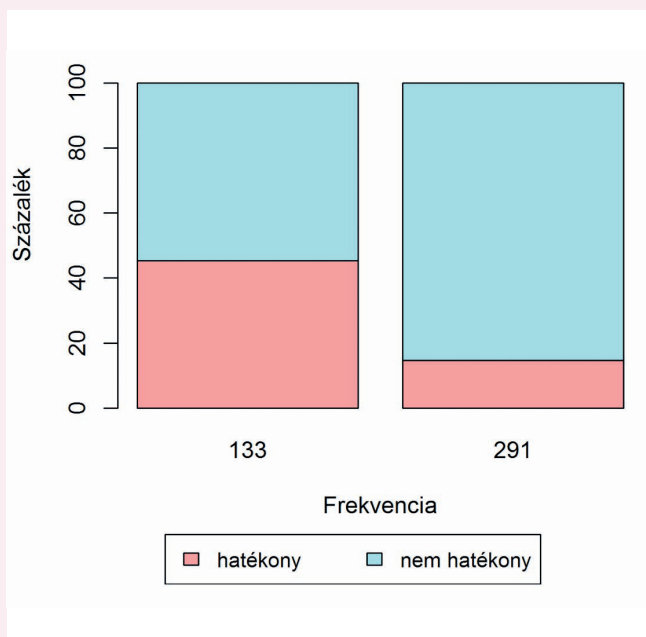
A felvett adatokat statisztikai elemzésnek vetettük alá. Leíró statisztikai elemzést követően logisztikus regresszióval vizsgáltuk azt, hogy a frekvencia változtatásának van-e hatása a kábítás hatékonyságára. A szignifikancia szintje egységesen $p = 0,05$.

Azt vizsgáltuk, hogy fennáll-e a narkózis megfelelő és elfogadható szinten a kábító áram frekvenciája függvényében. Ezt a vizsgálatot három időpillanatban végeztük el: a kábítást követően, a szűrés előtt, valamint a szűrés után. Megvizsgáltuk azt is, hogy a frekvencia más paraméterekkel együtt gyakorol-e hatást a kábítás hatékonyságára.

EREDMÉNYEK

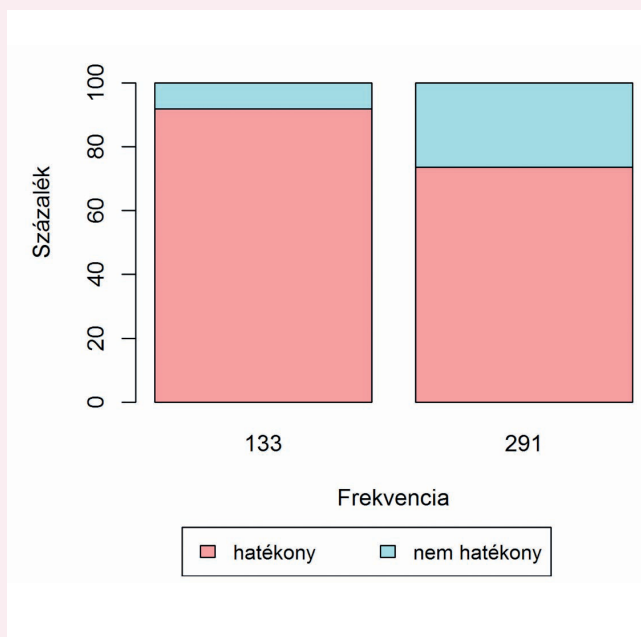
193 egyed kábítási adatait rögzítettük, amelyből 159 alkalommal 133 Hz, 34 alkalommal pedig 291 Hz volt a kábító áram kijelzőn leolvasott frekvenciája. A beállított és mért adat közti enyhe eltérés abból adódik, hogy az áramkörbe iktatott ellenállás némileg módosíthatja a frekvenciát. Mindkét szinten a hatékony és nem hatékony kábítások esetszámát az 1. táblázat mutatja be, míg százalékos eloszlásai a 4–9. ábrákon láthatók.

A kábítást követő vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a magasabb frekvencián a hatékony kábítás szignifikánsan ritkább mind megfelelő, mind elfogadható szinten (10–11. ábrák). A szűrés előtt és a szűrés után vizsgálva azonban már a frekvencia nem volt hatással a narkózis fenntartására (12–15. ábrák).



