

Állatorvostudományi Doktori Iskola

**Állatokon végzett jólléti vizsgálatok és
az elektromos kábítás mutatóinak összefüggései
sertéseken**

PhD értekezés

Dr. Végh Ákos

2016.

Témavezető és témabizottsági tagok:

.....

Prof. Dr. Rafai Pál

egyetemi tanár, MTA doktora

Állatorvostudományi Egyetem

Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai Tanszék

témavezető

.....

Dr. Ózsvári László PhD, habil.

tanszékvezető, egyetemi docens

Állatorvostudományi Egyetem

Törvényszéki Állatorvostani, Jogi és Gazdaságtudományi Tanszék

társtémavezető

Készült 8 példányban. Ez a sz. példány.

.....

dr. Végh Ákos

TARTALOMJEGYZÉK

1. Összefoglalás	5
2. Bevezetés és célkitűzések	7
3. Irodalmi áttekintés.....	9
3.1. A jóllét.....	9
3.1.1. A jóllét fontossága	9
3.1.2. A Brambell-jelentés	10
3.1.3. A jóllét fogalma.....	11
3.1.4. A jóllétre vonatkozatható egységes megállapítások	15
3.1.5. Gyakorlati alkalmazás	16
3.2. A jóllét mérése.....	16
3.2.1. Állatjóllét mérésének irányai	16
3.2.2. Környezeti mérések.....	17
3.2.3. Állatokon végzett mérések	18
3.2.4. Az egyes mérések értéke	22
3.2.5. Állatjólléti értékelő rendszerek	24
3.3. A jóllét mérése sertések kétpontos elektromos kábítása során	28
3.3.1. Általános szempontok	28
3.3.2. A kétpontos elektromos kábítás élettani alapja.....	29
3.3.3. A kétpontos elektromos kábítás fizikai mutatói	31
3.3.4. A sertéseken a kábítás során elvégezhető vizsgálatok	32
3.3.5. Az állatjóllét értékelésének módszere sertések kábítása során.....	34
4. Saját vizsgálatok	35
4.1. Sertések kétpontos elektromos kábításakor alkalmazott technikai mutatók ellenőrzése gyakorlati körülmények között.....	35
4.1.1. Anyag és módszer	35
4.1.2. Eredmények.....	37
4.1.3. Megbeszélés	40
4.2. Gyakorlati vizsgálatok a kábító áram frekvenciájának a sertések kétpontos elektromos kábítása során kifejtett hatásáról.....	41
4.2.1. Anyag és módszer	41
4.2.2. Eredmények.....	45
4.2.3. Megbeszélés	48
4.3. Gyakorlati vizsgálatok az áramerősségnek és az időnek a kábítás hatékonyságára kifejtett hatásáról sertések kétpontos elektromos kábítása során	49

4.3.1.	Anyag és módszer	49
4.3.2.	Időre vonatkozó eredmények.....	53
4.3.3.	Áramerősségre és az elektromos munkára vonatkozó eredmények.....	56
4.3.4.	Megbeszélés	65
5.	Új tudományos eredmények	67
6.	Irodalom	68
7.	A doktori kutatás eredményeinek közzései	72
8.	Köszönetnyilvánítás	73

1. Összefoglalás

Természettudományos alapon három fő felfogás szerint lehet az állatjóllétet meghatározni: a biológiai működés mentén, az állat érzései szerint és a természetes viselkedés lehetősége alapján.

A *biológiai működés* szerinti felfogás a jóllétet fizikális oldalról közelíti meg és a szervezet biológiai működését, mint a környezetével állandóan kommunikálni, együttműködni képes szabályozó rendszert értelmezi. A környezet állandóan változik, és onnan ingerek érkezik a szervezethez, míg a szabályozó funkciók a homeosztázis fenntartására törekednek, ezért egy állat jólléte a környezetével való együttműködési kísérleteiben mutatkozik meg (Broom, 1986).

Az *érzések szerinti* felfogás alapján a jóllét mindazt jelenti, amit az állat érez, a kellemetlen érzelmi állapotok, más szóval szenvedés hiányával és a kellemes érzelmi állapotok, más szóval gyönyör jelenlétével (Duncan, 2004). Érzésnek a tudatosult érzeteket nevezzük, s mivel ezekhez agyi reprezentációk kötődnek, ezek vezérlik az egyes viselkedési formák kifejeződését. Elsődlegesen a kellemetlen érzelmek játszanak szerepet, melyek az állatok túlélését vagy szaporodási sikerét veszélyeztető helyzetek megoldását szolgálják, a kellemes érzelmek pedig másodlagosak, mert hosszú távú előnyök érdekében alakítják a viselkedést.

A *természetes viselkedés* szerinti felfogás a törzsfajlás adta genetikai kódtárra építve azt mondja, hogy ez a kódtár és a benne rejlő alkalmazkodási lehetőségek révén alakul ki az adott egyed által mutatott összes viselkedésforma. A jóllétről akkor beszélhetünk, ha egy egyednek lehetősége van az így kialakult teljes viselkedési repertoár használatára, vagyis egyedfejlődése a fajnak megfelel és képes az adaptációit alkalmazva élni (Fraser, 1997, Alcock, 2009). A különböző megközelítések mutatják egyrészt azt, hogy az állatjóllét egy komplexen értelmezhető fogalom, másrészt azt, hogy nem létezik egy, kiemelt, tökéletes módszer a jóllét meghatározására.

A meghatározások alapján egyedi szinten mérhetővé válik a jóllét. Tekintettel arra, hogy az állatjóllét meghatározása nem egységes, az állatjóllét mérése sem az. Emellett egyetlen egyedi mérés végrehajtása önmagában nem elég a jóllét meghatározására, hanem több mérés együttes értelmezése ad értékelhető képet. Az állatjólléti mérések két fő csoportja a környezeti mérések (tárgyi és személyi erőforrások vizsgálata) és az állatokon végzett mérések (egyedi és állomány szintű vizsgálatok). A mérések fő jellemzői a megvalósíthatóság, a megbízhatóság és az érvényesség. A megvalósíthatóság azt jelenti, hogy gyakorlati körülmények között könnyen elvégezhető. A megbízhatóság a próba érzékenységét és a vizsgáló személytől való függetlenségét jelenti. Az érvényesség pedig azt, hogy a mérés a kiválasztott állatról vagy állatcsoportról a vizsgálat céljának megfelelő adatot szolgáltat. Az állatjóllét egyedi meghatározásán felül gazdasági haszonállatok esetén kiemelt jelentőséggel

bír egy egész állomány vagy egy adott tartási hely állatjóléti helyzetének megítélése, mert ezzel jogi előírásoknak vagy minősítési rendszereknek való megfelelést lehet igazolni.

Az állatok jólétének speciális ellenőrzési helye a vágóhid, ahol az állatokat kivézetés előtt elkábítják. A vágóhídi kábítás célja, hogy a kábítás megkezdésétől a halál beálltáig öntudatlan és fájdalommentes állapotot idézzen elő az állatban. Ennek megléte az állatokon mérhető jelek szerint vizsgálható. A kábításkor a belgyógyászati diagnosztika szabályai szerint ellenőrizhető a légzés, a testtartás, a motoros tevékenység, a fájdalom, a hangadás és a szem reflexeinek megléte. Az állatonkénti vizsgálatok eredményeit összesítve és statisztikai elemzésnek alávetve az adott vágóhídi kábítás hatékonysága megítélhető. A kábítás fizikai mutatóinak változtatása után a hatékony és nem hatékony kábítások száma összesíthető. Ebből pedig számolható, hogy az adott mutató hatással van-e a kábítás hatékonyságára, és ha igen, akkor milyen érték beállítása tekinthető optimálisnak.

Saját vizsgálatainkban a kábítás és a narkózis fenntartásának hatékonyságát állatokon mérhető jelek alapján határoztuk meg. Ezek alapján az egyes mutatókra vonatkozóan a következő megállapításokat tettük:

- 1) Egyértelműen megállapítható, hogy a kábítás hatékonyságát elsősorban az áramerősség mértéke határozza meg. A kábítás megfelelő pozicionálással az esetek 99%-ában elfogadhatónak tekinthető, ha az áramerősség legalább 1,02 Amper.
- 2) A kábítási idő és a kábítás hatékonysága között nem volt összefüggés a 3 másodpercnél hosszabb kábítások során, így a korábban javasolt minimális 3 másodperc kábítási idő a gyakorlati visszaigazolás alapján is alkalmas narkózis elérésére.
- 3) A tudat visszanyerése a szúrásig eltelt idővel egyre nagyobb eséllyel következik be, a szúrás optimális időpontja a kábítás végétől mérve biztosan 32 másodperc alatt van.
- 4) A kábítás hatékonyságára a vizsgálati tartományokban nincs hatással a testtömeg, a testösszetétel és a fej ellenállása.
- 5) A szúrást követően a narkózis fennállására a legnagyobb hatással szintén a kábítási áram van, azonban itt az elektromos munka szerepe is fontos. A kábítás az esetek 99%-ában megfelelően fennáll a szúrás követően, ha a kábításkor az elektromos munka legalább 8089,38 Joule.
- 6) A frekvencia befolyásolja a kábítás hatékonyságát, az alacsonyabb frekvencián jobb a hatékonyság. Ugyanakkor a narkózis fenntartására nincs hatással.

2. Bevezetés és célkitűzések

„Oculus domini saginat equum” - a gazda szeme hizlalja a lovat, mondta Arisztotelész. A mondás máig igaz, mert a jó gazda szereti, eszesen neveli, azaz védi jószágait. Az effajta gondoskodás olyannyira fontos, hogy napjainkra már belső indíttatáson túl törvényi előírássá vált.

„Az állatok érezni, szenvedni és örülni képes élőlények, tiszteletben tartásuk, jó közérzetük biztosítása minden ember erkölcsi kötelessége” – fogalmaz a magyar állatvédelmi törvény (1998). Jó gazdának lenni tehát nem csak azt jelenti, hogy az állat számára annak fajára, fajtájára, nemére, korára, állapotára jellemző fizikai, élettani, tenyésztési és etológiai sajátosságainak megfelelő életkörülményeket tud valaki biztosítani, hanem azt is, hogy felismeri az állatok fájdalmát, szenvedését vagy éppen örömeit, és ennek megfelelően bánik a gondozására bízott jószágokkal.

Ez kettős feladatot ad: ismerni kell az állattartási szükségleteket és ismerni kell az állatok reakcióit, viselkedését a különböző élethelyzetekben. Vagyis nem elég önmagában a jó környezeti feltételek biztosítása, rendszeresen ellenőrizni kell, hogy az állatok e feltételek között valóban jól érzik-e magukat.

Az állatok védelmére és kíméletére vonatkozó jogszabályok elsősorban a megfelelő környezeti feltételek (tárgyi és személyi erőforrások) biztosítását követelik meg (Földművelésügyi Miniszter, 1999). Emellett azonban elengedhetetlen az állatjóllét ismérveinek meghatározása is mind az állattartók (vagyis az állatért adott pillanatban felelős személyek) számára, mind pedig az állatorvosok, az ellenőrző és a minőségbiztosító szervezetek részére, mert ez képezheti alapját a szükséges beavatkozások meghatározásának, hatósági döntéseknek, valamint minőségbiztosítási és jólléti termékjelölő rendszereknek (EFSA, 2012).

A jóllét meghatározására többféle tudományos és gyakorlati megközelítés létezik. Ezek egy része az állatok szükségletei szempontjából a számukra biztosított környezeti (személyi és tárgyi) feltételeket veszik számba (Bartussek, 1999). Ez utóbbi utat követi a legtöbb állatvédelmi jogszabály is. Az újabb módszerek azonban már az állatok fizikális és kórtani vizsgálatára, azok viselkedésbeli, élettani, termelési jellemzőinek változásaira alapozzák megállapításaikat (Broom, 1991; Whay et al., 2002; Webster, 2005; Botreau et al., 2009). A különböző megközelítések mutatják egyrészt azt, hogy az állatjóllét egy sokrétűen értelmezhető fogalom, másrészt azt, hogy nem létezik egy, kiemelt, tökéletes módszer a jóllét meghatározására.

A magyar nyelvű szakirodalom ez idáig nem foglalkozott az állatjóllét, mint tudományos fogalom értelmezésével, továbbá az értelmezésből fakadó jólléti mérőmódszerek

ismertetésével. **Ezért célul tűztem ki olyan szinopszis elkészítését, ami tudományos oldalról ismerteti az állatjóllétet és annak vizsgálati módszereit, egyúttal lehetőséget teremt ezek gyakorlati alkalmazására.**

Az állatjóllét ellenőrzésének módszerei elsősorban az állatok tartására koncentrálnak. Az állatok levágásának értékelésére és azon belül a kábítás megfelelőségére alkalmazható állatjólléti méréseket korábban csak Grandin használt (Grandin, 1998). Részletes, állatfajonkénti módszergyűjteményt az EFSA kezdett nemrégiben kidolgozni (EFSA, 2013). **Cél volt a kábítás hatékonyságát jellemző fizikális vizsgálati lehetőségek közül a gyakorlati körülmények között használható kiválasztása és alkalmazása.** Ez előfeltételként szolgált a kábítási módok fizikai mutatóinak meghatározásához.

Sertéseken háromféle kábítási módot alkalmaznak Magyarországon: penetratív rögzített závarzatú pisztoly, elektromos kábítás, szén-dioxidos kábítás. Mindhárom kábítási mód tekintetében fontos néhány alapvető technikai mutató jó beállítása és a kábítás hatékonyságának valamint a beállított mutatók megvalósulásának ellenőrzése. Penetratív rögzített závarzatú pisztoly általában tartalék eszközként szolgál, a szén-dioxidos kábítást pedig mindössze 4 vágóhidon használják hazánkban. A magyar sertésvágóhidakon leggyakrabban kétpontos elektromos kábítási módot alkalmaznak.

Az elektromos kábítási módszert már többen vizsgálták és megpróbálták a szükséges fizikai mutatókat meghatározni. Így például tanulmányozták az áramerősség (Hoenderken, 1978), a feszültség, a frekvencia és a hullámforma (Anil and McKinstry, 1992), továbbá a hullám alakjának (Gregory, 2001), a kábítóvilla pozíciójának (Anil and McKinstry, 1998), valamint a fej elektromos ellenállásának (Wotton and O'Callaghan, 2002) hatásait. Ezekre alapozva a jelenleg hatályos 1099/2009/EC tanácsi rendelet előírása szerint a sertések elektromos kábítására 1,3 Amper alkalmazása kötelező. Mindemellett az EFSA elismeri, hogy a sertések kétpontos elektromos kábításához ajánlott technikai mutató, az 1,3 Amper, régi és kísérleti körülmények között dolgozták ki, ezért gyakorlati körülmények közötti visszaigazolására van szükség (EFSA, 2004a).

A sertések elektromos kábítása tekintetében célul tűztem ki a kábítás hatékonysága és az áramerősség közötti összefüggés feltárását és a sertések kábításához minimálisan szükséges áramerősség meghatározását. Tekintettel arra, hogy a kábítás hatékonyságát és tartósságát más tényezők is befolyásolják (pl. időtartam, feszültség, frekvencia, hullámforma, pozicionálás, nedvesítés), így ezeknek a kábítás hatékonyságára gyakorolt hatását is vizsgálni kívántam.

A mérések elvégzéséhez több olyan műszer került kifejlesztésre (a KORAX üzemében, ami alkalmas a valós kábítási mutatók kijelzésére (áramerősség, feszültség, frekvencia).

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A jóllét

3.1.1. A jóllét fontossága

Az állatok jólléte iránti szakmai és társadalmi érdeklődést a XX. sz. második felében megfigyelhető történelmi és gazdasági folyamatok, valamint a tudományos fejlődés váltotta ki. A II. világháborút követően rohamosan megnőtt az állati eredetű élelmiszerek iránti igény. A hagyományos külterjes állattartás és állattenyésztés helyét intenzív rendszerek vették át (Horn, 1959). Az állattartás jövedelmezőségének javítása céljából a termelés ipari méretűvé vált (Harrison, 1964), amely szükségszerűen több változást is eredményezett.

1. Megjelentek új eszközök, technikák, például a termelékenységet és a gazdaságosságot javító szelekció, új tenyésztési eljárások, hozamfokozók vagy szintetikus anyagokból összeállított takarmányok (Brambell, 1965), majd a különböző biotechnológiai eljárások.
2. Korábban ismeretlen, új betegségek és rendellenességek jelentkeztek: a brojlercsirkék talpfekélye, a sertések PSE-húst eredményező stresszor érzékenysége vagy a viselkedés tekintetében különböző sztereotípiák stb. Mindennapossá vált a kis helyre összehírt fajtársak közötti agresszió, a helytelen takarmányozás okozta hiánybetegség, a multirezisztens baktériumtörzsek vagy a hormontartalmú hozamfokozók káros hatása.
3. Új, fájdalommal járó beavatkozások is megjelentek: a malacok farok- és a csibék csőr-kurtítása, vagy a borjak szarvtalanítása stb. Ezeket a társadalom egyre növekvő része illette kritikával, és elindult az *'állatok felszabadítási'* mozgalma (Singer, 1975), az emberléptékű, családi birtokok kiegyensúlyozott gazdálkodásának igénye (Fraser, 2003).

Egyidejűleg az élettudományi kutatások megvilágították a fájdalom és a stressz élettant és eltöröltek sok tévhitet (pl. „fájdalmat csak az érezhet, aki el tudja mondani”). Annak felismerése, hogy az állatok érző lények, és a fájdalom, a szenvedés, az öröm az állatvilágban is értelmezhető fogalmak, filozófiai és élettani oldalról is megtörtént (Duncan, 2006; Hellebrekers, 2000; Veissier és Forkman, 2008).

Mindeközben a lakosság szerkezete is döntően megváltozott. Az intenzív állattartás csökkenő munkaerőigénye és a városokban kínált jobb életkörülmények miatt a vidéket és ezzel együtt a hagyományos állattartást a népesség jelentős része elhagyta (Millman, 2009). Az állatok iránti kötődés azonban nem szűnt meg, csak a gazdasági haszonállatok helyét a társállatok

vették át. A világegést felváltó humanitárius attitűd a társállatokkal fennálló érzelmi kötődés miatt az egész állatvilágra is kivetült (Endenburg, 2000; Millman, 2009).

3.1.2. A Brambell-jelentés

Az említett folyamatok egyértelműsítették a tudomány számára, hogy az állatok jóllétének megismerése és jellemzése fontos szakmai feladat, egyúttal társadalmi szükségszerűség. Ennek első lépése volt Harrison Állati gépek c. munkája (Harrison, 1964) nyomán 1965-ben elkészített jelentés (Brambell, 1965), amelyet a jelentést összeállító bizottság vezetőjéről, Brambell professzorról, az Észak-Wales-i Egyetem Zoológia Tanszékének egykori vezetőjéről neveztek el.

A jelentés volt az első olyan tudományos tanulmány, amely az állatjóllét kifejezést használta, ezért ez időtől tekintjük az állatvédelmet önálló tudományterületnek.

Brambell a jóllétet egy tág fogalomnak tekinti, amely „magába foglalja az állatnak mind fizikális mind mentális szempontból megfelelő létét. Bármely kísérletnek, amely a jóllét értékelésére irányul, figyelembe kell vennie az állatok érzéseire vonatkozó tudományos bizonyítékokat, amelyek az állatok felépítéséből, rendeltetéséből és viselkedésükből eredeztethetők.”

Brambell kiindulópontként az állatok *érzéseiről* beszél, mégpedig az emberekével összevetve. Az akkor friss tudományos eredmények alapján jut arra a következtetésre, hogy mivel a házasított emlősök és madarak idegrendszerének felépítése és működése nagymértékben hasonlít az emberéhez, ezért érzékelésük is hasonló, így a szenvedés és ennek fájdalomból, kimerültségből, félelemből, frusztrációból adódó jelei is hasonlóan értékelhetők.

Az állatokon a fájdalomnak, szenvedésnek jól vizsgálható *biológiai jelei* a betegségek következtében megjelenő tünetek vagy különböző viselkedésformák. Ezek megléte vagy hiánya szerint a jelentés érveket (pl. a paraziták életciklusának megszakíthatósága) és ellenérveket (pl. összetett okú betegségek előfordulása) sorol az intenzív tartási rendszerekkel kapcsolatban, és részletezi a különböző mikroklimatikus tényezők szerepét.

Az intenzív rendszerek használatának fontos sajátossága, hogy az állatokat adott helyen és adott ideig zártan tartják. Ez azonban egy bizonyos határ után gátolja a *természetes viselkedés* lehetőségét mind a társas kapcsolatok, mind a fajra jellemző hely- és helyzetváltoztatási viselkedésminták gyakorlásában.

A jelentésnek fontos megállapításai továbbá, hogy az állatjóllét mérhető, annak komplex megközelítés szerinti mérésére szükség van, és hogy az állatok jóllétének alakításában az ember szerepe és felelőssége vitathatatlan.

3.1.3. A jóllét fogalma

Ma már az állatjóllét kifejezést szakmai körben és a társadalom széles rétegeiben is sokan használják. A fogalom értelmezése azonban nem egységes, lehetséges jelentéstartama többféle lehet. Emiatt egy adott szövegkörnyezetben mindig tisztázni kell, hogy a szerző mely értelmezés szerint használja, mert az eltérő értelmezéseknek közvetlen gyakorlati és jogi kihatása is van.

A jóllét értelmezésének eltérései abból adódnak, hogy a jóllét mérésére szolgáló vizsgálatok szemléletükben különböznek egymástól, így a kapott mérési eredmények, azok értelmezése és a belőlük fakadó gyakorlati következmények is eltérhetnek vagy akár ellentétesek is lehetnek egymással. Természettudományos alapon három fő felfogást szokás elkülöníteni:

- a *biológiai működés* mentén,
- az *állat érzései* szerint,
- a *természetes viselkedés* lehetősége alapján.

3.1.3.1. *Biológiai működés szerinti felfogás*

A *biológiai működés* szerinti felfogás a jóllétet fizikális oldalról közelíti meg. A kiindulópont az élettani folyamatok normális működése, amelynek következtében az állatoknak *szükségleteik* keletkeznek. A *szükséglet* lényegében egy hiányosság, amely valamely erőforrás megszerzésével vagy testi válaszreakcióval megszüntethető (Fraser és Broom, 1997). Például az a juh, amelyik órák óta a napos legelőn tartózkodik, előbb-utóbb folyadékhiányos lesz (vagyis élettani folyamatai változásokhoz vezetnek, pl. testnedvei koncentráltabbak lesznek, a hőleadás párolgással fokozódik, a szájában levő receptorok érzékelik a szárazságot stb.). Az élettani folyamatok normális működése arra készíti az állatot, hogy felkeresse az itatót és folyadékot vegyen fel. A szükséglet tehát az állatot motiválja, arra ösztönzi, hogy szervezete szüntesse meg a hiányosságot (Broom, 1993, 1991).

Az itató felkeresésének példája azt az ellentétet érzékelteti, hogy miközben az élő szervezet a homeosztázis fenntartására törekszik, addig a külső és a belső környezetből térben és időben folyamatosan változások érik a szervezetet. Ezek az ingerek a szervezet viselkedésbeli vagy élettani válaszreakcióit váltják ki a viszonylagos belső állandóság fenntartása céljából (Rafai, 2003). Így a szervezet arra kényszerül, hogy együttműködjön környezetével. A környezeti ingerektől függően a szervezet válasza a normál szabályozó mechanizmusok működtetésétől a vészreakcióig és további stressz válaszokig terjedhet. A legegyszerűbb megközelítés, amely kizárólag a szervezet működését és válaszreakcióit helyezi a középpontba, a jóllétet a stressz-válaszok hiányaként határozza meg. Broom (1986) átfogóbb értelmezése szerint azonban egy állat jólléte a környezetével való együttműködési kísérleteiben mutatkozik meg. Ez az együttműködés lehet sikeres, de ütközhet komoly

nehézségekbe, vagy lehet akár teljesen sikertelen is (Broom, 1991). Mindez attól függ, hogy a szervezet képes-e a mentális és fizikális stabilitás fenntartására, vagyis képes-e a környezeti ingerekre a homeosztázis fenntartásával válaszolni. Egy, a stressz ellenállási fázisában levő állatban fontos biológiai funkciók változnak meg (pl. az immunrendszer működése korlátozottá válik, amely viszont fogékonyá teszi a szervezetet fakultatív patogén kórokozókkal szemben), és ezzel csökken a fizikális stabilitás fenntartásának képessége.

A megközelítésből az is következik, hogy a környezetből érkehetnek olyan ingerek, amelyekre válaszként a szervezetnek van szabályozó mechanizmusa, és olyanok is, amelyekre már nincs. Az optimálisnál alacsonyabb hőmérsékleten tartott állat beindít bizonyos szabályozó mechanizmusokat (pl. a csoportban tartott állat összebújik, az egyedileg tartott állat testhelyzetét változtatja, a testfelületen elhelyezkedő vérerek összehúzódnak), a hosszabban hidegben levő állat fokozott hőtermeléssel igyekszik ellensúlyozni a hideget (izomremegés, mozgás), a tartósan fennálló hideghatás esetén pedig már a stressz jelei láthatók. Nehéz azonban meghatározni, hogy ebben a folyamatban hol válik a jóllét érintetté. Más szóval a jóllét nem egy konkrét biológiai szint, hanem egy skálán mozgó jellemző, ami lehet jó és rossz egyaránt. Ez a megközelítés rögtön magába foglalja a meghatározás nyelvi kritikáját is, hiszen hogy lehet rossz az, ami a neve alapján „jó”?

További nehézség, hogy egyes állapotok, pl. éhség, félelem, fájdalom, egyaránt eredhetnek a normális biológiai működésből és annak zavarából is. Egyesek szerint a jóllét csak akkor romlik, ha az említett állapotok az élet vagy a szaporodás veszélyeztetettségét jelzik (Fraser, 1997), tehát a biológiai működés zavart szenved, így a biológiai állóképesség (fitnesz) romlik, mások szerint pedig már valamely átmeneti szenvedés során is, amely a normál biológiai működésből adódik csupán (Broom, 1993). Ez utóbbira példa lehet egy kisebb sérülés vagy egy pár napos lefolyású fertőző betegség, amelyből a szervezet normál biológiai működése során felépül. Ez nem jelenti a biológiai állóképesség romlását. Ezzel szemben, egy maradandó sérülés vagy daganatos elváltozás szükségszerűen adaptációs kórformák megjelenését vagy a szervezet kimerülését, így a biológiai állóképesség csökkenését okozza. Az első esetben a jóllét ugyan romlott, amíg a szervezet az együttműködési képessége révén az egyensúlyi állapotot vissza nem állította, de nem lépett fel stressz. A második esetben viszont mind az együttműködés, mind a stressz „csődöt mondott”, a jóllét és a biológiai állóképesség is romlott. A példák megvilágítják, hogy a stressz jelei és a jóllét romlása nem szükségszerűen járnak együtt.

A *biológiai működés* szerinti felfogás azonban nem csak állatok, hanem akár növények és protozoák esetén is (Duncan, 2004) értelmezhető, mégsem szokás azok jóllétéről beszélni. Az állatokon viszont számtalan más jel látható, amely elsődlegesen nem a biológiai rendeltetésből

ered. Ki ne látott volna örömmel játszadozó malacot vagy megbánás jeleit mutató kutyát? Az *élvezet* vagy a *gyönyör* vagy már az előző bekezdésben is említett *szenvedés* olyan mentális állapotokat fejez ki, amely csak állatokra, sőt azoknak is csak egy körére jellemző. Erre a megfigyelésre épül az *érzések szerinti felfogás*.

3.1.3.2. *Érzések szerinti felfogás*

Az *érzések szerinti felfogás* alapján a jóllét mindazt jelenti, amit az állat érez, a negatív érzelmi állapotok, más szóval szenvedés hiányával és a pozitív érzelmi állapotok, más szóval gyönyör jelenlétével. (Duncan, 2004)

Évtizedekkel ezelőtt a Brambell-jelentés zseniális megérzéssel hasonlította az állatok érzéseit és tudatát az emberéhez. A XX. század végén a kognitív etológiai vizsgálatok pedig már sok konkrét ismeretet is szereztek az emlősök és madarak magatartásegységeiben működő mentális mechanizmusokról, agyi reprezentációkról (Csányi, 2002). Abban az esetben, ha karunkra száll egy légy és megpróbáljuk lecsapni, a légy egyszerű ingerválasz reakció alapján a felé tartó nagyméretű árnyéktól elmenekül. Ha viszont ütésre emelt karral közelítünk egy kiképzés alatt álló vagy éppen csak hozzánk szoktatott kutyához, annak menekülését a korábbi tapasztalatok emléke vezérli (Duncan, 2004). Fontos további különbséget tenni az öntudat és a tudatos cselekvések között. Az öntudat az az állapot, amelyben két érzékelési terület mindenképpen működik: az észlelés (az érzékszervi adatokra épülő felismerés) és a fájdalomérzés (Dawkins, 2006). Ezek a működési területek azért fontosak, mert alkalmassá teszik az állatot arra, hogy válaszoljon a környezeti jelenségekre. A műtéti narkózis is ezeket az érzékelési funkciókat kapcsolja ki a megfelelő érzéstelenítő szerekkel. A tudatos cselekvés során pedig a tárgyakról, eseményekről összefüggő agyi képsorok, vagyis gondolat alakul ki (Burghardt, 1985). Ez a gondolati sor, vagyis a tudat, ami szabályozza az öntudatánál levő állat viselkedését.

Mit jelent mindez a jóllét tekintetében? Az érzékelés alapvető ahhoz, hogy a környezeti ingerek eljussanak az agyba, vagyis az öntudat előfeltétele annak, hogy az érzések kialakuljanak. Érzésnek a tudatosult érzeteket nevezzük. Az előadóteremben ülő diák elsősorban az előadásra figyel, és a hallottakat jegyzeteli. Mindeközben nem tudatosul benne, hogy az utcán odakint elhalad egy jármű, az előtte ülő ifjú hölgynek új parfümjé van, vagy éppen sms-t kap. Az öntudatánál levő agy tehát szelektál az ingerek közül és csak az tudatosul, amelynek az illető figyelmet szentel.

Ez az állatok esetében ugyanígy működik, amiből az következik, hogy a viselkedést a tudatosult érzelmek vezérlik. Ezek közül elsődlegesen a negatív érzelmek játszanak szerepet, mert ezek a túlélést vagy a szaporodás sikerét veszélyeztető helyzetekben vezérlik az állatok viselkedését, pl. éhezés, szomjazás, félelem a ragadozóktól, egyedüllét. A pozitív érzelmek

viszont másodlagosak, mert hosszú távú előnyök érdekében alakítják a viselkedést, pl. az alomtársak közötti játékos verekedés a későbbi rangsor kialakítását célozza (Fraser és Duncan, 1998).

A szükségletek kielégítése nem azonos az érzelmek kielégítésével. Az elsődleges szükséglet a normális biológiai működésből adódó folyadékhiány, másodlagos szubjektív érzés ebből akkor lesz, ha az állatban tudatosul, hogy szomjas. Más példával, valaki csak akkor beteg, ha annak érzi vagy tudja magát függetlenül attól, hogy valójában beteg-e vagy sem. Az *érzések szerinti felfogás* tehát nem a szükségletek kielégítésének lehetőségében látja a jóllétet, hanem a kellemetlen érzelmek hiányában és a kellemes érzelmek meglétében.

Az iménti példa a megközelítés egyik kritikáját is rögtön felszínre hozza. A jóllét függetlenítése a betegségtől azt a veszélyt rejti magában, hogy a jó érzések kialakítása érdekében valamilyen kóros állapotot idézhetünk elő. A macska akkor telik el jó érzelmekkel, ha sokszor tud táplálékot felvenni. Egy szobában tartott macska elé folyamatosan kitett eledel azonban elvezethet többféle betegség kialakulásához, például elhízás, II. típusú cukorbetegség, májelzsírosodás. E betegségek tünetei csak később jelentkeznek, mint a jóllakottság miatti pozitív érzések, mindeközben a szubklinikai formák már rontották az állat egészségét. A pillanatnyi élvezetet tehát állatoknál nem befolyásolja a jövőbeli szenvedés lehetősége.

Az *érzések szerinti felfogás* másik kritikája, hogy amíg a jóllét jellemzésének előfeltétele a tudat és az öntudat, létezhetnek olyan állapotok, amelyek pont ezeket az érzéseket kapcsolják ki, mint az alvás, a narkózis vagy a fájdalomcsillapítás. Bármely betegségben, fájdalmas kórképben ilyenkor az állat mentesül a rossz érzésektől. Sőt, a tudat és az öntudat megléte esetén is lehetnek olyan állapotok, amelyek nem járnak rossz érzésekkel, mégis káros az állat számára: egyes idegrendszeri betegségek, rossz szokások, immunszuppresszív állapotok, növekedési vagy szaporodási képtelenség esetén (Broom, 2008).

3.1.3.3. *Természetes viselkedés szerinti felfogás*

A *biológiai működés szerinti felfogás* élettani, kórélettani, az *érzések szerinti felfogás* pedig kognitív etológiai oldalról közelítette meg az állatjóllétet. A természetes viselkedés lehetőségének hívei az evolúció felől indítják okfejtésüket. A törzsfajlás velejárájaként minden fajnak van egy adott genetikai kódtára. Ez a genetikai kódtár tartalmazza az egyedfejlődéshez szükséges parancsokat és egy olyan változékony részt is, amely alkalmassá teszi az egyedeket az adott környezeti feltételekhez való alkalmazkodásra, egy tulajdonság fenotípusossá válására. Ilyen alkalmazkodás révén alakul ki mind az egyed fejlődése során mind a faj fejlődése során a legtöbb viselkedésforma. A *természetes viselkedés szerinti felfogásban* a jóllét az, ha egy egyednek lehetősége van a teljes viselkedési repertoár gyakorlására, vagyis egyedfejlődése a fajnak megfelel és képes az alkalmazkodási

lehetőségeit kihasználva élni (Alcock, 2009; Fraser, 1997). Erre leginkább természetes körülmények között van módja.

A sertések például hidegben egymásra fekszenek, melegben lihegnek. Ezek az alkalmazkodó viselkedésformák természetes és mesterséges körülmények között is kifejeződnek. Azonban a sertés a természetben a földet is túrná táplálékkeresés céljából. Erre üzemi körülmények között pedig ritkán van lehetősége, tehát egy fajszinten kialakult viselkedésforma gyakorlásától elesik, ezért romlik a jólléte. Hasonlóan járnak a repülés lehetőségétől megfosztott madarak vagy a táplálékkeresési viselkedés lehetőségétől megfosztott állatkerti állatok is.

E megközelítés kritikái a következők:

- nem ad pontos választ arra, hogy mi a *természetes*;
- természetes körülmények között is lehet olyan helyzet (pl. betegség, tartós szenvedés), amire az állat nem tud megfelelő viselkedéssel válaszolni;
- egyes állatjóléti kérdések megválaszolására nem alkalmazható, például a fájdalomcsillapítás vagy más gyógykezelések létjogosultsága.

3.1.4. A jóllétre vonatkozatható egységes megállapítások

A felvázolt megközelítések ugyan számos ponton eltérnek egymástól, mégis tehető néhány egységes megállapítás az állatjólét jellemzésére Boom (1991) és Mellor (2008) nyomán.

1. A jóllét az állat saját, belső jellemzője, állapota, nem pedig egy kívülről ható eljárás, környezeti jellemző vagy bélyeg.
2. A jóllét lehet jó és rossz, nagyon jó és nagyon rossz, vagyis egy skálán mozoghat, amin belül a pontos meghatározás már a mérési módszer függvénye.
3. Az így meghatározott jóllét egy adott időpillanatra vonatkozik ugyanúgy, mint az egészség vagy a betegség. Abban a pillanatban változhat, ha a szervezetet új hatás, inger éri.
4. Mind a törzsfajlás, mind az egyedfejlődés eredménye, hogy az állatok érző lények. Ez nem csak az elsődleges érzetekre (pl. fájdalom, ízek, szagok, fények stb.) vonatkozik, hanem a bonyolultabb mechanizmusokon át megnyilvánuló szenvedésre, félelemre vagy öröme is. Természetesen az idegrendszer differenciálódásának mértéke, biológiai szerepe vagy az idegrendszer működését befolyásoló hatóanyagok jelenléte alapján az állatok érzéseiben óriási különbségek lehetnek. A jóllét azonban alapvetően köthető az idegrendszer érzéseket megjelenítő funkciójához.
5. Egy egyed jólléte mérhető, annak meghatározásához különböző módszerek használhatók. A jóllét meghatározása azonban nem egységes, ezért többféle vizsgálat és szempont együttes elemzése szükséges az értékeléshez.

3.1.5. Gyakorlati alkalmazás

Az állatjóllét fogalma, tekintettel arra, hogy élettani, etológiai vagy evolúciós alapokról indított okfejtésről van szó, nem határozható meg egységesen.

Az eltérő alapokról indított okfejtés következtében egy-egy konkrét eset megítélése eltérő eredményre is vezethet. Az állatvédő szervezetek gyakran kritizálják a gazdasági haszonállatok tartási módját. A vemhesítésre kerülő, szárazon álló kocák általában a vemhesség 4. hetéig szűk, egyedi állásokban vannak. Hogyan ítélné meg ekkor a koca jólléte az egyes megközelítések segítségével? A *biológiai működés* szerinti felfogás szerint: a koca megfelelő takarmányozási, reprodukciós, élettani mutatókkal bír, nincsenek sérülései, ezért jólléte jó. Az *érzések* szerinti felfogás szerint: a kocában tudatosul az érzés, hogy nem mehet ki az egyedi állásból, így frusztrálódik, tehát jólléte rossz. A *természetes élet* szerinti felfogás szerint: a természetellenes környezetben nem tudja a természetes viselkedési formákat gyakorolni, ezért jólléte rossz.

Egy másik példa a nőstény macskák ivartalanítása, amely az állatvédők által igen kedvelt beavatkozás a fölösleges szaporulat megelőzése érdekében. Mégis milyen kihatással lehet ez az egyed jóllétére? A *biológiai működés* szerinti felfogás iskolája szerint: az ivartalanított macska jólléte lehet jó, mert élettani funkciói jók, de lehet rossz is, hiszen az egyik alapfunkció, a szaporodóképesség sérült. Az *érzések* szerinti felfogás szerint: (főleg, ha az ivartalanítás az ivarérettség előtt történik) a jóllét jó, mert a macskában nem tudatosul a szaporodás hiánya, kellemetlen érzések legfeljebb átmenetileg kötődnek a műtétnek. A *természetes élet* szerinti felfogás szerint: a szaporodás a természetes élet része lenne, ezért az ivartalanított egyed jólléte rossz.

A példák megmutatják, hogy az állatok jóllétéről általánosságban beszélni nem lehet. Ha valamely élethelyzetben levő állat jóllétének meghatározása a cél, egyértelműsíteni kell, hogy milyen megközelítési módot alkalmazunk.

3.2. A jóllét mérése

A 3.1. részben leírt meghatározások alapján egyedi szinten mérhetővé válik a jóllét. Az egyedi meghatározáson felül elsősorban gazdasági haszonállatok esetében kiemelt jelentőséggel bír egy egész állomány vagy egy adott tartási hely állatjólléti helyzetének megítélése, mert ezzel jogi előírásoknak vagy minősítési rendszereknek való megfelelést lehet igazolni.

3.2.1. Állatjóllét mérésének irányai

Az állatjóllét meghatározásai két fő irányba mutatnak. Míg a biológiai működés szerinti felfogás a szervezet és a környezet közötti kölcsönhatásra, együttműködésre helyezi a hangsúlyt (Broom, 1991), addig az érzések és a természetes viselkedés szerinti felfogások kizárólag az

állat belső jellemzőire figyelnek, akár a tudatosult érzések (Duncan, 2006), akár az állat magatartási egységeinek összessége tekintetében (Alcock, 2009). Az első iránynak meghatározó alapeleme, hogy a szervezet biológiai folyamataiból adódóan szükségletek keletkeznek, amelyek valamely környezeti erőforrás megszerzésével vagy testi válaszreakcióval szüntethetők meg (Fraser és Broom, 1997). A szükségletek kielégítése pedig lehetőséget kínál a szervezetnek a környezetével való együttműködésre, vagyis ez a jó jóllét előfeltétele (Broom, 1991). A szükségletek a külső környezet tárgyi és személyi erőforrásainak biztosításával elégíthetők ki, ezért ezek meglétére irányul a jólléti vizsgálatok első köre. Az irányzat másik eleme a szervezet, amely a biológiai funkciók zavartalanságával járul hozzá a jó jólléthez. Így, ha nem a környezetre, hanem az állatra fordítjuk figyelmünket az egyes biológiai funkciók mérése szolgáltat adatot a jóllétről. Ennek egyik, de nem kizárólagos része a viselkedés vizsgálata (Broom, 1991, 2008b). Ezzel szemben a másik két felfogás által képviselt irány szerint a jóllét vizsgálata kizárólag az állat viselkedésének megfigyelését, tesztelését jelenti. Ha állományszintű jóllétvizsgálat a feladat, akkor vannak olyan mutatók is, amelyek több egyed vizsgálatának együttes értékeléséből adódnak, és telepi szinten mutatják elsősorban a környezet és az egyedek jó együttműködését (Broom, 1991, 2008b).

Mindezek alapján az állatjólléti méréseket két fő csoportra oszthatjuk: környezeti mérések és állatokon végzett mérések (Johnsen et al, 2001). Mindkettőn belül további alcsoportok alakíthatók ki:

- környezeti mérések:
 - tárgyi erőforrások vizsgálata,
 - személyi erőforrások vizsgálata;
- állatokon végzett mérések:
 - egyedi vizsgálatok:
 - fizikális vizsgálatok,
 - viselkedés vizsgálata,
 - állományszintű mérőszámok.

3.2.2. Környezeti mérések

Az állatok környezetét közvetlenül (pl. gazdasági haszonállatok, laborállatok, társállatok esetén) vagy közvetve (pl. vadon élő állatok esetén) az ember alakítja. E tevékenysége akkor helyes, ha az állatok szükségleteinek ismeretére épül, amelyek adódhatnak a normális biológiai folyamatokból (pl. éhség, szomjúság, ürítés, mozgás stb.), a faj- és egyedfejlődés során kialakult genetikai meghatározottságból (pl. ivar, veleszületett viselkedési formák), vagy

bizonyos előnytelen helyzetek (pl. valamely veszélytől való félelem, elkülönülés a csoporttól, betegség, sérülés) elkerülésének kényszeréből. A környezet kialakítása során tehát biztosítani kell az állatoknak azt a *szabadságot*, amellyel lehetséges számukra a szükséges tevékenységek elvégzése, a jellemző viselkedési formák gyakorlása és a szükségtelen vagy hátrányos helyzetek elkerülése (Broom, 1991, 2008). Erre a logikára épül a „*szabadságjogok*” meghatározásának gondolata is (Brambell, 1965; FAWC 1979), amelynek mentén meg lehet határozni az állatok tartásához elvárható minimális tárgyi feltételeket és emberi kötelezettségeket.

Míg e feltételeket és kötelezettségeket kimerítően és önálló diszciplínaként az állathigiénia tárgyalja, speciális gyakorlati adaptációi jogszabályokban található meg, pl. a mezőgazdasági haszonállatok tartásáról szóló 32/1999. (III. 31.) FVM rendeletben (Földművelésügyi Miniszter, 1999). A tárgyi és személyi erőforrások vizsgálatának szempontjait az **1. táblázat** foglalja össze.

A környezeti erőforrások vizsgálata a telepen végzett megfigyelésekből és fizikai mérésekből áll (EFSA, 2012). A tárgyi feltételek tekintetében vagy valamely berendezés (pl. karám, etető, itató) vagy anyag (pl. alom, ivóvíz) meglétét és minőségét kell megállapítani, vagy egy környezeti jellemző (pl. hőmérséklet, zajszint, fény) szintjét kell mérésekkel meghatározni és arról eldönteni, hogy az adott egyednek vagy állatcsoportnak megfelelő-e.