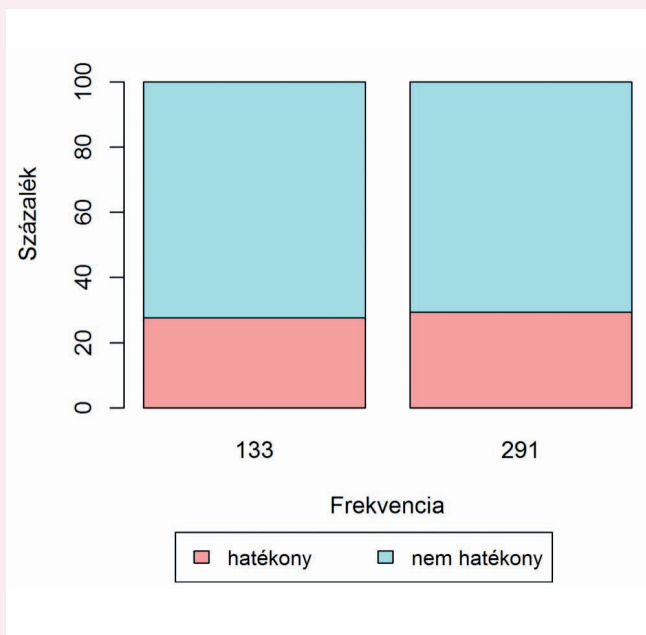
4. ÁBRA. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében megfelelő szinten a kábítás után

FIGURE 4. Percentage of effective and non-effective cases in relation to frequency on proper level after stunning



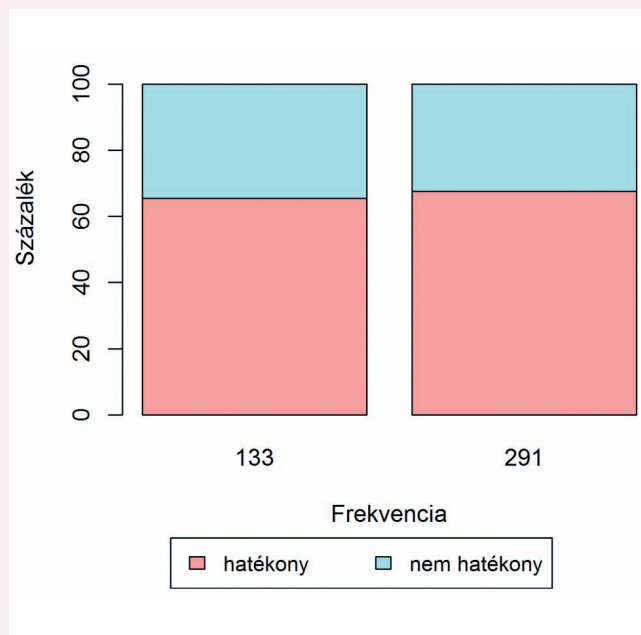
5. ÁBRA. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében elfogadható szinten a kábítás után

FIGURE 5. Percentage of effective and non effective cases in relation to frequency on acceptable level after stunning



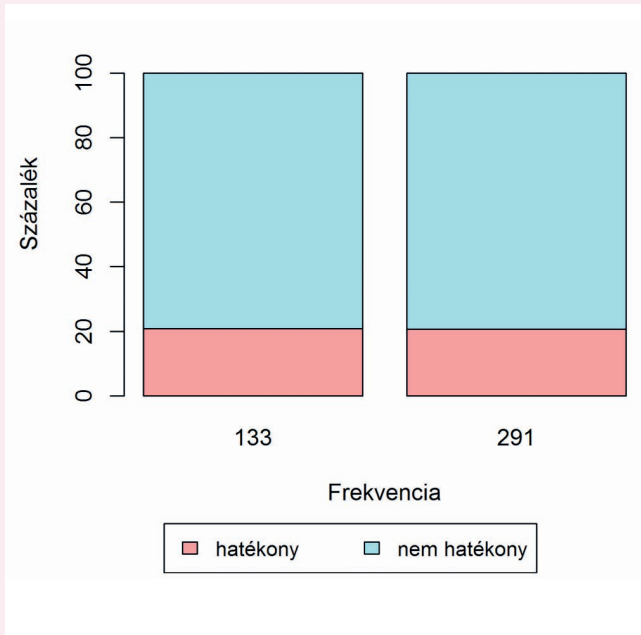
6. ÁBRA. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében megfelelő szinten a szúrás előtt