A személyi erőforrások rendezettségét alapvetően a dokumentációk felülvizsgálatával lehet megállapítani (technológiai leírások, készenléti tervek, képzettség igazolása, állatokon végzett beavatkozásokról vagy kezelésekről szóló nyilvántartás). Vannak olyan vizsgálati szempontok, amelyek kizárólag az adott cselekmény elvégzésekor ellenőrizhetők (pl. az állatok terelése), és vannak, amelyek nem köthetők egzakt tevékenységhez (pl. elegendő-e a személyzet létszáma), hanem a megfelelés csak az állatok állapotára vonatkozó megállapításokból vagy éppen a dokumentációs kötelezettségek teljesítési szintjéből közvetett módon állapíthatók meg.

3.2.3. Állatokon végzett mérések

Az állatjóllét közvetlen indikátorait az állatok vizsgálatával térképezhetjük fel. Ehhez alapvetően belgyógyászati diagnosztikai és alkalmazott etológiai ismeretekre van szükség. Az állatokon végzett jólléti méréseket a **2. táblázat** foglalja össze.

Az állatokon végzett mérések az állatokon, illetve állományokon végzett megfigyeléseket és fizikális vizsgálatokat jelentik (EFSA, 2012). Több fizikális vizsgálat, kiemelten a klinikai jellemzők mérése, valamint a sérülések feltérképezése egyértelmű és könnyen megállapítható jelzéseket adnak a jóllétről, ezért e vizsgálatokat az állattartók, állatgondozók is el tudják

Tárgyi erőforrások	Személyi erőforrások
Általános elvárások	
	<ul style="list-style-type: none"> - elegendő létszám, - megfelelő szakismeretek az adott állatfajhoz, - az állatok és a technológia ismerete, - nyilvántartások vezetése.
Biológiai folyamatok kielégítésének feltételei	
<ul style="list-style-type: none"> - megfelelő mennyiségű és minőségű takarmány és ivóvíz - megfelelő mikroklíma - minimális fényszükséglet - automatikus vagy mechanikus berendezések megfelelő működése 	<ul style="list-style-type: none"> - tartás- és takarmányozás-technológia kialakítása
Genetikai kódtár által adott viselkedési formák kifejeződésének lehetősége	
<ul style="list-style-type: none"> - szabad, kötetlen mozgás lehetősége - férőhelyszükséglet a veleszületett viselkedési formák kifejeződéséhez - kifutó, karám, kültéri pihenő - manipulálható anyagok megléte sertéseknél, kapirgálást, csipegetést lehetővé tevő anyagok, helyek tyúkoknál 	<ul style="list-style-type: none"> - terelés, szállítás módja
Hátrányos helyzetek elkerülése	
<ul style="list-style-type: none"> - maximálisan megengedhető zajszint - padozat és más felületek minősége - almozás - biológiai biztonságot szolgáló telepi és épület-berendezések megléte 	<ul style="list-style-type: none"> - állat-egészségügyi menedzsment (tervezett beavatkozások) - beteg, illetve agresszív egyedek elkülönítése - csonkítások elhagyása vagy fájdalommentes kivitelezése - a genotípusnak és fenotípusnak megfelelő tenyésztési eljárások alkalmazása - gyógykezelések elvégzése időben és megfelelően

1. táblázat. Környezeti állatjóléti mérések (a 32/1999. (III. 31.) FVM rendelet felhasználásával)

Állatokon végzett mérések	
Egyedi vizsgálatok	
Fizikális vizsgálatok	<ul style="list-style-type: none"> - biológiai működés mérése <ul style="list-style-type: none"> o klinikai alapértékek o testnedvek, szekrétumok elemzése <ul style="list-style-type: none"> ▪ stressz-hormonok szintje - sérülések vizsgálata - betegségek jelei (tünetek, kórbonctani elváltozások)
Viselkedés vizsgálata	<ul style="list-style-type: none"> - normál viselkedési elemek megléte - stresszorokra adott válaszreakciók - rendellenes viselkedési formák, sztereotípiák jelenléte - viselkedési tesztek (preferencia teszt, operatív kondicionálás, ember-állat kapcsolat, averziós-teszt, motivációs teszt stb.)
Állományszintű mérőszámok	
	<ul style="list-style-type: none"> - telepi elhullások - egyes betegségcsoportok előfordulásának valószínűsége, a megbetegedések és az elhullások aránya - növekedési erély - szaporodási mutatók - várható élettartam

2. táblázat. Állatokon végzett állatjóléti mérések

végezni. Speciális állatorvosi tudás szükséges a betegségek tüneteinek, laboratóriumi jellemzőinek, illetve elváltozásainak és a stressz jeleinek megállapításához és értékeléséhez. Kiemelkedő szerepe van stresszhez köthető hormonok (pl. adrenalin, glükokortikoidok) szintje emelkedésének, ami a jóllét romlásának egyik közvetlen jellemzője lehet.

A jóllétről sokat árul el az állat viselkedése, ami legegyszerűbben megfigyeléssel vizsgálható. Célszerű feltérképezni

- a normál viselkedési formák meglétét vagy hiányát,
- a stressz-válaszok hiányát vagy meglétét,
- esetleges rendellenes (=eltérő módon, eltérő gyakorisággal vagy eltérő élethelyzetben mutatkozó) viselkedési formák jelenlétét (Broom, 1991),
- a sztereotípiákat (=azonos módon ismételt céltalan mozgássor) (Broom, 1991).

A normálistól eltérő viselkedéseket többféle módon lehet magyarázni. Lehet a háttérükben a környezettel való együttműködés képtelensége (pl. szűk tojóketrecben a szárnycsapkodás nem kivitelezhető; Broom, 2008), vagy kényszerűen alternatív módja (pl. szukák álvemhessége vagy a kannibalizmus; Broom, 1991). Lehet továbbá korábbi rossz tapasztalat (pl. elektromos marnyomórúd okozta fájdalom szarvasmarhánál), más szóval kellemetlen érzelmi állapot, és lehet a természetes viselkedési egységek valamely elemét kényszerűen helyettesítő szokás (pl. borjak csecs-szopása, köldök-szopás, egymás nyelvének szopása). A viselkedés alapos vizsgálata mindhárom jólléti felfogás szerint fontos, és eredménye releváns a jóllét megítélése szempontjából.

Az *in situ* megfigyelések azonban nem adnak kielégítő választ az állatok érzéseire vonatkozóan. Míg emberek esetében a legkönnyebb megkérdezni, hogy mit érez, állatoknál erre nincs mód. Ha az érzéseket, mint negatív vagy pozitív szubjektív tapasztalásokat értelmezzük, amelyek segítségével az állatok egy adott helyzetben megválasztják a számukra legjobb viselkedésformát (Duncan, 2004), akkor kérdéseinket olyan helyzetek teremtésével tehetjük fel, amelyre az állat valamely viselkedésformával válaszol. Ennek legalapvetőbb módszere a preferencia teszt (Duncan, 1992, 2005), amelynek az a lényege, hogy az állat bizonyos környezeti feltételek közül választhat, és a szerint fog választani, hogy korábbi tapasztalatai alapján melyik a jobb számára. Ilyen vizsgálat például, hogy a szabad kifutóban levő állat a napra fekszik-e vagy az árnyéket választja, vagy a tojótyúk a neki felkínált különböző padozattípusok közül (pl. hexagonális drótháló, vastag szálú drótháló, hagyományos drótháló, perforált fémlemez) melyiken tartózkodik szívesebben (Duncan, 1991). A tesztek tervezésénél és értékelésénél alaposan kell eljárni, mert (Duncan 1992, 2005; Broom, 1991)

- a vizsgálati feltételek pontatlan meghatározása befolyásolhatja annak eredményét (pl. nem mindegy, hogy a választás a nap és az árnyék között nyáron vagy télen történik-e, vagy a csirkék már hozzászoktak-e valamelyik padozattípushoz, mielőtt választhatnak a felkínált lehetőségek közül);
- a pillanatnyi jóllét érdekében történő választás hosszú távon éppen káros lehet (egy húshasznú fajta tyúk tenyészállománya közel azonos genetikai háttérrel bír, mint utódai, és ha választhatna, intenzíven növelné testtömegét, amely viszont a szaporasági mutatóik kárára menne, ezért a tenyésztés céljából egy sokkal visszafogottabb takarmányozásban részesül; egy anorexiás ember pillanatnyi preferenciája az, hogy nem eszik, de ez hosszú távon akár az életébe is kerülhet);
- az eredmény csak relatív információt szolgáltat (ismét emberi példával élve a „mit egyek: lazacot vagy kaviárt” kérdésre ugyan egyértelmű válasz születik, de a kevésbé

preferált lehetőség kényszerű választása sem rontja a jóllétet, tehát a két opció összehasonlítása nem abszolút mutató arra nézve, hogy a vizsgált egyedeknek mi a jó, csak arra, hogy a felkínált akár jó, akár hátrányos lehetőségek közül melyiket választja gyakrabban).

A preferencia tesztek tovább finomíthatók annak vizsgálatával, hogy az állat a kívánt cél elérése érdekében mekkora árat hajlandó fizetni, ami a preferencia erősségét mutatja. Pl. milyen gyakran hajlandó egy akadályt legyőzni (mondjuk egy ajtón átjutni az almozott területért) vagy milyen alternatív technikákat talál ki. További információt szolgáltathat az állat preferenciáiról az operatív kondicionálás vagy az averzió vizsgálat.

A legnagyobb előnye a preferencia teszteknek, hogy körültekintő tervezéssel az állatok közvetlenül „megkérdezhetők” arról, hogy egy adott környezeti feltételt kedvelnek-e vagy sem, azonban sok élethelyzetre nem alkalmazhatók, mint mondjuk a vágást megelőző kábítás szükségességének eldöntésére vagy a betegségek kialakulására (Broom, 2008).

Az állatokra vonatkozó mérőszámok egy különleges csoportja csak állomány szinten értelmezhető, és arról ad információt, hogy az adott helyen élő egyed az adott életállapotban milyen jövőbeli kilátásokkal bír. Egy állatállomány előélete és az abból számolt mutatók alapján megmondható, hogy adott csoportban milyen betegségek szoktak előfordulni, azoknak mekkora a gyakorisága és mortalitása, egy adott testtömeget vagy az ivarérettséget mikorra érheti el az egyed, meddig maradhat tenyésztésben, milyen sikerességgel vemhesül, várhatóan mikor selejteznek vagy, hogy egyes fájdalommal járó beavatkozásokon várhatóan átesik-e majd és azt milyen módon kell megélnie stb. (Broom, 1991). Ezek a mutatók jelenthetnek előrejelzést az életminőségre vonatkozóan, de lehetnek retrospektív adatok (pl. a csökkent élettartam jelentheti, hogy az állat valamilyen stressz-állapotban volt élete során), és mutathatják a jelenben, hogy milyen eséllyel érintett az egyed a különböző hiányosságok által.

3.2.4. Az egyes mérések értéke

Az állatjólléti vizsgálatoktól elvárható, hogy tudományos, jól dokumentált, objektív, ismételhető, átlátható mérésekből álljon (EFSA, 2012). A mérések értékelése azonban többféle nehézséget rejt magában.

1. Míg egyes vizsgálatok közvetlenül jelzik az állat jólléti szintjét (a vér adrenalin szintje, szívfrekvencia, stb.), mások csak közvetve szolgáltatnak adatot (így a személyzet létszámának vagy tudásának megfelelősége csak az állatok állapota alapján értékelhető; a várható élettartam csak más, a telepen élt egyedek élettartama alapján mondható meg, stb.).

2. Vannak mérések, amelyek rövid távú élettani változásra utalnak (pl. egy megfogás vagy terelés miatt szaporább szívfrekvencia és légzésszám), mások pedig valamely hiányosság hosszabb távú fennállását jelzik (pl. sztereotípiák, takarmányozási hiánytünetek; Broom 2008).
3. Vannak vizsgálatok, amelyek metrikusak (pl. klinikai értékek), vannak, amelyek valamely jellemző meglétére vagy hiányára irányulnak (pl. sztereotípiák), és vannak, amelyek valamely jellemző mértékét a vizsgáló benyomásai alapján ítélik meg (pl. testtömeg-index, fájdalom mértéke). Ez utóbbinak az a nehézsége, hogy eltérés lehet a vizsgáló személyek véleménye között, amely különösen akkor jelentős, ha egy kis elemszámú skálán kell valaminek a mértékét megbecsülni (pl. 2 és 3 között egy 3-as elemszámú skálán nagy a különbség, de egy 100-ason nem; EFSA, 2012).
4. Egyes vizsgálatok az állat normál életrendjében elvégezhetők (pl. viselkedési formák megfigyelése, betegség tüneteinek felderítése megtekintéses vizsgálattal), míg mások csak az állat megfogásával (pl. vérvizsgálatok) vagy mesterséges körülmények között (pl. preferencia tesztek, operáns kondicionálás). Ez utóbbiaknál a megfogás vagy az idegen környezet ténye önmagában befolyásolhatja a jóllétet.
5. Nem szabad megfeledkezni az állategyedek közti eltérésekről sem. Az egyedi állásokban tartott kocák jelentős része mutathat sztereotípiákat, de nem az összes. Egy túlszűfolt kennelben a kutyák egy része agresszív lesz, más része támadás esetén erőteljesen védekezik, harmadik része elkerüli a konfrontációt. Tehát azonos környezeti nehézségben más-más egyedi válaszok születnek (Broom, 2008).
6. Az egyes jellemzők súlya eltérő lehet az állat jóllétének alakításában. Egy friss, szerzett seb okozta fájdalom erősebb az éhségérzetnél, egy komoly túlszűfolt nagyjából stresszor, mint egy enyhe kokcidiózis (Bracke, 1999).

A felsorolt vizsgálati nehézségeknek több következménye van.

1. Az adott helyzet és az értékelés célja dönti el, hogy az egyes mérések közül melyeket célszerű használni.
2. Ugyanazt a kérdést érdemes több módszerrel is megvizsgálni.
3. A vizsgálatok ismétlése több „pillanatfelvétel” elkészítését jelenti, így értékelhető a jóllét változása időben és súlyosságban, valamint következtetések vonhatók le az életminőségre vonatkoztatva is.
4. Egyszerre több, egymástól független szempont alapján is változhat az állat jólléte.

A mérések fő csoportjai alapvetően eltérnek egymástól *megvalósíthatóságuk* és *megbízhatóságuk* szerint is, valamint a szerint hogy mennyire *érvényes* megállapításokat

tesznek az állatokra vonatkozóan (EFSA, 2012). A *megvalósíthatóság* azt jelenti, hogy gyakorlati körülmények között könnyen elvégezhető. A vér kortikoszteron/kortizol szintjének mérése mintavételt és laboratóriumi háttérrel igényel, ezért egy állatszállítás vagy vágóhídi kábítás megítélése során nem alkalmazható.

A *megbízhatóság* több kritériumból tehető össze: a mérés adjon azonos eredményt különböző megfigyelők esetén is, azonos megfigyelőnél más-más helyen, legyen ismételhető a környezeti tényezőktől függetlenül, legyen elég érzékeny ahhoz, hogy a különbségeket kimutassa, és lehetőleg legyen könnyen számszerűsíthető a könnyebb adatrögzítés és értékelhetőség céljából.

Az *érvényesség* pedig azt jelenti, hogy a mérés a kiválasztott állatról vagy állatcsoportról a vizsgálat céljának megfelelő információt szolgáltat. Egy sertés testfelületi szennyezettsége mértékének megállapítása ugyan jólléti mérés, de vágóhídi kábítás hatékonysága tekintetében teljesen érvénytelen.

Általános megállapítás, hogy míg a környezeti mérések legtöbbször könnyen megvalósíthatók és megbízható, ismételhető eredményt adnak, keveset mondanak el az állat valós állapotáról. Az állatokon végzett mérések viszont sokszor nehezen valósíthatók meg, vagy kevésbé megbízhatóak, mert nem ismételhetők (pl. vágóhídi kábítás hatékonyságának ellenőrzése), de valós információkat szolgáltatnak az állatokról. Az érvényesség, megbízhatóság, megvalósíthatóság mértékét a **3. táblázat** tartalmazza.

	Környezeti mérések		Állatokon végzett mérések
	Tárgyi erőforrások	Személyi erőforrások	
Érvényesség	Kicsi/közepes	Kicsi/közepes	Nagy
Megbízhatóság	Nagy	Nagy	Kicsi/közepes
Megvalósíthatóság	Nagy	Nagy	Kicsi/közepes

3. táblázat. Állatjólléti mérések megbízhatóságának, megvalósíthatóságának és érvényességének mértéke

3.2.5. Állatjólléti értékelő rendszerek

Egy adott cél mentén összerendezett méréssorból állatjólléti értékelő rendszer vagy módszer állítható össze. Ezek alaplogikája az, hogy a jóllét végső értékelése céljából feltétel-, szempont- vagy kockázati rendszert állítanak föl. E feltételek, szempontok vagy kockázatok szerint csoportosítva méréseket, vizsgálatokat kell végezni, amelyek vonatkozhatnak környezeti feltételekre, állategyedekre vagy csoportokra. A mérések, vizsgálatok előre meghatározott rend szerinti összesítéséből adódik a végső értékelés. Az egyes rendszerek sok tekintetben különböznek egymástól (Johnsen, 2001).

- Az értékelés *célja* lehet: írott szabályoknak vagy szabványoknak való megfelelés, tartási technológia értékelése, konkrét tartási hibák azonosítása egy állattartó telepen.
- Az értékelés *eredménye* lehet: számszerűsített besorolás a telep vagy az egyed jólléti szintjéről, igazolás a szabályoknak vagy szabványoknak való megfelelésről (amelynek következménye lehet valamely jelölési rendszerhez való tartozás vagy éppen egy hatósági döntés, szankció), tanácsadás az állattartónak a változtatáshoz.
- A mérések, vizsgálatok *típusa* lehet: környezeti mérések (tárgyi és személyi erőforrások), állatokon végzett mérések.
- Az értékelés *szempontrendszere* lehet: a biológiai működést, az érzéseket vagy a természetes viselkedési felfogást követő.

A legismertebb állatjólléti értékelő rendszereket a **4. táblázat** mutatja be.

A megfelelő tartási mód értékelésére a Tiergerechtheitsindex (TGI) rendszert az 1980-as években, Ausztriában, szarvasmarhára, sertésre és tojótyúkokra fejlesztették ki TGI 35L néven (Bartussek, 1999). Használatát biogazdaságok állatjólléti értékelésére tették kötelezővé 1995-ben, majd néhány szövetségi tartomány a normál állattartásra is előírta. Szövetségi jogszabály jelölési rendszert kötött hozzá. 1994-ben Németországban átdolgozták és létrehozták a TGI 200-as verziót. A rendszer célja, hogy a vizsgált állattartó telepen a tartástechnológia állatjólléti hatásait elemezze, hibáit kiszűrje. Az állatok környezetének és a menedzsment különféle területeinek vizsgálata adja a mérések döntő többségét, de szerepel benne néhány, az állatok vizsgálatán alapuló érték is. Az ezekre adott részpontszámokból jön létre a telep összesített pontszáma. Minél nagyobb ez a szám, annál jobb az állatjólléti helyzet. A pontozási rendszer rugalmas: az előre meghatározott minimumkövetelmények teljesítése esetén, az egyes területek kisebb pontszámait kiegyenlíthetik más területek nagyobb értékei. Az értékelés képzett személy egyszeri teleplátogatása alapján történik.

Bár a TGI is támaszkodik az állatok 5 szabadságjogára, azt jelentősen átdolgozva használja fel. Vannak azonban olyan rendszerek, amelyek „tisztán” alkalmazzák a brit Gazdasági Állatok Jóllétének Tanácsa (Farm Animal Welfare Council) 1979-ben megfogalmazott ajánlását (FAWC, 1979). E szerint az állatjóllét standardjait 5 szabadságjog köré csoportosítva lehet megfogalmazni:

- mentesség a szomjazástól, éhezéstől,
- mentesség a rossz komforttól,
- mentesség a fájdalomtól, sérüléstől, betegségtől,
- szabadság a normál viselkedési kifejeződéséhez,
- mentesség a félelemtől és a stressztől.

Módszer	Értékelés célja	Szempont-rendszer	Mérések típusa	Értékelés eredménye
TGI (Tiergerechtheits-index, állatok szükségleteinek indexe)	Konkrét tartási hibák azonosítása egy állattartó telepen	Biológiai szükségletek	Tárgyi erőforrások Személyi erőforrások Néhány állatokon végzett mérés	Számszerűsített besorolás a telep jólléti szintjéről
5 szabadságfokra alapuló rendszerek: - Freedom Food (szabad élelmiszer) - Global Animal Partnership (világméretű állattársulás) - hatósági ellenőrzés	Írott szabályoknak, szabványoknak való megfelelés	Biológiai szükségletek	Tárgyi erőforrások Személyi erőforrások Néhány állatokon végzett mérés	Igazolás a megfelelésről, termékjelölés használata, javító intézkedés vagy szankció előírása
BWAP (Bristol Welfare Assurance Program, Bristol állatjólléti biztosító rendszer)	Konkrét tartási hibák azonosítása egy állattartó telepen	Vegyes	Egyedek vizsgálata Telepi mérőszámok	Tanácsadás az állattartónak a változtatáshoz
Welfare Quality (állatjólléti minőség)	Konkrét tartási hibák azonosítása egy állattartó telepen	Vegyes	Egyedek vizsgálata Telepi mérőszámok 1-2 kérdés a tárgyi erőforrásokról	Számszerűsített besorolás a telep jólléti szintjéről

4. táblázat. Legismertebb állatjólléti értékelő rendszerek

A brit RSPCA (Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals, királyi társaság az állatokkal szembeni kegyetlenkedés megelőzéséért) az 5 szabadságjogra alapozva dolgozta ki számos állatfajra az ajánlásait, amelyek az állatok életének minden területét felölelik (takarmányozás, ivóvízellátás, tartási környezet, menedzsment, egészségügyi ellátás, szállítás, vágás). Céljuk, hogy megmutassák az állatjóllét javításának lehetőségeit egy ideális vagy standardizált tartási módhoz képest. Az ajánlások betartásával biztosított, hogy az állatok megkapjanak mindent, ami a jó életminőségükhöz szükséges. Az ajánlások betartását helyszíni ellenőrzésen vizsgálják és a végtermék (élelmiszer) csomagolására tett jelöléssel igazolják (Freedom Food). Ehhez hasonló az amerikai kontinensen működő Global Animal Partnership is, mely a megfelelés 6 szintjét különbözteti meg az ajánlásaikban és a kapcsolódó jelölésekben is.

A Bristoli Egyetemen kifejlesztett Bristol Állatjólléti Rendszer (Bristol Welfare Assurance Program – BWAP) a mérések típusában hozott újszerűséget (Webster, 2005). Ugyan felhasználja a telep egészségügyi nyilvántartását, de emellett állatok vizsgálatán alapuló mérésekre összpontosít. Ebben helyet kap egyedek vizsgálata, állatcsoportok és az egész

állomány vizsgálata is. Az állattartó nem csak az eredményeket tartalmazó értékelést kapja meg, hanem ajánlásokat is az állatjóllét javítási lehetőségeire.

A mérések szinte teljes egészében az állatok vizsgálatára alapulnak az Európai Unió által 2009-ben kidolgozott Welfare Quality rendszerben (Botreau et al., 2009). A Welfare Quality módszertana négy fő területre osztja az állatjóllétet: jó táplálás, jó tartástechnológia, jó egészségi állapot és megfelelő viselkedés. Ezeket a területeket (alapelveket) összesen további 12 kisebb részre osztja, amelyek az adott alapelv teljesülésének feltételeit (kritériumait) adják. A feltételek teljesülését állatfajonként változó számú, átlagosan 30 különböző vizsgálat támasztja alá. A Welfare Quality rendszer felépítését az **5. táblázat** szemlélteti.

Alapelv	Kritérium
Jó táplálás	Hosszantartó éhezés hiánya
	Hosszantartó szomjazás hiánya
Jó tartás	Komfortos pihenés
	Megfelelő hőháztartás
	Akadálytalan mozgás
Jó egészség	Sérülések hiánya
	Betegségek hiánya
	(a különböző beavatkozásokból eredő) fájdalom hiánya
Megfelelő viselkedés	Szociális viselkedési formák megléte
	Egyéb viselkedési formák léte
	Jó ember-állat kapcsolat
	Pozitív érzelmi állapot

5. táblázat. A Welfare Quality rendszer felépítése (Botreau et al., 2009)

3.3. A jóllét mérése sertések kétpontos elektromos kábítása során

3.3.1. Általános szempontok

Az állatjóllét mérésének vágóhídi adaptációja során a következő általános szempontokat érdemes figyelembe venni.

1. Az élőállattal kapcsolatos vágóhídi munkafolyamatok a következő részekre oszthatók: szállítás, kirakodás a járműről, elszállásolás, felvezetés, rögzítés, kábítás, kábítástól a véreztetésig tartó időszak, elvéreztetés, szúrástól a halál beálltáig tartó időszak. E szakaszok közül a szállítástól az állat rögzítéséig olyan vizsgálati módszerek használhatók, melyek a normál állattartáshoz és állatszállításhoz köthetők. Ezek taglalása nem képezi jelen értekezés tárgyát.
2. A jóllét kérdése az élet kioltása kapcsán paradoxonnak tűnik, ezért szükséges tisztázni, hogy a vágóhídi kábítás célja az, hogy a kábítás megkezdésétől a halál beálltáig olyan állapotot idézzon elő az állatban, amelyben nem érzi a fájdalmat és nem tudatosulnak a negatív érzések. 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 (Tóth, 1993).
3. A vágóhídi kábítás során elvégzett vizsgálatok a megvalósíthatóság, a megbízhatóság és az érvényesség szempontjából speciális esetet jelentenek (EFSA, 2012, 2013). Gyakorlati körülmények között egyes vizsgálatok könnyen megvalósíthatók, például megtekintéses vizsgálatok és megfelelő mérőműszerek segítségével a kábítás fizikai mutatóinak ellenőrzése. Ugyanakkor – bár megfelelően érzékeny vizsgálati módszer – mégis nehezen elvégezhető néhány tapintásos fizikális vizsgálat (reflexek, fájdalomérzet vizsgálata) vagy a pupillareflex ellenőrzése, mert az állat nehezen hozzáférhető vagy éppen az izomtónus a klonikus szakaszban van. Az elvégezhető vizsgálatok köre vágóhidanként is eltérő lehet, és több körülménytől függ. Ilyen körülmény lehet az, hogy mekkora tér van a kábítás és a szúrás helyszínén, hogy a szúrást fekvő vagy felfüggesztett helyzetben végzik-e el, hogy egy vagy több személy végzi-e a kábítást és felfüggesztést, hogy mennyi idő alatt végzik el az egyes folyamatokat stb.

A kábításra vonatkozó vizsgálatok megbízhatósága nagy, mert a kívánt narkózist jellemző élettani jelekre támaszkodnak (például szaruhártyareflex megléte), ezért nem függenek a vizsgáló személyes döntésétől, vagy a helyszíntől. Az elvéreztetésből adódóan a vizsgálatok nem ismételtetők.

A narkózis meglétére utaló fizikális vizsgálatok biztosan érvényes megállapításokat tesznek az állat kábítás közbeni állapotáról. A kábítás fizikai mutatóinak ellenőrzése (környezeti mérések) azonban csak áttételesen utal a kábítás megfelelőségére.

A vágóhídi kábítás ellenőrzésére használható, megfelelően érzékeny, érvényes és megvalósítható vizsgálatok körét a 3.3.4. pont taglalja.

4. Az elvégezhető fizikális vizsgálatok köre szűkös, mert bár az állatban gyorsan bekövetkező élettani változásokat jól jeleznék a mért klinikai alapértékek vagy EEG vizsgálatok, ezek mérésére a kábítás kivitelezésekor nincs mód. Szerencsére a narkózis ellenőrzése, azaz a tudat és a fájdalomérzet hiányának vizsgálata, elsősorban megtekintésre alapuló igen/nem döntések segítségével megbízhatóan elvégezhető.
5. A vágóhídi kábítás minden esetben egyedi kategória, állomány szintű mérőszámok nem értelmezhetők. A vágóhídi munka és a kábítási mutatók helyes beállításának ellenőrzése szempontjából azonban az is szükséges, hogy több egyed vizsgálati eredményeit statisztikai módszerek segítségével együtt értékeljük (EFSA, 2013). Kis és közepes vágóhidakon, egy adott helyszínen és vizsgálati napon érdemes a vizsgálatokat valamennyi állaton elvégezni. Nagyvágóhídon a konfidencia intervallum és a megbízhatósági szint meghatározása után a szükséges mintaszám kiszámolható.

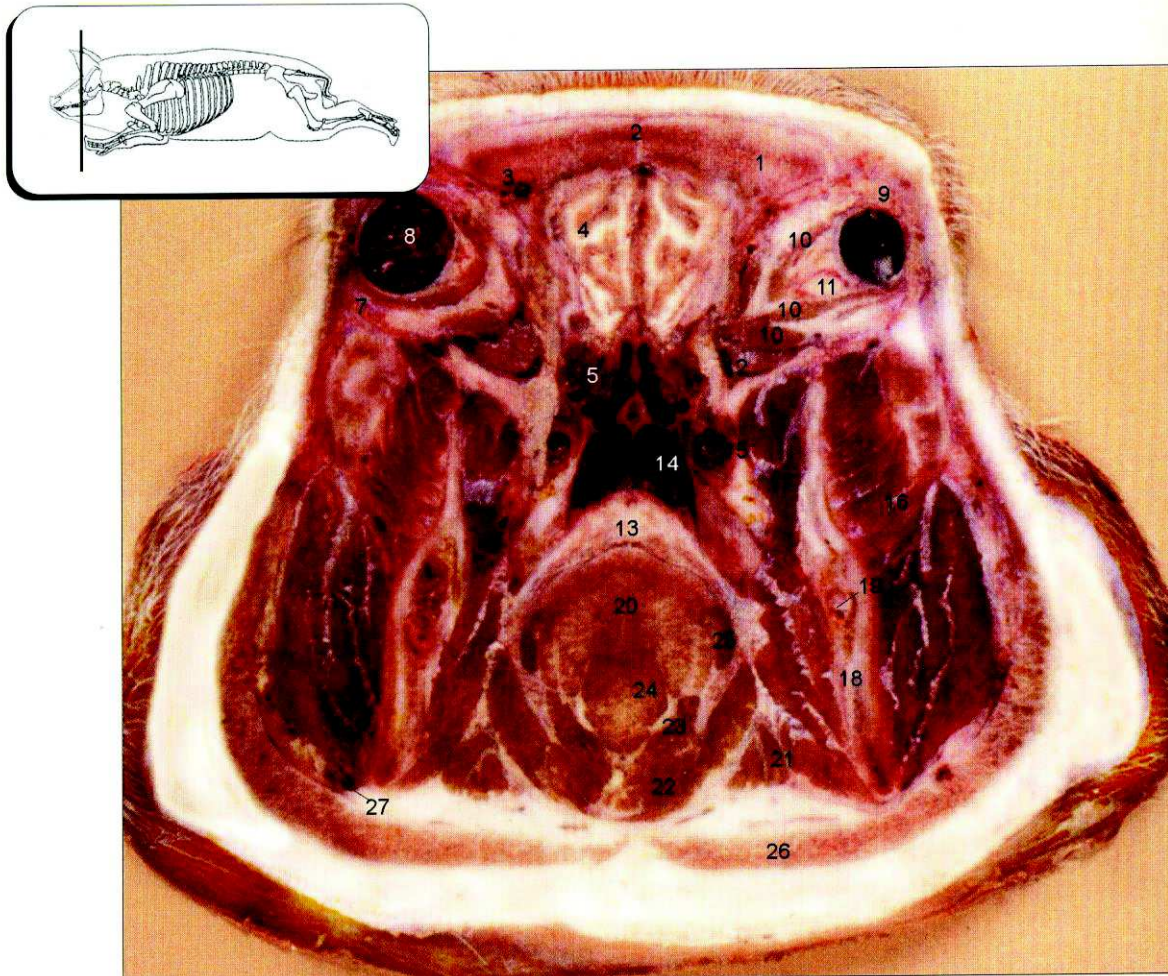
3.3.2. A kétpontos elektromos kábítás élettani alapja

Tekintettel arra, hogy a kábítás célja a fájdalom és a tudat kikapcsolása, az agyban olyan változásnak kell bekövetkeznie, ami ezt a feltételt teljesíti. Normál esetben, az idegsejtekben egy akciós potenciál néhány milliszekundumig tart. Ha a depolarizáció megnyúlik, vagy a hyperpolarizáció gátolt, és így az akciós potenciál hosszabban áll fenn, a helyzetet paroxizmális depolarizációs shiftnek (PDS) nevezzük. Abban az esetben, ha ez nagyszámú idegsejtet érint mindkét agy féltekében, generalizált epilepszia alakul ki.

Elektromos kábításkor néhány milliszekundumig ható, megfelelő erősségű áram szükséges az ingerület kiváltásához, hogy kialakuljon az idegsejtek folyamatos akciós potenciálja, majd a PDS. Ez az idegsejtek kimerüléséhez vezet, és emiatt grand mal epilepsziát okoz. A grand mal epilepsziában az idegsejtek normál összehangolt működése sérül, ami tudatvesztést okoz. Mivel a grand mal epilepszia során az idegsejtek kimerülnek, az utána következő nyugalmi szakaszban nem ingerelhetők, mert ekkor a hyperpolarizáció zajlik. Ez okozza az érzékelés kikapcsolását.

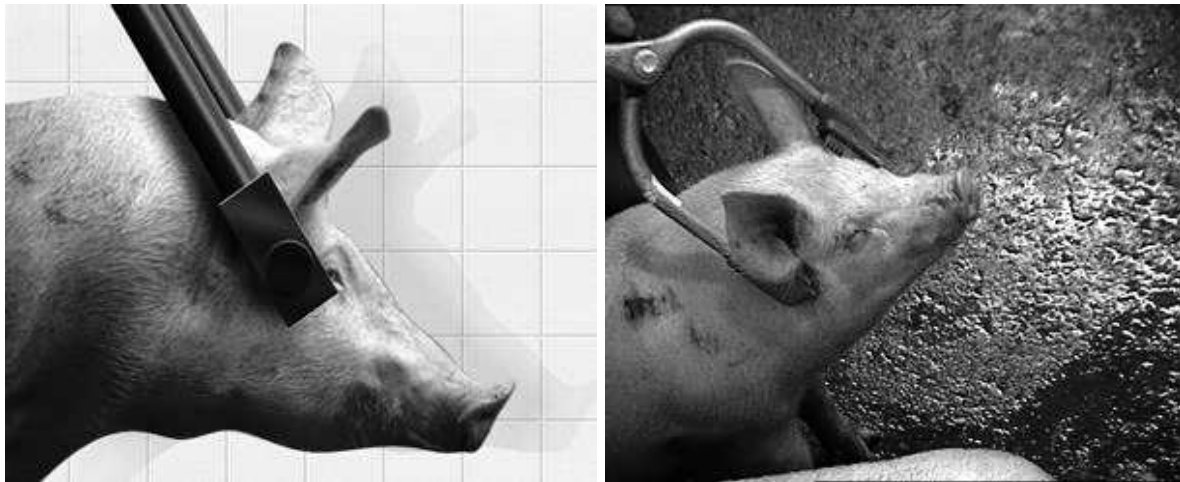
A kétpontos elektromos kábítás gyakorlati kivitelezése során úgy helyezünk fel elektródákat az állatra, hogy az áramkör zárásakor az elektromos áram az agyon folyjon át, és egyúttal minél kevesebb egyéb szöveten. Ehhez a koponyán meg kell találni azt a pontot, ahol az agy szövetein kívül a lehető legkevesebb más típusú szövet esik az áram útjába. Az **1. ábrán**

látható az agy elhelyezkedése a koponyán belül. Ez alapján az elektródákat tartalmazó fogók felhelyezésére két lehetőség kínálkozik: mindkét oldalon a szemek és a fültő közötti területre, illetve diagonálisan az egyik elektródát a szem környékére, a másikat az állkapocs környékére (2. ábra).



- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Os frontale | 15. Foramen sphenopalatinum |
| 2. Sutura interfrontalis | 16. M. masseter |
| 3. Canalis supraorbitalis | 17. M. pterygoideus |
| 4. Hemispherium cerebri | 18. Mandibula |
| 5. Labyrinthus ethmoidalis | 19. Canalis mandibulae, A. V. et N. alveolaris inferior |
| 6. Palpebra superior | 20. Lingua |
| 7. Palpebra inferior | 21. M. digastricus |
| 8. Bulbus oculi | 22. M. mylohyoideus |
| 9. M. orbicularis oculi | 23. M. geniohyoideus |
| 10. Mm. oculi | 24. M. genioglossus |
| 11. N. opticus | 25. M. styloglossus |
| 12. Sinus ophtalmicus | 26. M. cutaneus faciei |
| 13. Palatum molle | 27. V. facialis |
| 14. Choanae | |

1. ábra. A sertéskoponya harántmetszeti képe a fültő előtt (Horn, Sótönyi, Repa, 2005)



2. ábra. A kábító fogók helyes pozícionálása (Humane Slaughter Association)

3.3.3. A kétpontos elektromos kábítás fizikai mutatói

A kábításra használt elektromos áram legfontosabb jellemzői a feszültség, az áramerősség, a frekvencia, a hullámforma (Anil és McKinstry, 1992), a hullám profilja (Gregory, 2001) és az áramütés hossza.

Az agyon átfolyó áram erősségét a használt feszültség és a fej ellenállása határozza meg. Az áramkörben a fej ellenállásként működik, amit Ohm törvénye alapján lehet meghatározni:

$$U = I \times R, \text{ ahol } U = \text{feszültség}, I = \text{áramerősség}, R = \text{ellenállás}.$$

A fej ellenállásának mértékét a különböző szervek és szövetek (bőr, csont, izom, agy) befolyásolják. Ezért bír jelentőséggel a kábító villa helyes pozícionálása (Anil és McKinstry, 1998), melynek célja, hogy a lehető legkevesebb izom kerüljön az áram útjába. A fej ellenállását tovább csökkenti a bőrfelület nedvesítése. A különböző szövetek vezetőképessége eltér. A test különböző pontjain mért izom/zsír arány alapján valamennyi vágóhídon SEUROP húsminősítés zajlik (Európai Tanács, 1984). Érdekes lehet megvizsgálni, hogy a fej ellenállása összefüggést mutat-e a húsminősítés eredményével, illetve az egyedi testsúllyal.

A megfelelő narkózis eléréséhez Hoendrecken (1978) 1,3 Amper használatát javasolta abban az esetben, ha a kábító villa fogóit a fülek mögé a nyakra helyezik fel. Ugyan Anil és McKinstry szerint ez a felhelyezés is lehetséges, tanulmányuk szerint azonban gyakorlati körülmények között az ilyen pozícionálással alkalmazott kábítás sosem volt hatékony. Ennek oka az, hogy a fogók és az agy között izom is található az áramkörben. Egy másik tanulmányban Anil (1991) azt írta le, hogy 60 és 80 kg közötti sertések kábítása számára 0,406 Amper a minimális áramerősség. Mivel további adat nem áll rendelkezésre az Európai Élelmiszer-biztonsági Hivatal ajánlásában 1,3 Amper szerepel, bár egyúttal kijelentik, hogy ez az adat régi és kísérleti körülmények között került meghatározásra, így szükség van gyakorlati körülmények közötti visszaigazolására (EFSA, 2004).

A tudatvesztés mélységére és hosszára hatással lehet a kábító áram frekvenciája. Nagyobb frekvencián az egyes hullámok időtartama csökken. Ez a rövidülés viszont nem elegendő az idegsejtek gátlásának kialakításához (Raj és O'Callaghan, 2004). Érdemes tehát vizsgálni, hogy gyakorlati körülmények között milyen hullámhosszú áram használata megfelelő.

A hullámforma hatását a kábításra emlősökben nem vizsgálták. A hullám profiljának ellenőrzése pedig azért fontos, hogy ha megszorodik a nem megfelelő kábítások száma, akkor ki lehessen deríteni az ennek hátterében meghúzódó okot.

A kábítás hosszára az EFSA (2004) legalább 1 másodpercnyi áramütést ajánl. Anil (1991) 3 másodpercet javasol, ha a feszültség 150 V. A vágóhidakon végzett gyakorlati megfigyelések és hatósági ellenőrzések szerint a hentesek ezeknél hosszabb kábítást alkalmaznak. Az időtartam kábításra és a narkózis hosszára gyakorolt hatását további vizsgálatok alá lehet vetni.

Az áramerősséget és az időt együttesen veszi figyelembe az elektromos munka.

$$W = U \times I \times t, \text{ ahol } W = \text{munka}, U = \text{feszültség}, I = \text{áramerősség}, t = \text{idő}.$$

Az elektromos munka hővé alakulva okozhat károsodást az állati szövetekben, ezért érdekes megvizsgálni a munka és a kábítás lehetséges összefüggéseit.

3.3.4. A sertéseken a kábítás során elvégezhető vizsgálatok

A hatékony kétpontos elektromos kábítás során grand mal epilepszia, majd narkózis alakul ki. Az állatokon végzett vizsgálatoknak tehát ezek meglétére kell irányulnia. Tekintettel arra, hogy a tudat és a fájdalomérzet hiányának a halál beálltáig el kell tartania, a vizsgálatot több időpillanatban kell elvégezni. Először közvetlenül a kábítást követően, majd a szúrás előtt, végül a fájdalmas ingert jelentő szúrás követően az elvéreztetés alatt. Az utóbbi két vizsgálat azért különösen fontos, mert kis és közepes vágóhidakon a kábítástól a szúrásig eltelt idő a szükséges munkafolyamatok elvégzése miatt megnyúlhat. A vágóhídi kábítás gyakorlati körülményei között a következő, egyedi, fizikális vizsgálatokra kerülhet sor (Papp, 1993; EFSA, 2004, 2013).

1) A légzés vizsgálata

A hatékony kábítás jele az azonnali légzésleállás. Amennyiben az állat kezdi visszanyerni a tudatát, elkezdődik a ritmikus légzés. Ez nem tévesztendő össze a halál beállta során előforduló, sporadikus, erőltetett légvételi kísérletekkel. Így ritmikus légzésnek tekintendő, ha azonos időközönként legalább 3-4 légvétel történik. Ez mind a száj, mind a mellkas mozgása alapján megítélhető.

2) A testtartás vizsgálata

A hatékony kábítás kezdetén azonnali kollapszus alakul ki. Abban az esetben, ha az állat nem esik össze vagy fekvésből megpróbálja a normál álló testhelyzetét visszanyerni, a

tudat teljes elvesztése nem történt meg. Ha az állatot már felfüggesztették, akkor a fej felemelési kísérlete jelzi egyértelműen a normál testhelyzetre való törekvést.

3) A motoros tevékenység vizsgálata

A hatékony kábítás során a motoros tevékenység izgalmi állapota toniko-klonikus görcsök formájában figyelhető meg. Először néhány másodpercig tonikus görcsök jelentkeznek: az elülső lábak, majd az egész test spazmusa észlelhető (tetanuszos görcs). Majd klonikus görcsök mutatkoznak: ez az elülső és hátulsó végtagok evező-bokszoló mozgása, ami akár 10-15 másodpercig is eltarthat.

Ezt követően a test elernyed, amely az állkapocs lógása és az elernyedett fültartás alapján ítélni lehet. Függesztett állapotban a fül ernyedtsége vizsgálható elsősorban, mind megtekintéssel, mind tapintással. Amennyiben a fül feszes, az a tudat visszanyerésének egyik jele.

4) A fájdalom hiányának vagy meglétének vizsgálata

A kábítás egyik célja a fájdalomérzés teljes kikapcsolása. Amennyiben ez nem sikerül és a fájdalomérzet kis mértékben megtartott, akkor a szervezet a fájdalmas ingerekre válaszreakciót ad. A kábítást követően gyakorlati körülmények között fájdalmas inger lehet a túrókarima, esetleg a fül késheggyel történő ingerlése. Amennyiben a fej hátra mozdul vagy az egész testen enyhe rángás fut végig, az a fájdalomérzet meglétét jelenti.