FIGURE 6. Percentage of effective and non-effective cases in relation to frequency on proper level before sticking



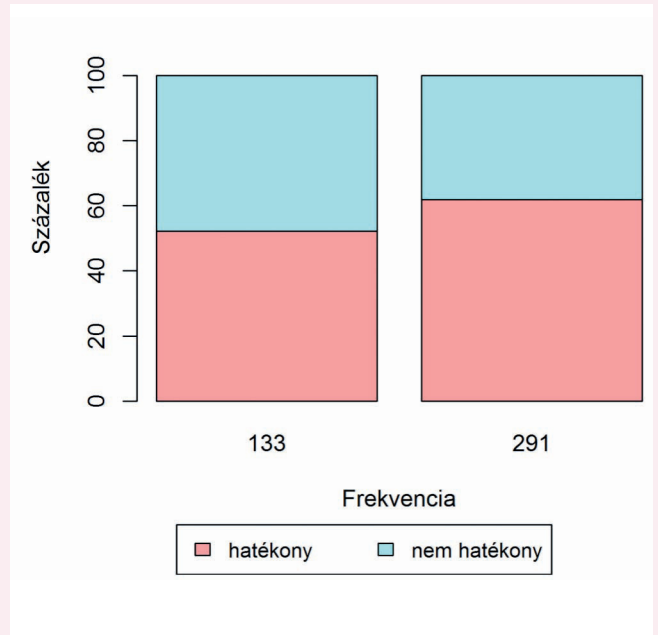
7. ÁBRA. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében elfogadható szinten a szúrás előtt

FIGURE 7. Percentage of effective and non-effective cases in relation to frequency on acceptable level before sticking



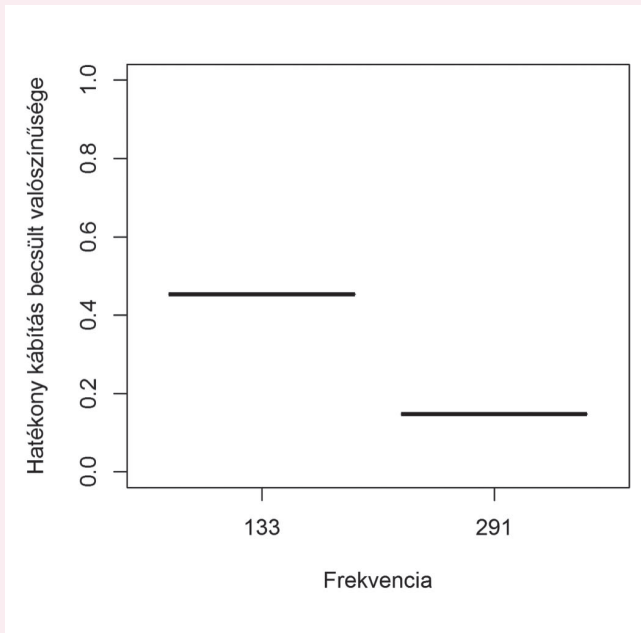
8. ÁBRA. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében megfelelő szinten a szúrás után

FIGURE 8. Percentage of effective and non-effective cases in relation to frequency on proper level after sticking



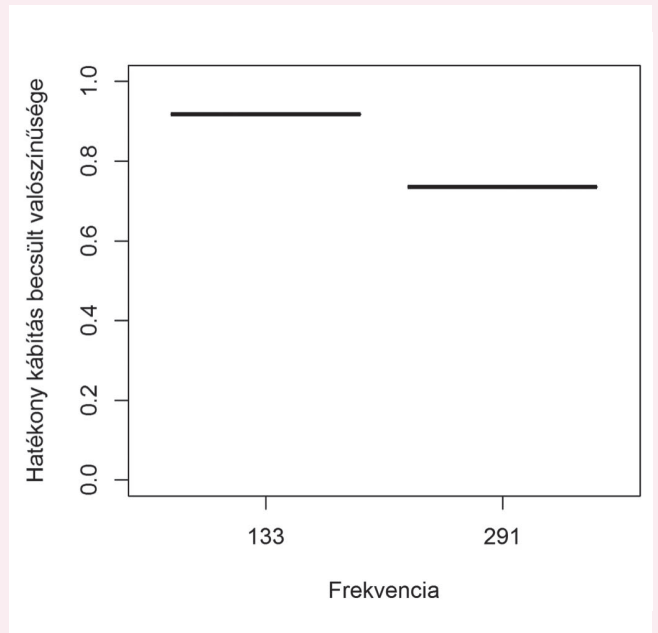
9. ÁBRA. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében elfogadható szinten a szúrás után