A következő erős inger maga az elvéreztetést célzó szúrás. Ez általában függesztett állapotban történik, így a túrókarima vagy a fül ingerlése után bekövetkező enyhe rángás legtöbbször nem észlelhető. A szúrás okozta fájdalom jele lehet az önkéntelen bélsár- és vizeletürítés.

5) Hangadás

Hangadás előfordulhat a kábítási-elvéreztetési folyamat minden stádiumában, ha az állat a tudatát nem veszítette el teljesen. Itt nem kell a kábítást megelőző sivítást elvárni, hanem vakkantás szerű hangok, enyhe röffenés figyelhető meg. A hangadás a tudatát visszanyerő állatok nem mindenikénél jelentkezik, de ha előfordul, az a tudat meglétének egyértelmű jele.

6) Szemmozgások vizsgálata

A szemre és környékére a tudatánál levő állaton többféle mozgás jellemző, amik más-más idegek által ellátott területekre jellemzők. A látóideg (n. optalmicus) működése ellenőrizhető a pupilla tágulásának, szűkülésének vizsgálatával. A szemmozgató ideg (n. oculomotorius) azzal vizsgálható, hogy a szemgolyók állása a megtekintett objektum irányába változik-e vagy sem. A nervus trigeminus pedig a pislogásért felelős, amely nem csak folyamatosan előforduló, automatikus reflexes mozgás, hanem ingerléssel is kiváltható, ide tartozik a szaruhártya- és a kötőhártya-reflex.

Gyakorlati körülmények között a vágóhídi kábításkor a szem közeli megtekintése általában nem lehetséges és a fényviszonyok is jellemzően eltérnek egy korrekt klinikai vizsgálat fényviszonyaitól, ezért általában a pupillatágulat vizsgálatától el kell tekinteni. A szemgolyó mozgásai a megfelelő kábítást követően megszűnnek, az állat enyhén felfelé tekint. A pislogás megszűnik és sem automatikusan, sem provokáltan (szaruhártya- és kötőhártya-reflex) nem következik be.

Valamennyi felsorolt vizsgálat egy adott tünet meglétére vagy hiányára vonatkozik, és egyértelmű igen/nem válasz adható rá. Elvégzésükhöz gyakorlat kell, de a vizsgálat eredménye jellemzően nem függ a vizsgáló személyétől és értékítéletétől (mint például egy kondíciópontozás során).

3.3.5. Az állatjólét értékelésének módszere sertések kábítása során

A kábítást követően a tudat meglétének ellenőrzésére és értelmezésére nem áll rendelkezésre egységes módszer. Nem egy, hanem több vizsgálat elvégzésére van szükség, amiket együtt kell értelmezni. Az EFSA azt javasolja, hogy amennyiben a 3.4.4. pontban felsorolt vizsgálati eszköztár használata során a tudat visszatérésének bármely jele észlelhető, akkor a szükséges javító intézkedést (pl. ismételt kábítás) meg kell tenni (EFSA, 2013).

A gyakorlatban ebből az eszköztárból ki kell választani azokat a vizsgálatokat, amelyek az adott vágóhídon megvalósíthatók a rendelkezésre álló tér, az állatok megközelíthetősége, a vizsgáló személye és az egy állat vizsgálatára rendelkezésre álló idő alapján. A vizsgálatok körét és számát úgy kell meghatározni, hogy valós adatot szolgáltatassanak a kábított állatról, és a rendelkezésre álló idő alatt elvégezhetőek legyenek, azaz az együttes elbírálásuk gyors lehessen, hogy a nyomukban meghozott döntés a tudattalan állapot fenntartását vagy szükség szerinti mélyítését szolgálja.

Az állatonkénti vizsgálatok eredményeit érdemes összesíteni és statisztikai elemzésnek alávetni. Ennek gyakorlati jelentősége az adott vágóhídi kábítás hatékonyságának megítélésében van. A jelenlegi előírás szerint a kábítás egyes fizikai mutatóit kell megfelelően beállítani ahhoz, hogy a művelet hatékony legyen. Ha azonban a beviteli oldal (a környezeti jellemzők) helyett a kimeneti oldal (az állat jellemzői) kerülnek előtérbe, akkor a kérdés fordítva vetődik fel: az állatokon látható jelek alapján hogyan lehet meghatározni az adott vágóhídi körülmények között a hatékony kábításhoz szükséges fizikai mutatókat. Saját vizsgálataim ezt a kérdést járják körbe.

4. Saját vizsgálatok

4.1. Sertések kétpontos elektromos kábításakor alkalmazott technikai mutatók ellenőrzése gyakorlati körülmények között

4.1.1. Anyag és módszer

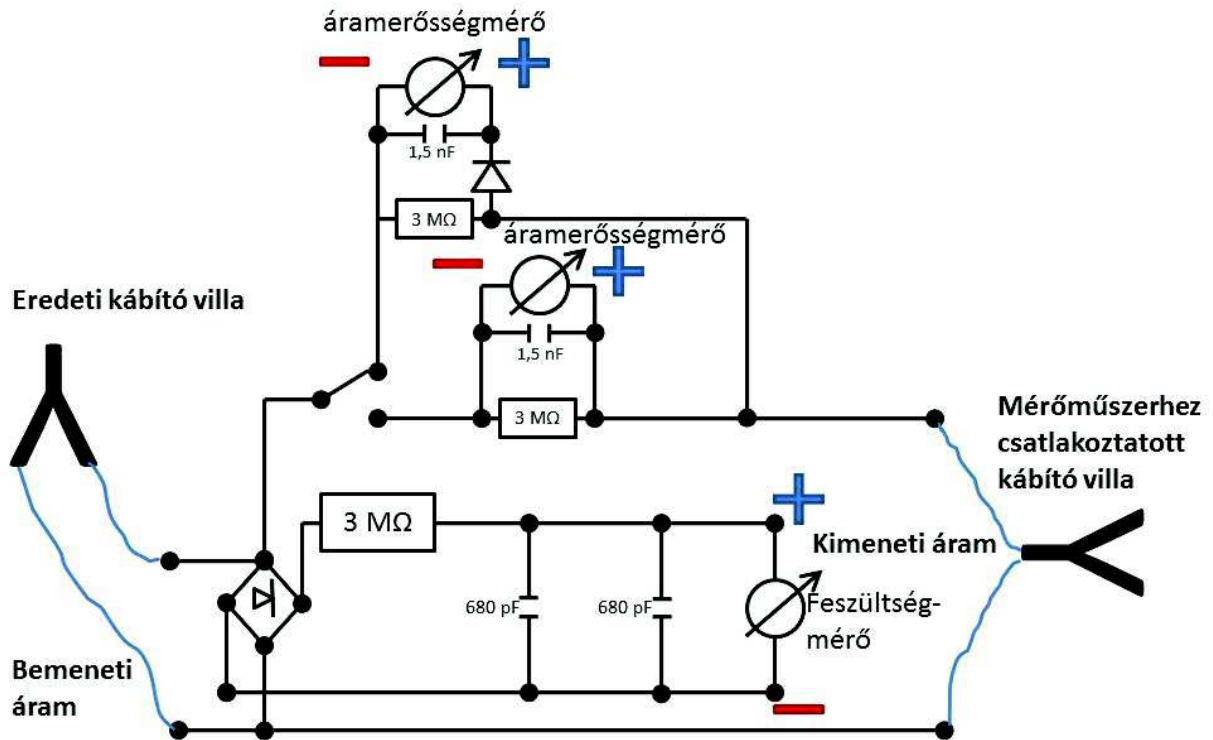
Négy különböző magyarországi vágóhídon végeztünk méréseket (mindegyiken legalább két különböző napon) a normál napi munka folyamán. A vágást végző személyzet és a kábító berendezés beállítását tekintve semmilyen változtatást nem tettünk a napi rutin munkához képest. A vágóhidak fején alkalmazott kétpontos elektromos kábítási módszert használtak különböző módon beállított állandó feszültséggel. A frekvencia és a hullámforma a normál hálózati áram szerinti volt, a kábító berendezések nem alakították át ezeket (sinus-hullám, 50 Hz). A feszültséget a vágóhídon előzetesen beállították. A kábítást megelőzően a sertések fejét nedvesítették, a kábító villa fogóit pedig mindkét oldalon a szemek és a fültő közé helyezték vagy az egyik elektródát a szem környékére, a másikat az állkapocs tájékára. Néhány eset, amelyben a kábító villát a fülek mögött a nyak két oldalára helyezték vagy a tőrókarimára, de a hentes nem korrigálta a villa felhelyezését, kizárásra került jelen tanulmányból, mert ezzel a módszerrel az áram nem haladt át az agyon (Anil and McKinstry, 1998). A sertéseket a kábításhoz kalodában rögzítették.

A kábítás hosszát a vágást végző személy határozta meg személyes gyakorlata alapján a következők szerint: az 1. és 2. vágóhídon néhány másodperccel a klonikus görcsök kialakulását követően fejezték be a kábítást, míg a 3. és 4. vágóhídon a kábító berendezés gyártójának útmutatója alapján meghatározott határértékek alapján (5-8, illetve 8-14 másodperc után). A kábítást a hentes megnyújtotta, ha a korábban kábított állatok a szúrásig eltelt időszak alatt kezdtek magukhoz térni.

Mindösszesen 145 sertést vontunk be az értékelésbe: hizókat 30 és 150 kg között (medián 109 kg).

Valamennyi esetben a következő adatok kerültek felvételre a kábító berendezés kijelzőjén megjelent értékek leolvasásával, illetve egyedi vizsgálattal: egyedi testtömeg (kg), áramerősség (A) és feszültség (V) a kábítás során, az áramütés hossza (s), a kábítás hatékonysága, az egyedi SEUROP húsminősítés. Az egyedi testtömeget közvetlenül a kábítást megelőzően a vágóhídon rendelkezésre álló élőállat mérlegén határoztuk meg. Az áramerősséget és a feszültséget egy egyedileg kifejlesztett, és egy független külsős cég által hitelesített, analóg mérőeszközzel mértük. A készülékbe két áramerősség-mérőt építettek be (0-1 és 0-5 Amperes tartományok mérésére), és egy feszültségmérőt (0-300 V tartományra). Az eszközt a következőképpen illesztettük az áramkörbe (**3. ábra**): az eredeti kábító villákhöz

két krokodilcsipesz segítségével kapcsolódott a mérőeszköz, amelyhez egy második kábító villa kapcsolódott, és ezzel végezte a személyzet a kábítást. Tekintettel arra, hogy a berendezést az áramkörbe illesztettük, amikor az eredeti berendezés feszültség alá került, a méréseket el lehetett végezni a kábítás alatt. A fej ellenállását Ohm törvénye alapján számoltuk. A kábítás hosszát egy egyszerű stopperórával mértük.



3. ábra. Analóg mérőeszköz, amely 3 áramkört tartalmaz, egy a feszültséget méri (0-300 Volt tartományban), kettő pedig alternatív módon az áramerősséget (0-1 és 0-5 Amper tartományokban)

A kábítás hatékonyságát az EFSA 2004-es ajánlása alapján a következő jelek szerint ítéltük meg:

1. légzésleállítás,
2. azonnali összeesés,
3. azonnali tonikus, majd pár másodperccel később ezt követő klonikus görcsök,
4. felfelé tekintő szemgolyók,
5. az orrot ért fájdalmas ingerlésre adott reakció hiánya (amit a vágóhídon használt, fertőtlenített késsel lehetett elvégezni).

A kábítást akkor tekintettük hatékonynak, ha a felsorolt öt feltételből legalább négy teljesült. A pupilla tágulata is a megfelelő kábítás jele, de ennek ellenőrzése gyakorlati körülmények között nem volt lehetőség.

A kábító berendezéseket nem standardizáltuk, mert a vizsgálatok célja az volt, hogy az adatokat gyakorlati körülmények közötti határozzuk meg, továbbá a mérőeszköz lehetővé tette az áramerősség és a feszültség mérését függetlenül a kábító berendezés típusától.

A felvett adatokat statisztikailag elemeztük. Az elektromos mutatók (áramerősség, feszültség, áramútés hossza) és a kábítás hatékonysága közötti kapcsolatot binomiális regresszióval vizsgáltuk. A vizsgálatok multicentrikusak voltak, és valamennyi vágóhídon eltérő kábítási mutatókat használtak, ezért a modell kialakításában a hely hatását is vizsgálni kellett.

A hatékony és nem hatékony kábítás összehasonlítását az áramerősség határértéke alatt és fölött Fischer-exact teszttel végeztük el. A fej ellenállása és az testtömeg közötti kapcsolatot lineáris regresszióval és khi-négyzet teszttel, míg az testtömeg és a vágóhídi húsminősítés közötti összefüggést ANOVA és Kruskal-Wallis teszttel vizsgáltuk. A szignifikancia szintje egységesen $P \leq 0,05$.

4.1.2. Eredmények

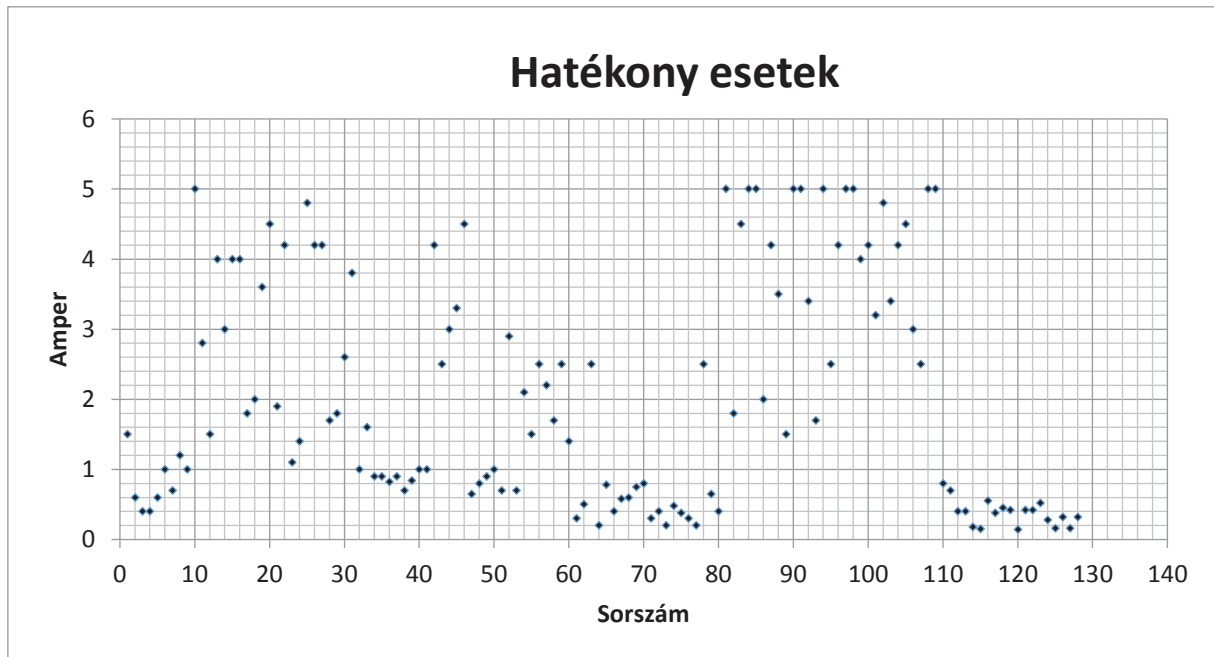
Mindösszesen 171 sertést vizsgáltunk meg a **6. táblázat** szerinti bontásban. Néhány esetet a kábító villák helytelen pozicionálása vagy más technikai hiba miatt kizártunk. Így végül 145 egyedet vontunk be az értékelésbe.

	Feszültség (V)	Vizsgálati napok száma	Vizsgált sertések száma	Értékelésből kizárt sertések száma	Értékelésbe vont sertések száma
1. vágóhíd	135	3	22	0	22
2. vágóhíd	260	2	51	21	30
3. vágóhíd	80	2	50	5	45
4. vágóhíd	240 illetve 255	2	48	0	48

6. táblázat. Adatok a négy helyszínről: a vizsgált és az értékelésbe bevont sertések száma és a használt feszültség (a 4. vágóhídon a két vizsgálati napon eltérő feszültséget használtak)

Mind a négy helyet figyelembe véve a kábítások 88,3%-a volt hatékony a leírt kritériumrendszer alapján (128 eset a 145-ből). A mért áramerősség adatok 0,14 és 5 Amper között váltakoztak. (**4. ábra**). A kábítás hatékonyságának értékelése az 1,3 A és 0,4 A határértékek használatával történt. Az 1,3 Amperes határértéket használva nem lehetett szignifikáns különbséget kimutatni az 1., 2. és 3. vágóhíd esetén a hatékony és nem hatékony kábítások között. Ezzel szemben a 4. vágóhídon a kábítás hatékonysága szignifikánsan jobb volt 1,3 A fölött ($P=0,01$). A 4. vágóhídon a méréseket két különböző napon végeztük. Az első

napon a fej ellenállása szignifikánsan nagyobb volt, mint a felső kvartilis (143 ohm), amelyet a kábító villa hiányos tisztítása miatt a fej és a kábító villa fogói közötti rosszabb kontaktus okozhatott. A nem megfelelő kábítás nagyobb gyakorisága a fej nagyobb ellenállásához volt köthető, ami kisebb áramerősséghez vezet, így megnöveli a nem megfelelő kábítások valószínűségét 1,3 A alatt is.



4. ábra. A felvett áramerősség adatok

Tekintettel arra, hogy 0,4 A alatti áramerősséget csak a 3. vágóhídon mértünk, ezt a határértéket csak itt lehetett vizsgálni. A Fisher-exact teszt eredménye azonban nem mutatott szignifikáns különbséget a 3. vágóhídon.

A vizsgált mutatók közül, amelyeknek hatása lehet a kábítás hatékonyságára (áramerősség, feszültség, áramútés hossza), egyedül az áramerősség mutatott szignifikáns hatást a binomiális regresszió eredményeként ($P=0,013$). Más tényezők – beleértve az elektromos teljesítményt ($I \times U$) vagy munkát ($I \times U \times t$) – hatása a kábítás hatékonyságára szintén szignifikáns volt. Mivel a hely és a kábítás szempontjából fontos mutatók (áramerősség, munka, energia) között nem lehetett szignifikáns összefüggést kimutatni, a helyek közötti eltérés egy konstans mutató (feszültség) és a (kábítást végző személy által meghatározott) kábítás hossza tekintetében állt fenn. Adott megbízhatósági szinten (95%) a szükséges minimális áramerősség helyszínenként meghatározható (**7. táblázat**). A modell ereje 9%-os az áramerősség tekintetében, és 8,8%, illetve 7,7% a munka és az energia tekintetében. Más szavakkal, a hely és az áramerősség hatása a kábítás hatékonyságára kevesebb, mint 10%.

	Hatékony kábítás valószínűsége	Minimális áramerősség
1. vágóhíd	$p = \frac{e^{0.6346I+2.5080}}{1 + e^{0.6346I+2.5080}}$	0.69 A
2. vágóhíd	$p = \frac{e^{0.6346I+0.9639}}{1 + e^{0.6346I+0.9639}}$	3.12 A
3. vágóhíd	$p = \frac{e^{0.6346I+1.5755}}{1 + e^{0.6346I+1.5755}}$	2.16 A
4. vágóhíd	$p = \frac{e^{0.6346I-0.0885}}{1 + e^{0.6346I-0.0885}}$	4.78 A

7. táblázat. Minimális áramerősség meghatározása helyszínenként

Az értékelésbe bevont sertések egyedi testtömege 30 és 150 kg között változott, de a többségé (115 állat) 100 kg fölött volt. A fej ellenállása 32 és 571.43 ohm között alakult (medián: 159.56 ohm). Az egyedi testtömeg és a fej ellenállása között nem sikerült kapcsolatot megállapítani. E két mutató függetlenségét a khi-négyzet teszt is alátámasztotta; következésképpen a fej ellenállása nem függ az egyedi testtömegetől.

Vágóhídi húsminősítést csak a hízókon végeztek (133 egyed). A testfeleket S, E, U és R osztályokba sorolták, egyik sem volt O és P osztályú. A húsminősítés és a fej ellenállása között Kruskal-Wallis teszttel nem találtunk kapcsolatot. Az áramútés hossza tekintetében a felvett értékek 4 és 25 másodperc között változtak (medián: 12,9 mp). Mivel az áramútés hossza nem mutatott szignifikáns hatást a kábítás hatékonyságára, más mutatókkal való kapcsolatát is megvizsgáltuk. Az áramútés hossza szignifikáns eltérést mutatott az egyes helyeken, de más mutatókkal nem sikerült semmilyen megbízható összefüggést kimutatni.

4.1.3. Megbeszélés

A tanulmány első eredménye, hogy az áramerősség szintje szignifikánsan befolyásolja a kábítás hatékonyságát. Azonban az 1,3 A, mint minimálisan szükséges áramerősség a négy vágóhídból mindössze egynél volt igazolható. Mindemellett meg lehetett állapítani más minimális áramerősségeket a különböző helyeken, de ezek az értékek 1,3 A fölött voltak. Olyan érték, amely a helytől függetlenül lett volna érvényes, nem volt megállapítható.

Más mutatók, mint a feszültség, a fej ellenállása, az áramütés hossza nem mutattak szignifikáns kapcsolatot a hatékonysággal. Anil (1991), Anil és McKinstry (1992), Beghaus és Troeger (1998) arról számoltak be, hogy a kábítás, amely csak rövid ideig tartott, nem volt hatékony. Jelen tanulmány megfigyelései szerint a hatékonyság független volt az áramütés időtartamától. Ez az eredmény összhangban van azokkal a tényekkel, melyeket Anil (1991) és az EFSA (2004) ajánl, hogy a kábítás minimális időtartama minimálisan 3, illetve 1 másodperc legyen, míg jelen tanulmányban a legrövidebb felvett érték is meghaladta ezeket (4 mp). A hosszabb alkalmazás oka a hentesek azon hite lehet, hogy a hosszabb áramütés megnyújthatja a kábítástól a szúrásig eltelő időszakot, amely azonban további vizsgálandó igényel.

Mivel az alkalmazott modell matematikai magyarázó ereje csak 9%, azt feltételezzük, hogy bár az áramerősség jelentősen befolyásolja a kábítás hatékonyságát, és más mutatók (feszültség, ellenállás, időtartam) nem, de további olyan tényezők, amiket jelen tanulmányban nem vizsgáltunk, befolyással lehetnek a kábítás hatékonyságára, pl. a sertések fajtája, a kábító villák kiképzése, a hullámforma és a frekvencia. Ezeket az összefüggéseket további tanulmányokban kell vizsgálni.

Azt vártuk, hogy a fej ellenállása összefüggést mutat a sertések méretével (egyedi testtömeg) és a szövetek összetételével (SEUROP adatok). Ilyen kapcsolatot ebben a tanulmányban nem sikerült kimutatni. Egyrészt, a fej ellenállását más tényezők is befolyásolhatják, pl. az alkalmazott feszültség (Wotton és O'Callaghan, 2002). Másrészt azonban, a fej ellenállásának nagy változékonysága miatt az tanácsolható, hogy adott szintű áramerősség a különböző helyszíneken egy olyan eszköz beépítésével érhető el, amely méri az áramkörbe kapcsolt fej ellenállását, és megakadályozza a kábító berendezés működését, ha a minimális áramerősséget nem éri el (Európai Tanács, 1993). Az ellenállás előre történő meghatározásának módszerét egyedi esetekben további vizsgálandóságok során lehet meghatározni.

Valamennyi megfigyelésünket figyelembe véve, arra a következtetésre juthatunk, hogy egyetlen elektromos mutató meghatározása (pl. 1,3 A), mint a megfelelő elektromos kábítás előfeltétele, nem fogadható el. Bár minden egyes helyre meg tudtunk állapítani minimális

áramerősség értéket, amely fölött az esetek 95%-ában hatékony volt a kábítás, ezek a meghatározott áramerősség értékek meglehetősen eltértek, és sokkal magasabbak voltak a jelenleg ajánlott 1,3 Ampernél. A minimális áramerősség meghatározásának korlátozott használhatósága arra vezethető vissza, hogy nagyszámú más tényező szintén szerepet játszhat a kábítás hatékonyságában, pl. elektromos mutató (pl. frekvencia, hullámhossz), állat jellemzője (pl. fej ellenállása, fajta), megfelelő eljárás (fej nedvesítése, időtartam, a kábítás módja). Így kizárólag a minimális áramerősség meghatározása nem kizárólagos biztosítéka a megfelelő kábításnak a gyakorlatban.

Megállapíthatjuk, hogy a megfelelő kábítás jeleinek ellenőrzése a gyakorlatban (amint azt az EFSA ajánlja) elősegítheti a kábítás értékelését akkor is, ha a kábítási mutatók eltérőek. Következésképp, az elektromos mutatók és a kábítás időtartama meghatározhatók a gyakorlatban néhány próba-kábítás alapján.

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

4.2.1. Anyag és módszer

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

A vizsgálatokba az adott napon levágásra kerülő valamennyi sertést belevontuk. Néhány eset, amelyben a kábító villát helytelenül helyezték fel, pl. a fülek mögött a nyak két oldalára vagy esetleg a tőrőkarimára, de a hentes nem korrigálta a villa felhelyezését, kizárásra került jelen tanulmányból, mert ezzel a módszerrel az áram nem haladt át megfelelően az agyon (Anil és McKinstry, 1998).

A kábítást egy vágóhídi berendezések gyártására szakosodott üzemben gyártott, de egyedileg kialakított kábító berendezéssel végeztük. A készülék normál hálózati áramforrásról üzemeltethető. A beérkező áram transzformálást és egyenirányítást követően 20 mA-tól 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, melynek frekvenciája állítható 150 Hz – 300 Hz – 2000 Hz fokozatokban. A készüléken kábító feszültségmérő, a kábító áramerősségmérő, és a kábító frekvencia kijelző található, melyekről 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 vágunk. Egyedi testtömeg mérésre nem került sor, mert a testtömeg és a kábítás hatékonysága között hízók esetén korábbi vizsgálatok alapján nem várható összefüggés (Végh, 2010).

Minden egyes kábítás során a következő adatok kerültek felvételre. Leolvastuk a kábító berendezés kijelzőjén megjelenő áramerősség (A) és feszültség (V) adatát. Rögzítettük a beállított frekvenciát (Hz). Megmértük egy egyszerű stopperóra segítségével a kábítás időtartamát és a kábítástól a szűrésig eltelt időt.

A kábítás hatékonyságát három időpillanatban vizsgáltuk:

- közvetlenül a kábítást követően,
- közvetlenül a szűrés megelőzően,
- a szűrés követően az elvéreztetés alatt.

A sertések állapotának megítélésére az állatokon állatjóléti vizsgálatokat végeztünk. A belgyógyászati diagnosztikai alapismeretek (Papp, 1993) és az állatjóléti vizsgálatokat felölelő eszköztár (EFSA, 2013) alapján a vizsgálatok helyszínéül 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 úgy, hogy egy rövid tonikus fázist (izomspazmus) klonikus görcsök követnek. A folyamatot megfigyeléssel vizsgáltuk.

4. A hangadás vizsgálata

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

5. 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 ellenőrzésére nem került sor.

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 fájdalomérzés vizsgálatára az állatokhoz való korlátozott hozzáférés miatt ezen a vizsgálati ponton nem kerülhetett sor.

Minden vizsgálati szempontra 1 pontot adtunk, ha megfelelő volt és 0-át, ha nem. A kábítást akkor tekintettük teljesen *megfelelőnek*, ha mind a vizsgált öt szempont mindegyike 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 szúrást megelőző és a szúrást követő 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 kíséreltetben mutatkozik meg, amelyet megtekintéssel vizsgáltunk.

3. A motoros tevékenység vizsgálata

A fül feszessége motoros aktivitásra utal, ezért a fül feszes 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 késheggyel 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 vizsgálattal volt lehetséges.

Ezekben a vizsgálati pontokban mind a 6 vizsgálati szempont szerinti vizsgálatokat el tudtuk végezni. 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 *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 szúrás előtt, valamint a szúrást követően. Megvizsgáltuk azt is, hogy a frekvencia más mutatókkal együtt gyakorol-e hatást a kábítás hatékonyságára.

4.2.2. 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. A hatékony és nem hatékony kábítások esetszámát a **8. táblázat** mutatja be.

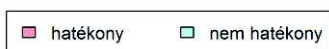
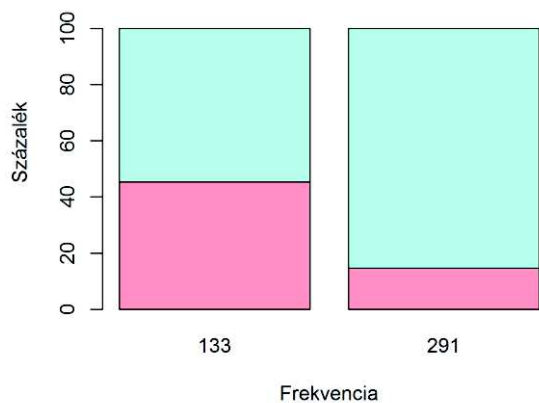
	133 Hz		291 Hz	
	Megfelelő	Nem megfelelő	Megfelelő	Nem megfelelő
kábítás után	72	87	5	29
szűrés előtt	44	115	10	24
szűrés után	33	126	7	27
	Elfogadható	Nem elfogadható	Elfogadható	Nem elfogadható
kábítás után	146	13	25	9
szűrés előtt	104	55	23	11
szűrés után	83	76	21	13

8. táblázat. Hatékony és nem hatékony kábítások esetszámai

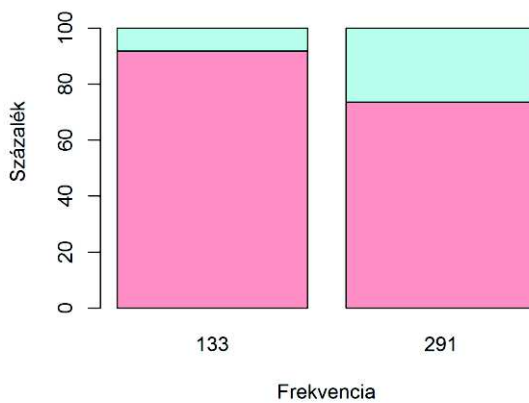
A hatékony és nem hatékony esetek százalékos eloszlásait az **5-10. ábrák** mutatják be.

A kábítást követő vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a magasabb frekvencián a hatékony kábítás szignifikánsan ritkább mind megfelelő ($\chi^2=12,22$, $Df=1$, $P=0,0005$), mind elfogadható szinten ($\chi^2=7,64$, $Df=1$, $P=0,0057$) (**11-12. ábrák**). A szűrés előtt és a szűrés után vizsgálva azonban már a frekvencia nem volt hatással a narkózis fenntartására (**13-16. ábrák**).

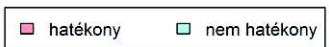
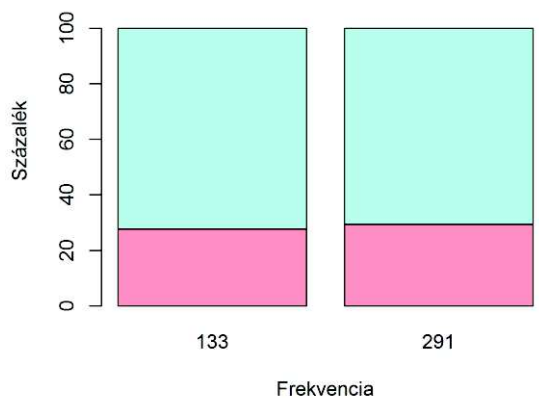
Logisztikus regresszióval megvizsgáltuk azt is, hogy a kétféle frekvencia más változókkal együtt (áramerősség, kábítási idő, kábítástól a szűrésig eltelt idő) eltérő hatással van-e a kábítás hatékonyságára, valamint a narkózis fenntartására a szűrés előtti és a szűrés utáni időszakban. Ilyen kapcsolat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



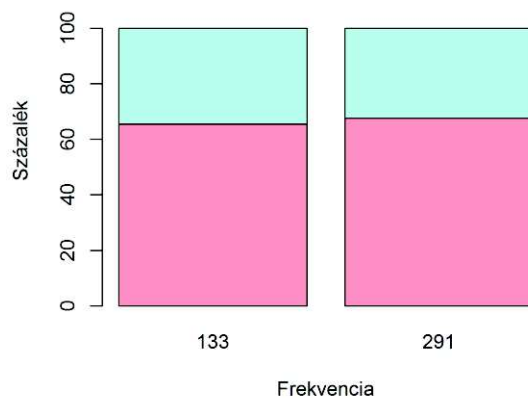
5. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében *megfelelő* szinten a kábítás után



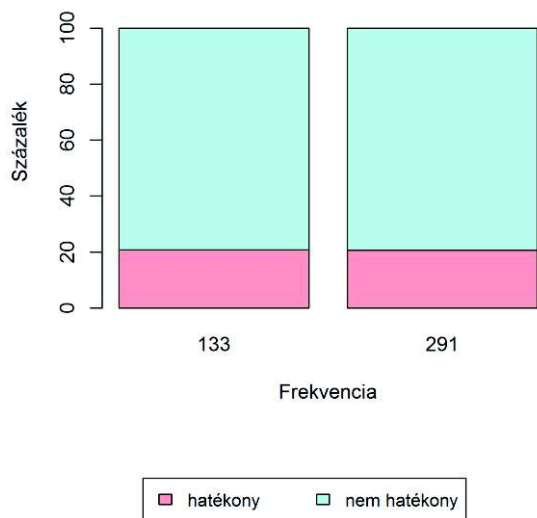
6. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében *elfogadható* szinten a kábítás után



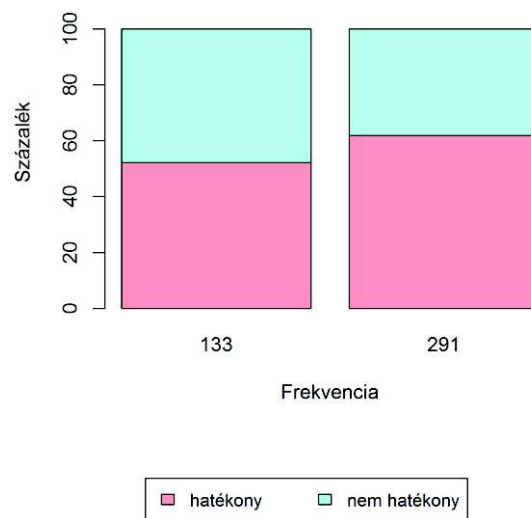
7. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében *megfelelő* szinten a szűrés előtt



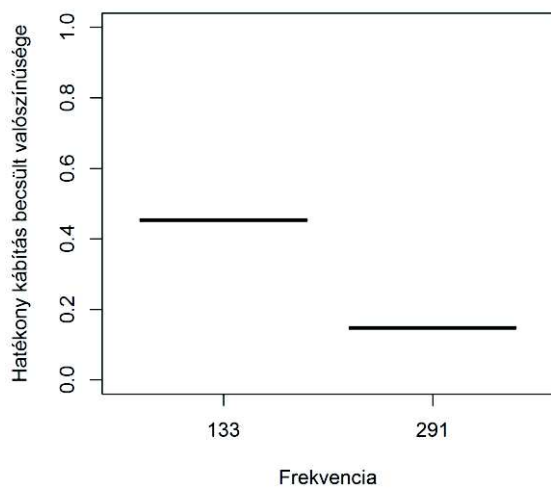
8. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében *elfogadható* szinten a szűrés előtt



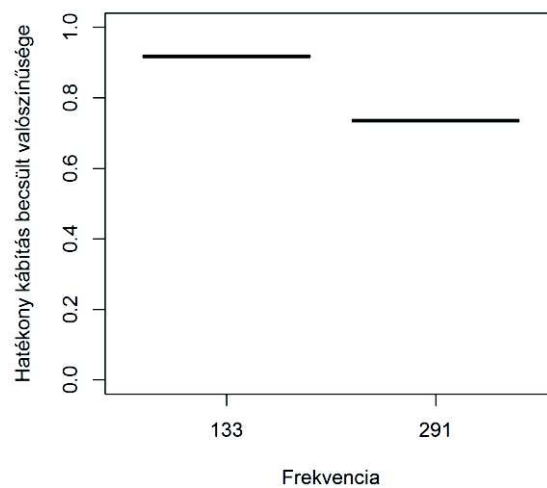
9. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében *megfelelő* szinten a szűrés után



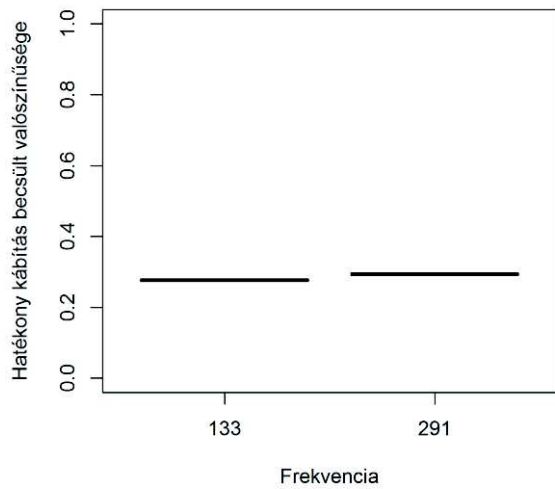
10. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a frekvencia függvényében *elfogadható* szinten a szűrés után



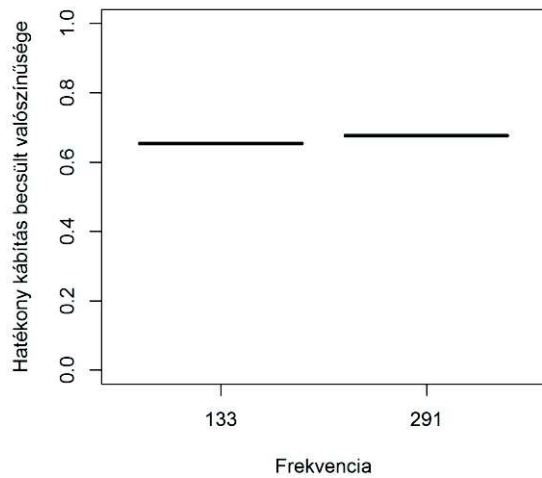
11. ábra. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében *megfelelő* szinten a kábítás után



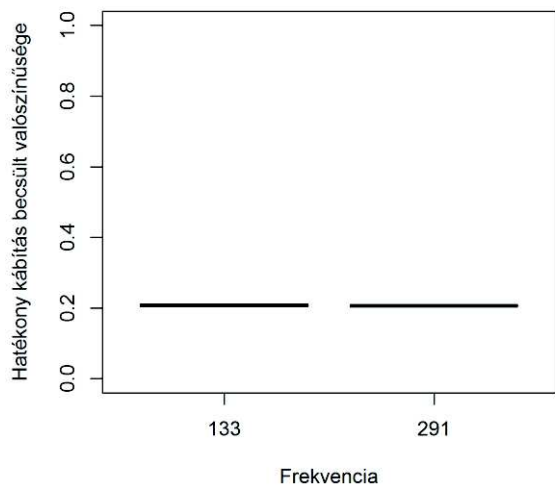
12. ábra. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében *elfogadható* szinten a kábítás után



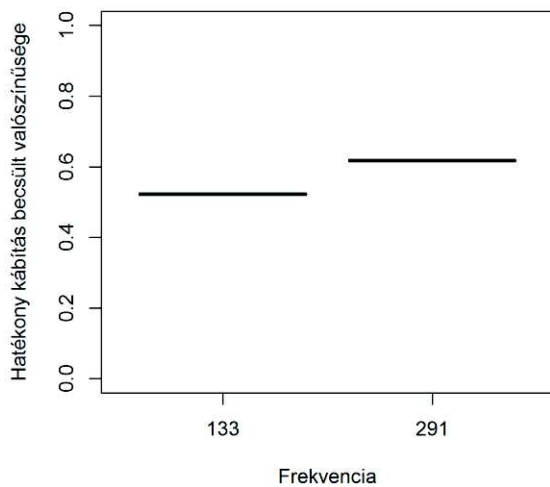
13. ábra. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében *megfelelo* szinten a szúrás előtt



14. ábra. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében *elfogadható* szinten a szúrás előtt



15. ábra. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében *megfelelo* szinten a szúrás után



16. ábra. Hatékony kábítás valószínűsége a frekvencia függvényében *elfogadható* szinten a szúrás után

4.2.3. Megbeszélés

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. Elektromos kábításkor, ha megfelelő erősségű és elég hosszan tartó 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. Az ezt követő nyugalmi szakaszban pedig nem ingerelhetők, mert ekkor a hyperpolarizáció zajlik. A vizsgálataink szerint a nagyobb frekvencia nem alkalmas a neuronális gátlás megfelelő kialakítására. Ennek feltehetőleg az az oka, hogy az egyenáram egyes fél hullámai rövid ideig tartanak. A vizsgálatokra használt készüléken, 150 Hz-es állásban maximális áramerősségnél egy hullámperiódus 6 milliszekundum, amelyből 3 milliszekundum a pozitív fél hullám. 300 Hz-en pedig 3 milliszekundum a teljes periódus és 1.5 milliszekundum a pozitív fél periódus. Ez az időszak már nem alkalmas arra, hogy tartós depolarizáció alakuljon ki a neuronokban.

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

4.3. Gyakorlati vizsgálatok az áramerősségnek és az időnek a kábítás hatékonyságára kifejtett hatásáról sertések kétpontos elektromos kábítása során

4.3.1. Anyag és módszer

Három különböző magyarországi vágóhídon végeztünk méréseket 9 különböző alkalommal a normál napi munka folyamán. Az állatok kábítása és levágása nem kísérleti célra történt, hanem az adott vágóhíd megszokott napi tevékenysége keretében élelmiszer-előállítási céllal. A vágóhidakon valamennyi esetben fején alkalmazott kétpontos kábítási módszert használtak. A kábítást megelőzően a sertések fejét nedvesítették. A kábítást végző személyzet a kábító villa fogóit úgy pozícionálta, 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 sertéseket a kábításhoz kalodában rögzítették.

A vizsgálatokba az adott napon levágásra kerülő valamennyi sertést belevontuk. Néhány eset, amikor a kábító villát helytelenül pozícionáltak (például a fülek mögött a nyak két oldalára helyezték vagy esetleg a túrókarimára), de a hentes nem korrigálta a villa felhelyezését, kizárásra került jelen tanulmányból, mert ezzel a módszerrel az áram nem haladt át megfelelően az agyon (Anil and McKinstry, 1998).

A kábítást egy vágóhídi berendezések gyártására szakosodott üzemben gyártott, de egyedileg kialakított kábító berendezéssel végeztük. A készülék normál hálózati áramforrásról üzemeltethető. A beérkező áram transzformálást és egyenirányítást követően 20 mA-tól 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 készüléken kábító feszültségmérő, a kábító áramerősség-mérő, és a kábító frekvencia kijelző található, melyekről a kábítás közbeni értékek leolvashatók.

Összesen 405 sertést vontunk be az értékelésbe. Valamennyi esetben 80 és 130 kg közötti hízókat vágunk. Egyedi testtömeg mérésre nem került sor, mert a testtömeg és a kábítás hatékonysága között hízók esetén – korábbi vizsgálatok alapján – nem várható összefüggés (Végh, 2010). A frekvenciát 150 Hz-re állítottuk be. A kábítások során két mutatót változtattunk: az áramerősséget valamint a kábítás időtartamát. A következő két vizsgálatot állítottuk össze.