FIGURE 9. Percentage of effective and non-effective cases in relation to frequency on acceptable level after sticking



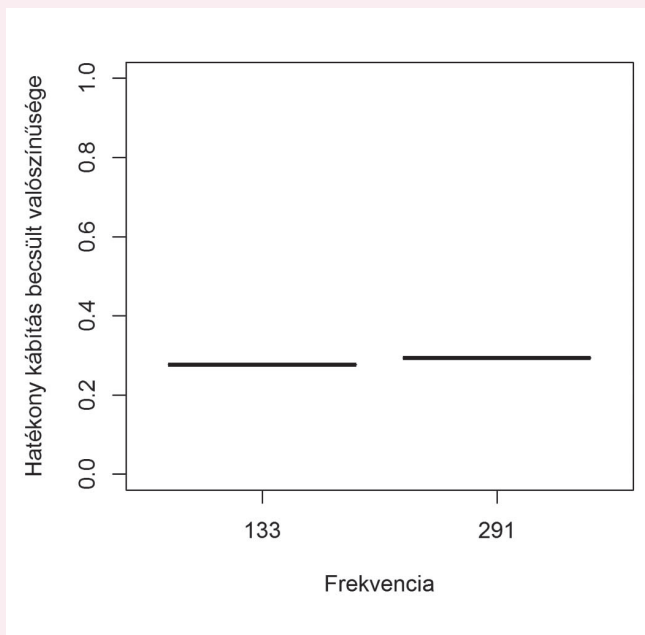
10. ÁBRA. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében megfelelő szinten a kábítás után

FIGURE 10. Probability of effective stunning in relation to frequency on proper level after stunning



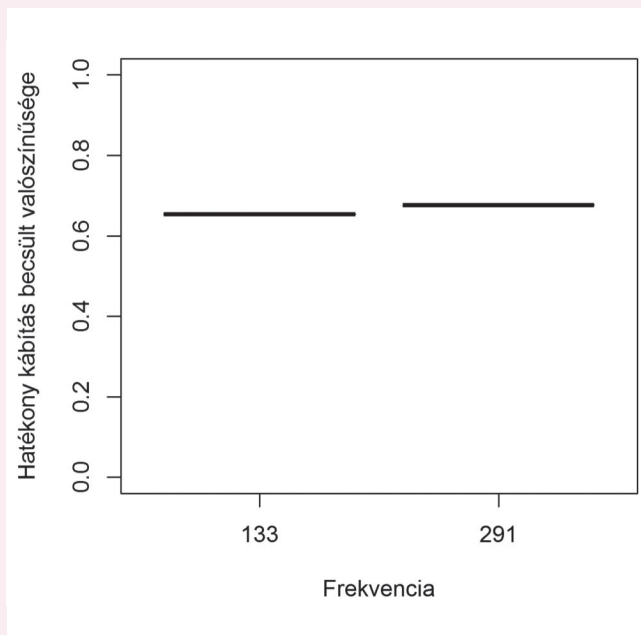
11. ÁBRA. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében elfogadható szinten a kábítás után

FIGURE 11. Probability of effective stunning in relation to frequency on acceptable level after stunning



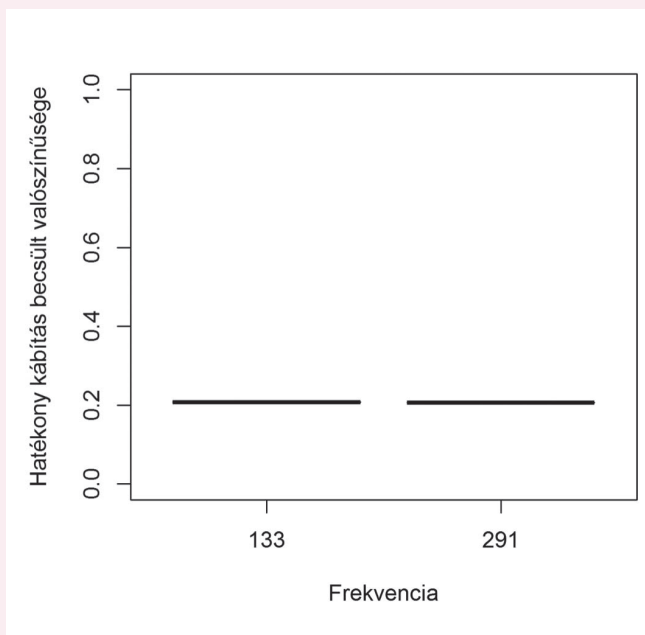
12. ÁBRA. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében megfelelő szinten a szúrás előtt

FIGURE 12. Probability of effective stunning in relation to frequency on proper level before sticking



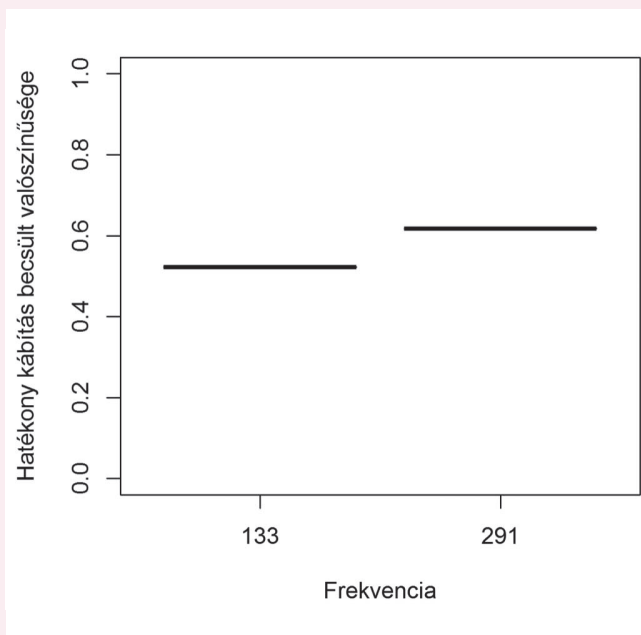
13. ÁBRA. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében elfogadható szinten a szúrás előtt

FIGURE 13. Probability of effective stunning in relation to frequency on acceptable level before sticking



14. ÁBRA. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében megfelelő szinten a szúrás után

FIGURE 14. Probability of effective stunning in relation to frequency on proper level after sticking



15. ÁBRA. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében elfogadható szinten a szúrás után

FIGURE 15. Probability of effective stunning in relation to frequency on acceptable level after sticking

TÁBLÁZAT. Hatékony és nem hatékony kábítások esetszámai**TABLE.** Number of effective and non-effective cases

	133 Hz		291 Hz	
	Megfelelő	Nem megfelelő	Megfelelő	Nem megfelelő
Kábítás után	72	87	5	29
Szűrés előtt	44	115	10	24
Szűrés után	33	126	7	27
	Elfogadható	Nem elfogadható	Elfogadható	Nem elfogadható
Kábítás után	146	13	25	9
Szűrés előtt	104	55	23	11
Szűrés után	83	76	21	13

Logisztikus regresszióval megvizsgáltuk azt is, hogy a kétféle frekvencia más változókkal együtt (áramerősség, kábítási idő, kábítástól a szűrésig eltelt idő) eltérő hatással van-e a kábítás hatékonyságára, valamint a narkózis fenntartására a szűrés előtti és a szűrés utáni időszakban. Ilyen kapcsolatok nem álltak fenn, a frekvencia más változókkal együtt nem mutatott hatást.

MEGVITATÁS

A frekvenciának kizárólag a kábítás hatékonyságára volt hatása, a narkózis fenntartására nem

A frekvencia befolyásolja a kábítás hatékonyságát, mégpedig úgy, hogy a magasabb, 300 Hz körüli értéken már kevésbé hatékony a kábítás, mint az alacsonyabb, 150 Hz-re beállított kábításoknál. Megállapítottuk, hogy a frekvenciának kizárólag a kábítás hatékonyságára volt hatása, a narkózis fenntartására nem.