1. Az első vizsgálatban arra kerestük a választ, hogy a kábítási idő hosszának változtatása kihatással van-e a kábítás hatékonyságára, valamint a narkózis hosszára. E célból 2 különböző vágóhídon összesen 4 alkalommal állítottunk be méréseket. Az **A** vágóhídon 65, a **C** vágóhídon 75 sertés került ebbe a vizsgálat-sorba. A kábítási idő az **A** vágóhídon 3 és 18 másodperc között változott, a **C** vágóhídon pedig 15 és 35 másodperc között. A kábítási idő véletlenszerű változtatását az **A** vágóhídon úgy oldottuk meg, hogy véletlen-szám generátorral előzetesen meghatároztuk, hogy melyik esetben hány másodpercig végezze a kábítást a hentes (3-tól 18 másodpercig, 3 másodperces ugrásokkal). A másik vágóhídon megkértük a henteset, hogy saját tapasztalata szerint különböző időpontig végezze a kábítást. További változó volt a kábítástól a szúrásig eltelő idő. Ebben az időszakban függesztették fel az elkábított sertéseket. A szúrásig eltelő időre semmiféle ráhatást nem gyakoroltunk, az a vágóhíd normál munkatempójából következett. Az adatokat az **A** vágóhídon rögzítettük 5 mérési napon, összesen 159 állaton. A teljes idő a kábítási időtartamot és a kábítástól a szúrásig eltelő időt foglalja magába, amit szintén az **A** vágóhídon rögzítettünk majd elemeztünk.
2. A második méréssorozat célja az áramerősség hatásának vizsgálata volt. Az áramerősséget a kábító készüléken található potenciométer segítségével változtattuk. E vizsgálatban 2 vágóhídon, 8 alkalommal összesen 296 egyed kábítási adatait vettük fel. 5 alkalommal a hentes a kábítást az általa megszokott ideig végezte, míg három esetben a kábítási időtartamot is változtattuk (3-tól 18 másodpercig, 3 másodperces ugrásokkal).

Minden egyes kábítás során a következő adatok kerültek felvételre. Leolvastuk a kábító berendezés kijelzőjén megjelenő áramerősség (A) és feszültség (V) adatát. Megmértük egy

egyszerű stopperóra segítségével a kábítás időtartamát és a kábítástól a szúrásig eltelt időt. Számoltuk továbbá az elektromos munkát (UxIxt).

A kábítás hatékonyságát három időpillanatban vizsgáltuk:

- közvetlenül a kábítást követően,
- közvetlenül a szúrást megelőzően,
- a szúrást követően az elvéreztetés alatt.

A kábítás végétől a szúrásig eltelt idő és a teljes idő tekintetében pedig csak a szúrást megelőzően és azt követően.

A sertések állapotának megítélésére az állatokon állatjóléti vizsgálatokat végeztünk. A belgyógyászati diagnosztikai alapismeretek (Papp, 1993) és az állatjóléti vizsgálatokat felölelő eszköztár (EFSA, 2013) alapján a vizsgálatok helyszínéül 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 úgy, hogy egy rövid tonikus fázist (izomspazmus) klonikus görcsök követnek. A folyamatot megfigyeléssel vizsgáltuk.

4. A hangadás vizsgálata

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

5. 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 ellenőrzésére nem került sor.

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 fájdalomérzés vizsgálatára az állatokhoz való korlátozott hozzáférés miatt ebben a vizsgálati pontban nem kerülhetett sor.

Minden vizsgálati szempontra 1 pontot adtunk, ha megfelelő volt és 0-át, ha nem. A kábítást akkor tekintettük teljesen *megfelelőnek*, ha a vizsgált öt szempont mindegyike 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 szúrást megelőző és a szúrást követő 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.

3. A motoros tevékenység vizsgálata

A fül feszsége motoros aktivitásra utal, ezért a fül feszes vagy ernyedő állapotát megtekintéssel és tapintással ellenőriztük. Motoros aktivitásra utalhatnak toniko-klonikus görcsök is, de ezek ellenőrzését a protokollból ezekben a vizsgálati pontokban már kihagytuk, mert a kisvágóhídi kialakításból adódóan az elvégeztetést 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 késheggyel 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 vizsgálattal volt lehetséges.

Ezekben a vizsgálati pontokban 6 vizsgálati szempont szerinti vizsgálatokat végeztük el. 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 *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. A vizsgálatok multicentrikusak voltak, ezért a kiértékelést helyszínenként külön-külön végeztük el, csak ott vontuk össze, ahol a helyszínek nem volt statisztikailag kimutatható hatása. Leíró statisztikai elemzést követően logisztikus regresszióval vizsgáltuk azt, hogy az adott mutatónak van-e hatása a kábítás, illetve a narkózis hatékonyságára. A szignifikancia szintje egységesen $P=0,05$. A statisztikai analízist elvégeztük *megfelelő* és *elfogadható* teljesülési szinten is. A statisztikai analízist R Core Team (2016) szoftverrel végeztük.

Azt vizsgáltuk, hogy fennáll-e a narkózis *megfelelő* és *elfogadható* szinten a kábítás során rögzített, illetve számolt technikai mutatók függvényében. Ezt a vizsgálatot három időpillanatban végeztük el: a kábítást követően, a szűrés előtt, valamint a szűrést követően. Így arra kapunk választ, hogy a kábítás hatékony volt-e, a szűrés időpontja optimális volt-e, illetve, hogy a tudat és az érzékelés hiánya fennállt-e egészen a halál beálltáig. Megvizsgáltuk azt is, hogy az áramerősség és az idő gyakorol-e együttes hatást a kábítás hatékonyságára. Végül, ahol lehetséges volt, megpróbáltunk határértéket keresni az egyes változókra, mely fölött a kábítás adott megbízhatósági szinten hatékony.

4.3.2. Időre vonatkozó eredmények

4.3.2.1. Kábítási idő

A hatékony és nem hatékony kábítások esetszámát a **9. táblázat** mutatja be.

A kábítási idő és a kábítás hatékonysága között sem *megfelelő*, sem *elfogadható* szinten nem sikerült szignifikáns kapcsolatot kimutatni a három vizsgálati időpontban, ezért ezek statisztikai ábráit mellőztem.

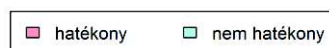
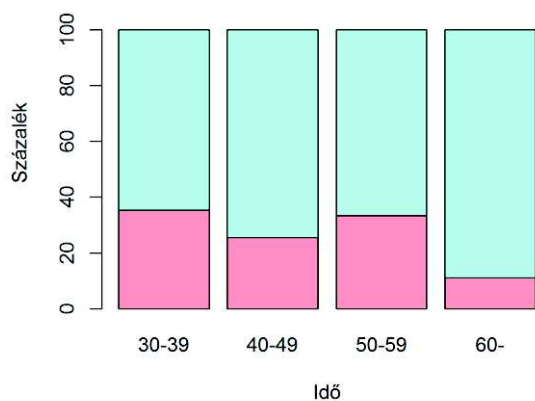
	A vágóhíd		C vágóhíd	
	Megfelelő	Nem megfelelő	Megfelelő	Nem megfelelő
kábítás után	36	29	50	25
szűrés előtt	35	30	49	26
szűrés után	23	42	31	44
	Elfogadható	Nem elfogadható	Elfogadható	Nem elfogadható
kábítás után	65	0	75	0
szűrés előtt	53	12	75	0
szűrés után	47	18	71	4

9. táblázat. Hatékony és nem hatékony kábítások a kábítási idő függvényében

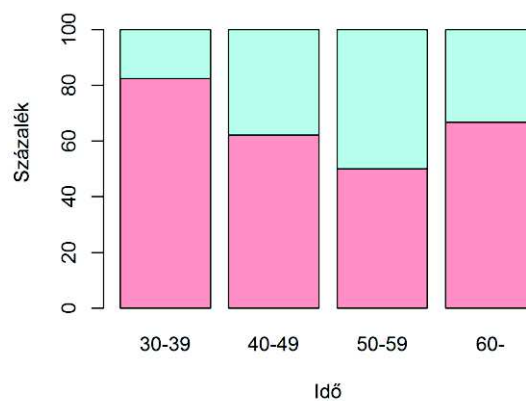
4.3.2.2. A kábítás végétől a szűrésig eltelt idő

A kábítás végétől a szűrésig eltelt idő az A vágóhídon attól függően alakult, hogy egy vagy több ember végezte a felfüggesztést és hogy milyen hatékonyan dolgoztak. A szűrésig eltelt idő 32 és 85 másodperc között változott.

A szűrés megelőzően megfelelő szinten 44 hatékony és 115 nem hatékony eset volt, elfogadható szinten pedig 104 hatékony és 55 nem hatékony eset. A százalékos eloszlásokat a 17-18. ábrák mutatják.



17. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a kábítás végétől a szűrésig eltelt idő függvényében megfelelő szinten a szűrés előtt



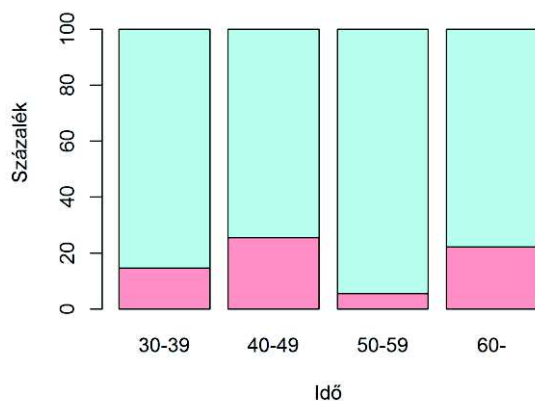
18. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a kábítás végétől a szűrésig eltelt idő függvényében elfogadható szinten a szűrés előtt

A szűrés megelőző vizsgálatoknál megfelelő szinten még nem, de elfogadható szinten a szűrésig eltelt idő emelkedésével szignifikánsan csökkent a kábítás fenntartásának hatékonysága (korreláció-teszt, $P=0,0258$), amelyet a logisztikus regresszió is alátámasztott.

Fontos kérdés, hogy a hatékony kábítások esetén a tudat és a fájdalomérzet visszanyerése milyen időintervallumon belül következik be. Ezért megnéztük, hogy a hatékony kábítások után a szűrásig eltelt idő változásával együtt változik-e a szűrás előtt a narkózis megléte. Azt találtuk, hogy *megfelelő* szinten nem, de *elfogadható* szinten a függesztésig eltelt idő növelésével szignifikánsan csökken a narkózis hatékonysága (korreláció-teszt, $P=0,0265$). Megpróbáltunk időhatárt felállítani, amely fölött a narkózis hatékonyságának romlása várható. A számolt határérték a statisztikai modell szerint negatív tartományba esett, míg a legalacsonyabb valós érték 32 másodperc volt. Így csak annyit állíthatunk, hogy a szűrás bekövetkezésének optimális időpontja, amikor a narkózis még fennáll, valahol 32 másodperc alatt van.

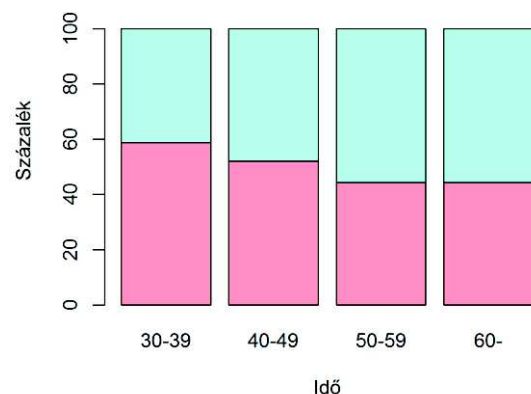
Megvizsgáltuk azt is, hogy a kábítástól a szűrásig eltelt idő más mutatókkal (áramerősség, illetve elektromos munka) együtt fejt-e ki hatást a narkózis fenntartására. Az találtuk, hogy *elfogadható* szinten a szűrásig eltelt idő hatása az áramerősséggel együtt szignifikáns (khi-négyzet=4,58, Df=1, $P=0,0323$). Nagyobb áram jobb kábítást, több idő gyengébbet okoz

A **szűrás után** *megfelelő* szinten 33 hatékony és 126 nem hatékony eset volt, *elfogadható* szinten pedig 83 hatékony és 76 nem hatékony eset. A százalékos eloszlásokat a **19-20. ábrák** mutatják.



hatékony nem hatékony

19. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a kábítás végétől a szűrásig eltelt idő függvényében *megfelelő* szinten a szűrás után



hatékony nem hatékony

20. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya a kábítás végétől a szűrásig eltelt idő függvényében *elfogadható* szinten a szűrás után

A kábítástól a szűrásig eltelt időnek a narkózis fenntartására a szűrás utáni időszakig már önmagában nincs szignifikáns hatása.

Megvizsgáltuk azt is, hogy a kábítástól a szűrésig eltelt idő más mutatókkal (áramerősség, illetve elektromos munka) együtt fejt-e ki hatást a narkózis fenntartására. Azt találtuk, hogy sem az áramerősséggel együtt, sem az elektromos munkával együtt nincs szignifikáns hatása.

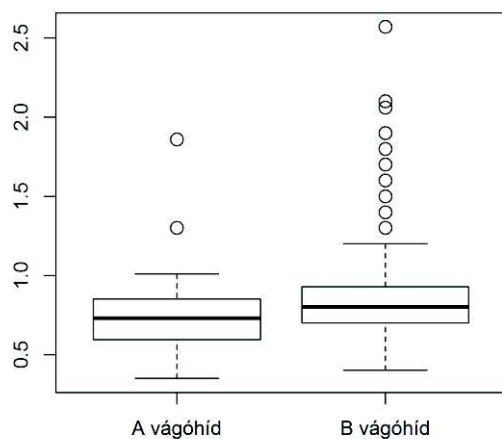
4.3.2.3. A kábítás kezdetétől a szűrésig eltelt idő

Az **A** vágóhídon megvizsgáltuk a kábítás kezdetétől a szűrésig eltelt **teljes idő** hatását is. Az esetszámok értelemszerűen megegyeznek az előző pontban leírtakkal.

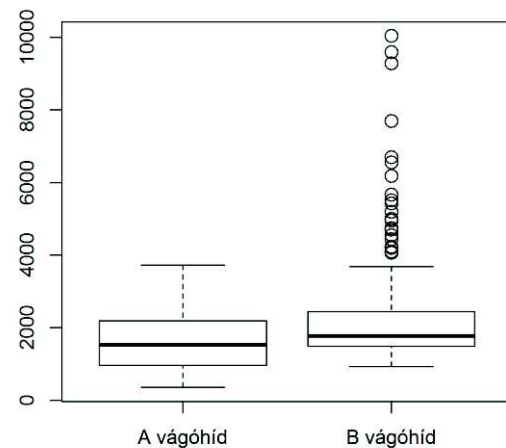
A **szűrés előtt** megfelelő szinten nem volt kimutatható összefüggés a kábítás fennállásával. Nem volt a teljes időnek sem az áramerősséggel, sem az elektromos munkával együttesen hatása a kábítás fenntartására. *Elfogadható* szinten a teljes idő és a kábítás hatékonysága között nincs kimutatható összefüggés, bár csökkenő tendencia látható, az áramerősséggel együtt már itt is szignifikáns a hatás (khi-négyzet=4,62, Df=1, P=0,0316). Interakció is van a két mutató között, ami szerint minél alacsonyabb az áramerősség, annál hamarabb múlik el a kábítás hatása (P=0,0141). A **szűrés után** vizsgálva nem volt a teljes időnek sem önállóan, sem más mutatókkal együtt vizsgálva sem szignifikáns hatása a narkózis fenntartására.

4.3.3. Áramerősségre és az elektromos munkára vonatkozó eredmények

Az áramerősségre és az elektromos munkára vonatkozó eredményeket együtt mutatjuk be, mert az áramerősséget mértük, míg az elektromos munkát az áramerősség felhasználásával számoltuk.



21. ábra. Az áramerősség adatok eloszlása



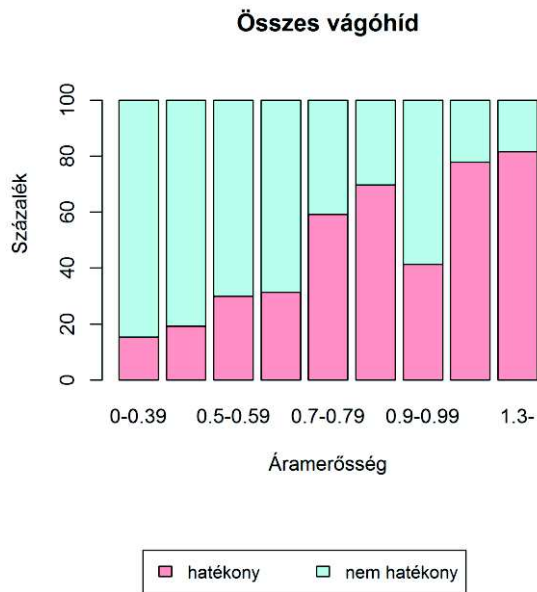
22. ábra. A munka adatok eloszlása

0,35 és 2,57 Amper közötti áramerősség értékeket mértünk. A felvett áramerősség adatok a **21. ábra** szerinti eloszlást mutatták a két helyszínen. Az elektromos munka tekintetében 358

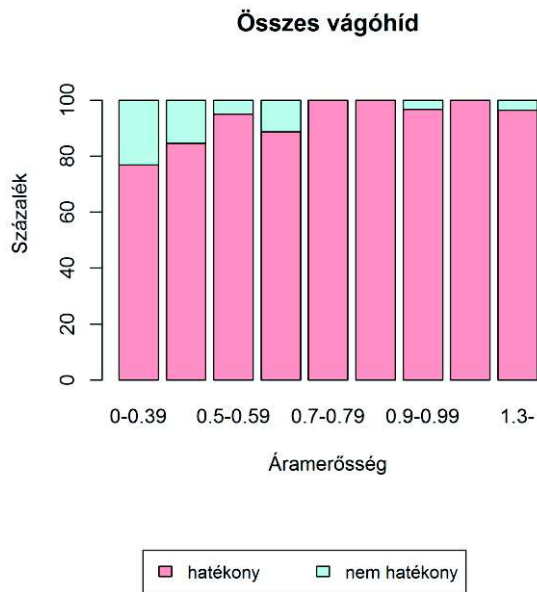
és 10 036 Wattsecundum (vagyis Joule) közötti értékeket számoltunk. A munka adatok a **22. ábra** szerinti eloszlást mutatták a két helyszínen.

4.3.3.1. Kábítást követő adatok

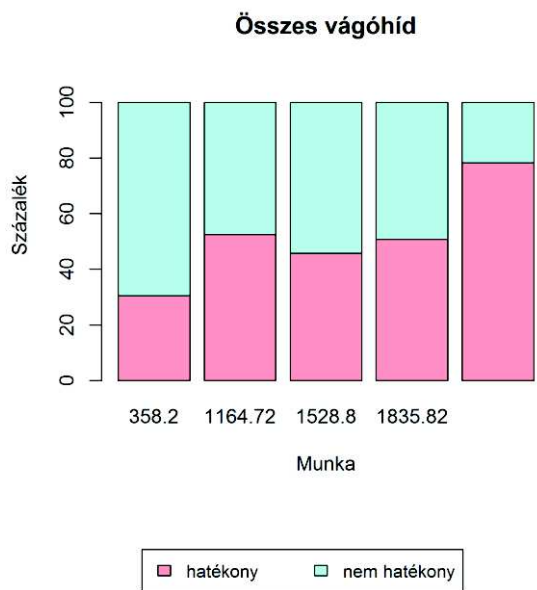
A kábítást követően *megfelelő* szinten összesen 153 hatékony és 143 nem hatékony, *elfogadható* szinten 282 hatékony és 14 nem hatékony eset volt. A hatékony és nem hatékony kábítások százalékos eloszlásait a **23-26. ábrák** szemléltetik.



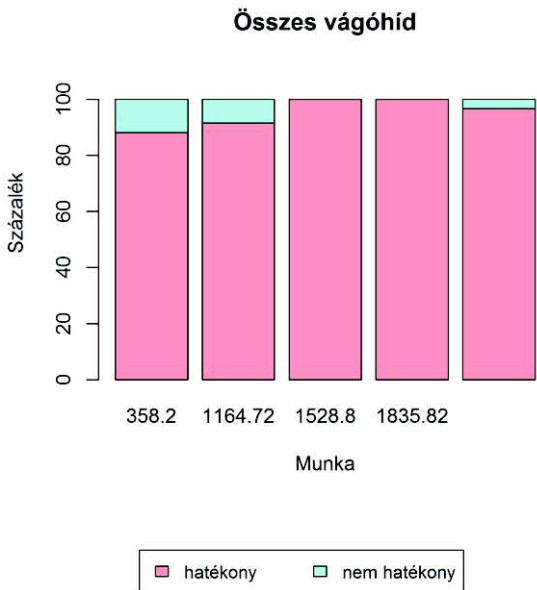
23. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az áramerősség függvényében *megfelelő* szinten a kábítás után



24. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az áramerősség függvényében *elfogadható* szinten a kábítás után

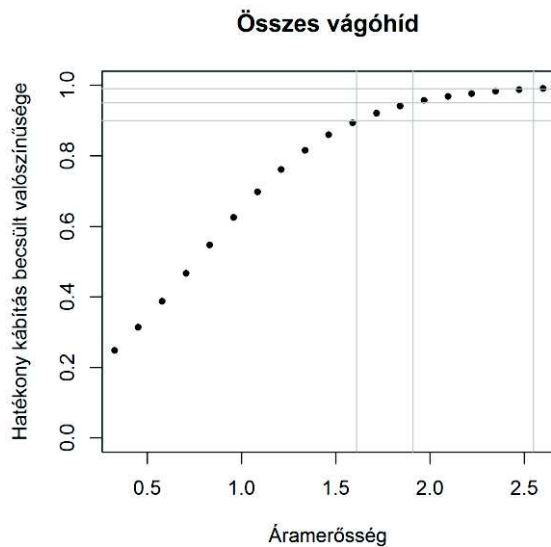


25. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az elektromos munka függvényében *megfelelő* szinten a kábítás után

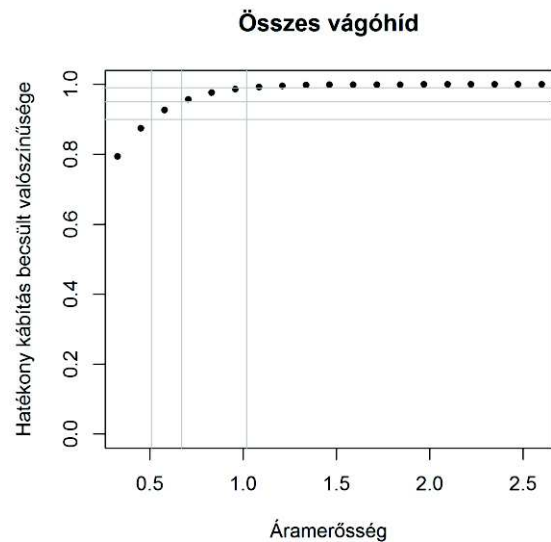


26. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az elektromos munka függvényében *elfogadható* szinten a kábítás után

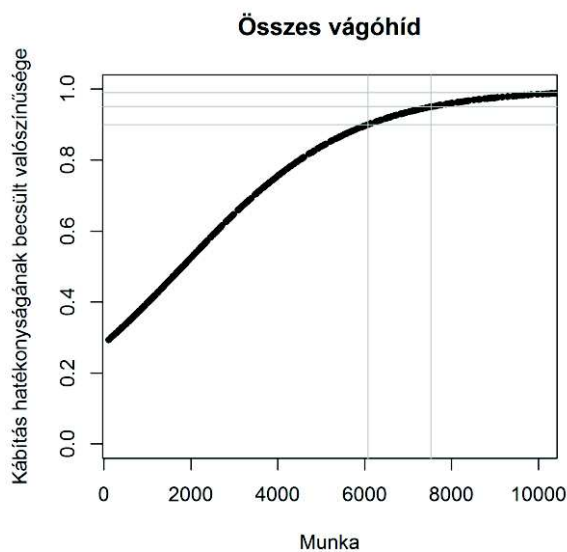
A vágóhidak egyenkénti vizsgálata és az együttes vizsgálat alapján is az áramerősség növelésével a kábítás hatékonysága növekedett. Az áramerősség hatása a kábítás hatékonyságára a kábítást követően mind *megfelelő* mind *elfogadható* szinten is szignifikáns volt (korreláció-teszt, $P=0,0000$, ill. $P=0,0005$). Az elektromos munka és a kábítás hatékonysága ugyanezt az összefüggést mutatta, nagyobb munka szignifikánsan jobb hatékonyságot eredményezett mind *megfelelő*, mind *elfogadható* szinten (korreláció-teszt, $P=0,0000$, ill. $P=0,0035$).