Normál esetben az idegsejtekben egy akciós potenciál néhány milliszekundumig tart (5). Elektromos kábításkor, ha megfelelő erősségű áram jelent ingerületet, akkor az idegsejtek folyamatos akciós potenciálja, majd paroxizmális depolarizációs shift alakul ki. Ez az idegsejtek kimerüléséhez vezet, és emlősökben grand mal epilepsziát okoz (7). A grand mal epilepsziában az idegsejtek normál összehangolt működése sérül, ami tudatvesztést okoz. A grand mal epilepszia során az idegsejtek kimerülnek, az utána következő nyugalmi szakaszban pedig nem ingerelhetők, mert ekkor a hiperpolarizáció zajlik (7). Ez okozza az érzékelés kikapcsolását. A magasabb frekvencia nem alkalmas a neuronális gátlás megfelelő kialakítására. Ennek feltehetőleg az az oka, hogy az egyenáram egyes félhullámai rövid ideig tartanak. A vizsgálatokra használt készüléken, 150 Hz-es állásban maximális áramerősségnél egy hullámperiódus 6 ms, amelyből 3 ms a pozitív félhullám. 300 Hz-en pedig 3 ms a teljes periódus és 1,5 ms a pozitív félperiódus. Ez az időszak már nem alkalmas arra, hogy tartós depolarizációt alakítson ki a neuronokban.

A hatékony kábítás kialakítására alacsony frekvenciájú áramot érdemes használni

A hatékony kábítás kialakítására alacsony frekvenciájú áramot érdemes használni. 300 Hz körüli frekvencia már nem alkalmas a megfelelő kábítás kialakítására.

IRODALOM

1. 1099/2009/EK Tanácsi Rendelet az állatok leölése során való védelméről.
 2. ANIL, M. H. – MCKINSTRY, J. L.: The effectiveness of high frequency electrical stunning of pigs, *Meat Sci.*, 1992. 31. 481–491.
 3. ANIL, M. H. – MCKINSTRY, J. L.: Variations in electrical stunning tong placements and relative consequences in slaughter pigs, *Vet. J.*, 1998. 155. 85–90.
 4. ANIL, M. H.: Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning, *Meat Sci.*, 1991. 30. 13–21.
 5. BEAN, B. P.: The action potential in mammalian central neurons, *Nature Reviews Neuroscience*, 2007. 8. 451–465.
 6. EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY): Welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals, *EFSA J.*, 2004. 45. 1–29.
 7. EFSA AHAW Panel (EFSA PANEL ON ANIMAL HEALTH AND WELFARE). Welfare aspects of animal stunning and killing methods. Scientific Report of the *Scientific Panel for Animal Health and Welfare* on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods, Question N° EFSA-Q-2003-093, 2004.
 8. EFSA AHAW Panel (EFSA PANEL ON ANIMAL HEALTH AND WELFARE): Scientific Opinion on monitoring procedures at slaughterhouses for pigs, *EFSA J.*, 2013. 11 (12). 3523. 62
 9. EFSA AHAW Panel (EFSA PANEL ON ANIMAL HEALTH AND WELFARE): Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals, *EFSA J.*, 2012. 10(6). 2767. 29.
 10. GREGORY, N. G.: Profiles of currents during electrical stunning, *Aust. Vet. J.*, 2001. 79. 844–845.
 11. HOENDERKEN, R.: *Electrical stunning of slaughter pigs*, Doctoral Dissertation, University of Utrecht, The Netherlands. 1978.
 12. JOHNSEN P. F. – JOHANNESSON T. – SANDOE P.: Assessment of farm animal welfare at herd level: many goals, many methods. *Agr. Scand., Sect. A, Suppl.*, 2001. 30. 26–33.
 13. PAPP L.: *Állatorvosi belgyógyászati diagnosztika I–II. rész*. Budapest, 1993.
 14. TÓTH J.: *Állatorvosi anaesthesiologia*, Mezőgazda. ÁOTE. Budapest, 1993.
 15. VÉGH, Á. – ABONYI-TÓTH, Zs. – RAFAI P.: Verification of the technical parameters of head-only electrical stunning of pigs under commercial conditions. *Acta Vet. Hung.*, 2010. 58. 147–156.
 16. WOTTON, S. B. – O'CALLAGHAN, M.: Electrical stunning of pigs: the effect of applied voltage on impedance to current flow and the operation of a fail-safe device, *Meat Sci.*, 2002. 60. 203–208.
- Közlésre érk.: 2016. jún. 26.