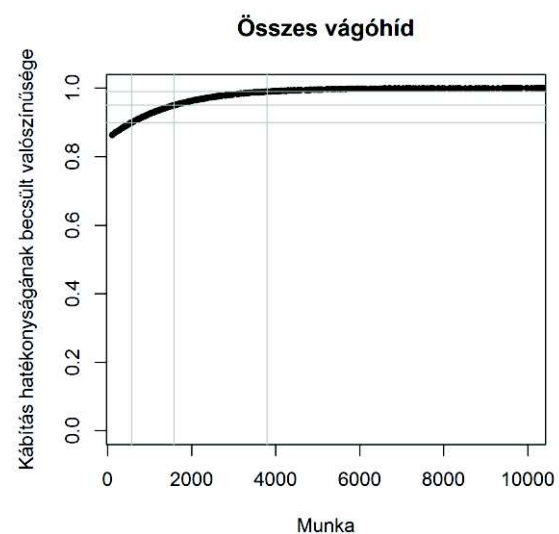
27. ábra. A hatékony kábításhoz szükséges minimális áramerősség különböző megbízhatóságnál *megfelelő* szinten



28. ábra. A hatékony kábításhoz szükséges minimális áramerősség különböző megbízhatóságnál *elfogadható* szinten



29. ábra. A hatékony kábításhoz szükséges minimális elektromos munka különböző megbízhatóságnál *megfelelő* szinten



30. ábra. A hatékony kábításhoz szükséges minimális elektromos munka különböző megbízhatóságnál *elfogadható* szinten

A logisztikus regresszió azt mutatta, hogy nincs interakció az áramerősség és a vágóhíd között, illetve az elektromos munka és a vágóhíd között sem, valamint a helyszínek nem volt hatása sem a kábítás hatékonyságára. Következésképpen egységesen, különböző megbízhatósági szinten és különböző teljesülési szinten a hatékony kábításhoz szükséges minimális áramerősség, illetve minimális elektromos munka a **27-30. ábrák** és a **10-11. táblázatok** szerint állapítható meg.

Megbízhatósági szint	90%	95%	99%
Szükséges minimális áramerősség (Amper) <i>megfelelő</i> teljesülési szint	1,61	1,91	2,55
Szükséges minimális áramerősség (Amper) <i>elfogadható</i> teljesülési szint	0,51	0,67	1,02

10. táblázat. A hatékony kábításhoz szükséges áramerősség megbízhatósági és teljesülési szintenként

Megbízhatósági szint	90%	95%	99%
Szükséges minimális munka (Joule) <i>megfelelő</i> teljesülési szint	6074,09	7525,13	10730,64
Szükséges minimális munka (Joule) <i>elfogadható</i> teljesülési szint	574,51	1578,49	3796,4

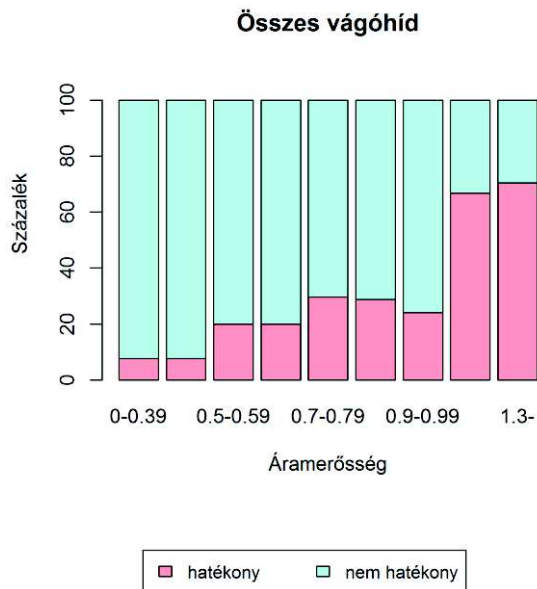
11. táblázat. A hatékony kábításhoz szükséges elektromos munka megbízhatósági és teljesülési szintenként

4.3.3.2. A szűrást megelőző adatok

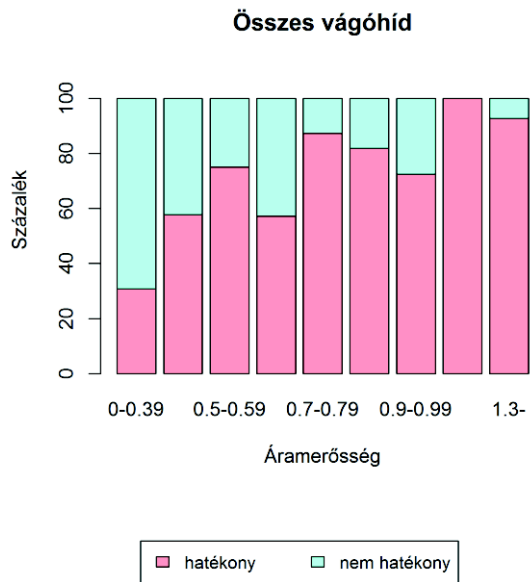
A szűrást megelőző mérések során, *megfelelő* szinten összesen 86 esetben volt megfelelő a narkózis és 210 esetben nem, míg *elfogadható* szinten 225 hatékony és 71 nem hatékony esetet rögzítettünk. A százalékos megoszlásokat a **31-34. ábrák** mutatják.

Együtt vizsgálva a két helyszínen felvett adatokat azt látjuk, hogy az áramerősség növelésével a kábítás fenntartásának hatékonysága szignifikánsan növekszik *megfelelő* és *elfogadható* szinten is (korreláció-teszt, $P=0,0000$, ill. $P=0,0000$). Azonban a vágóhidankénti adatelemzés

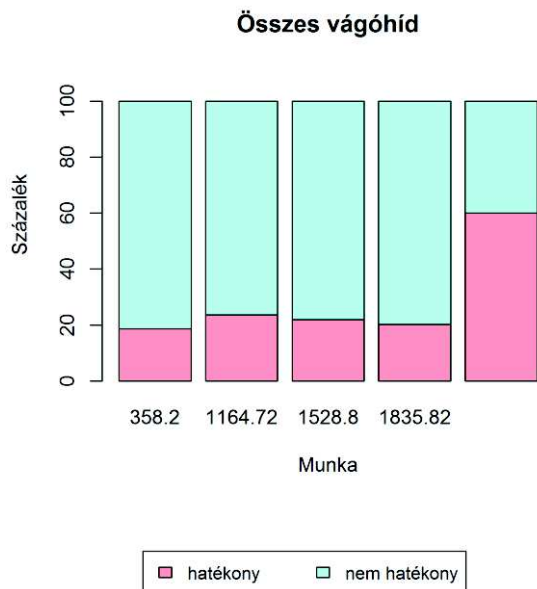
azt mutatta, hogy bár az áramerősség növelése alapján a hatékonyság javuló tendenciát mutatott, de nem volt minden szinten igazolható szignifikáns kapcsolat. Az elektromos munkának a kábítás fenntartására gyakorolt hatása hasonló eredményt mutatott, munka növekedésével a kábítás hatékonysága szignifikánsan növekedett *megfelelő* és *elfogadható* szinten is (korreláció-teszt, $P=0,0000$, ill. $P=0,0000$). A vágóhidankénti adatelemzés szerint az



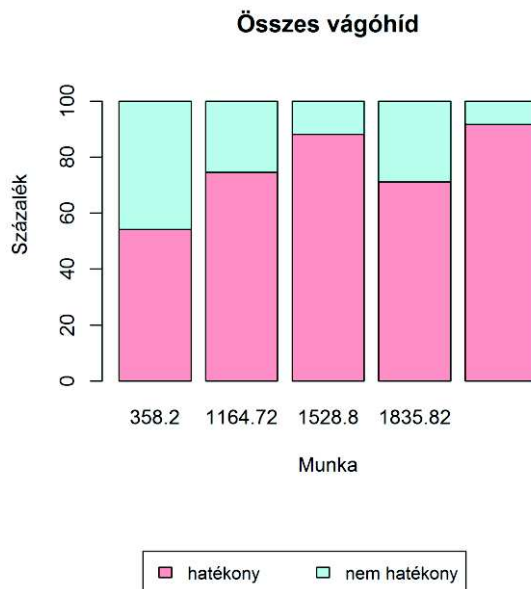
31. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az áramerősség függvényében *megfelelő* szinten a szűrés előtt



32. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az áramerősség függvényében *elfogadható* szinten a szűrés előtt



33. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az elektromos munka függvényében *megfelelő* szinten a szűrés előtt



34. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az elektromos munka függvényében *elfogadható* szinten a szűrés előtt

elektromos munka növelése alapján a hatékonyság javuló tendenciát mutatott, de nem volt minden szinten igazolható szignifikáns kapcsolat.

A logisztikus regresszió eredménye szerint *megfelelő* szinten az áramerősség és a hatékonyság, valamint a munka és a hatékonyság kapcsolatánál is van eltérés a két helyszín között, mely nem éri el a szignifikáns szintet, de blokkhatásként figyelembe vettük. *Elfogadható* szinten pedig a helyszín már szignifikáns hatással van mind az áramerősség és a hatékonyság (khi-négyzet=9,54, Df=1, P=0,0020), mind a munka és a hatékonyság kapcsolatára (khi-négyzet=10,86, Df=1, P=0,0010). Következésképpen a hatékony kábítás szúrásig történő fenntartásához szükséges minimális áramerősség, illetve elektromos munka a **12-13. táblázatok** szerint, telephelyenként állapítható meg.

Megbízhatósági szint	90%	95%	99%
Szükséges minimális áramerősség (Amper) <i>megfelelő</i> teljesülési szint A vágóhíd	1,86	2,12	2,71
Szükséges minimális áramerősség (Amper) <i>megfelelő</i> teljesülési szint B vágóhíd	2,02	2,29	2,88
Szükséges minimális áramerősség (Amper) <i>elfogadható</i> teljesülési szint A vágóhíd	1,49	1,87	2,7
Szükséges minimális áramerősség (Amper) <i>elfogadható</i> teljesülési szint B vágóhíd	0,91	1,29	2,13

12. táblázat. A narkózis szúrásig való fenntartásához szükséges áramerősség megbízhatósági és teljesülési szintenként

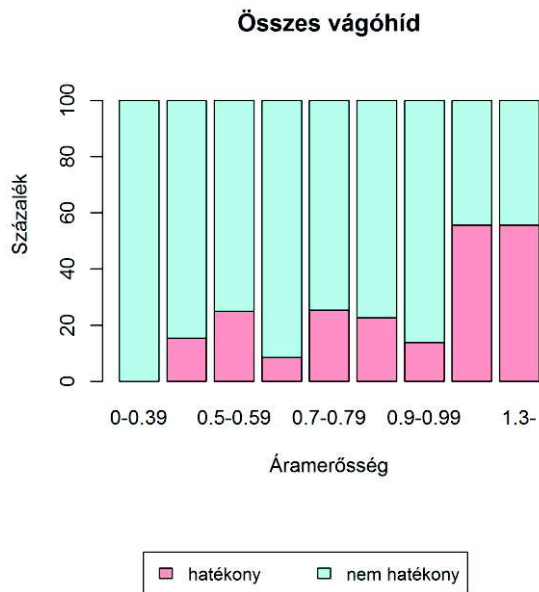
Megbízhatósági szint	90%	95%	99%
Szükséges minimális munka (Joule) <i>megfelelő</i> teljesülési szint A vágóhíd	7379,62	8721,25	11685,05
Szükséges minimális munka (Joule) <i>megfelelő</i> teljesülési szint B vágóhíd	8003,47	9345,1	12308,9
Szükséges minimális munka (Joule) <i>elfogadható</i> teljesülési szint A vágóhíd	4440,2	5812,14	8842,92
Szükséges minimális munka (Joule) <i>elfogadható</i> teljesülési szint B vágóhíd	2395,08	3767,02	6797,8

13. táblázat. A narkózis szűrásig való fenntartásához szükséges elektromos munka megbízhatósági és teljesülési szintenként

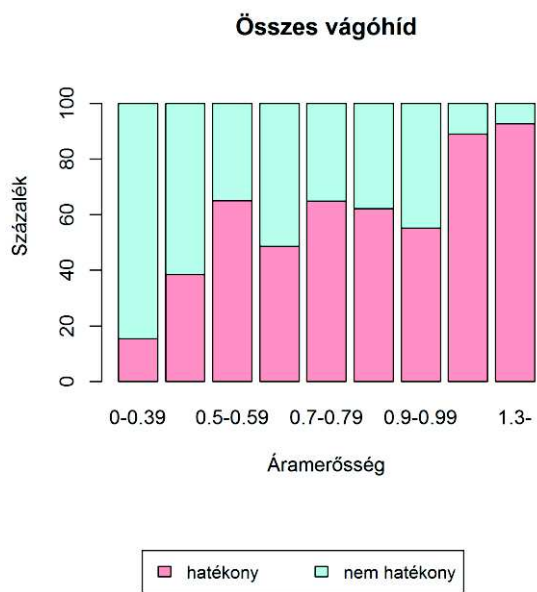
Az **A** vágóhídon, mivel a szűrásig eltelt idő változott, megvizsgáltuk azt is, hogy az áramerősség, illetve az elektromos munka a kábítási idővel vagy a szűrásig eltelt idővel vagy a teljes idővel együttesen gyakorol-e pozitív hatást a kábítás fenntartására, de ezeket az összefüggéseket nem sikerült igazolni.

4.3.3.3. A szűrást követő adatok

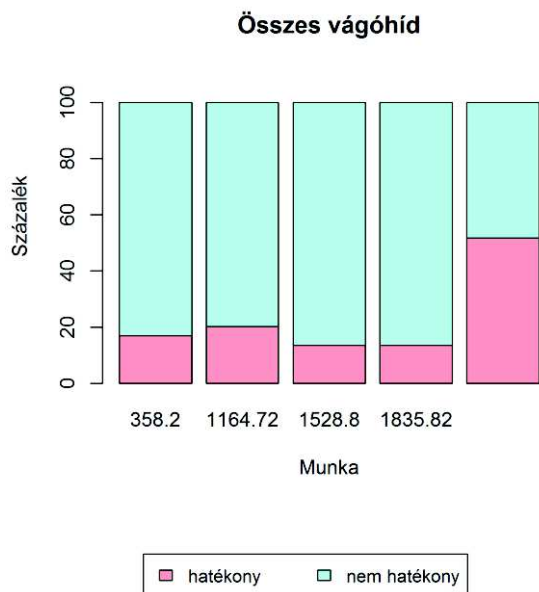
A szűrást követően *megfelelő* szinten összesen már csak 69 esetben volt megfelelő a narkózis és 227 esetben nem, míg *elfogadható* szinten 178 hatékony és 118 nem hatékony esetet rögzítettünk. Az arányokat a **35-38. ábrák** mutatják.



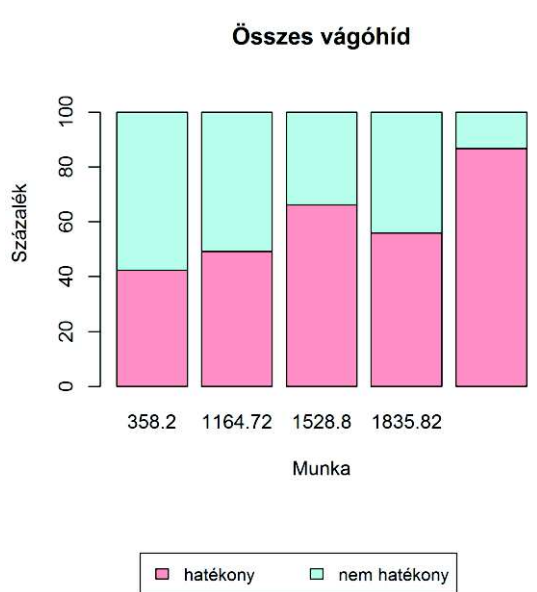
35. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az áramerősség függvényében *megfelelő* szinten a szűrés után



36. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az áramerősség függvényében *elfogadható* szinten a szűrés után



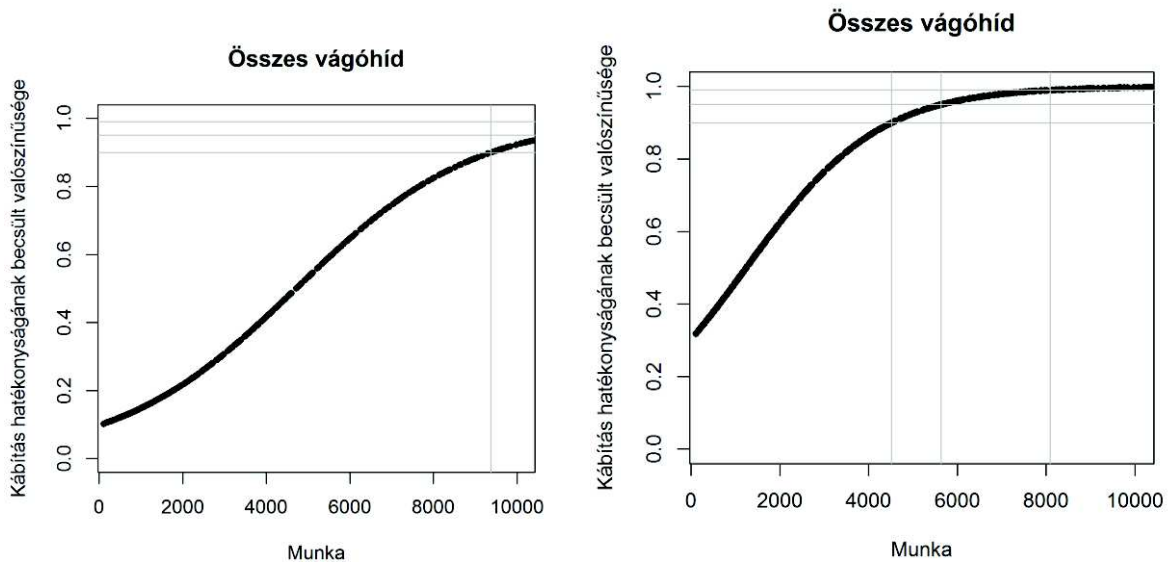
37. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az elektromos munka függvényében *megfelelő* szinten a szűrés után



38. ábra. Hatékony és nem hatékony esetek aránya az elektromos munka függvényében *elfogadható* szinten a szűrés után

Leíró statisztikai elemzés alapján az összes adatot együtt vizsgálva az áramerősség növelésével a kábítás hatékonysága a szűrést követően szignifikánsan növekedett megfelelő és elfogadható szinten is (korreláció-teszt, $P=0,0003$, ill. $P=0,0000$). Az adatokat vágóhidanként nézve az áramerősségnek mindkét szinten van hatása, de az egyik helyszínen megfelelő szinten nem volt igazolható szignifikáns kapcsolat, míg a többi esetben igen. Az

elektromos munka és a kábítás hatékonysága hasonló összefüggést mutatott, a munka növekedésével a kábítás hatékonysága szignifikánsan növekedett *megfelelő* és *elfogadható* szinten is (korreláció-teszt, $P=0,0002$, ill. $P=0,0000$). Vágóhidanként nézve a munkának mindkét szinten van hatása, de az egyik helyszínen *megfelelő* szinten nem volt igazolható szignifikáns kapcsolat, míg a többi esetben igen.



39. ábra. A hatékony kábításhoz szükséges minimális elektromos munka különböző megbízhatóságnál *megfelelő* szinten

40. ábra. A hatékony kábításhoz szükséges minimális elektromos munka különböző megbízhatóságnál *elfogadható* szinten

Megbízhatósági szint	90%	95%	99%
Szükséges minimális munka (Joule) <i>megfelelő</i> teljesülési szint	9374,55	10961,06	14465,84
Szükséges minimális munka (Joule) <i>elfogadható</i> teljesülési szint	4515,59	5629,23	8089,38

14. táblázat. A narkózis szűrés után való fenntartásához szükséges elektromos munka megbízhatósági és teljesülési szintenként

A logisztikus regresszió azt mutatta, hogy az áramerősség részben a vágóhíddal (khi-négyzet=23,92, Df=1, $P=0,0000$), részben a kábítási idővel (khi-négyzet=25,96, Df=1, $P=0,0000$) interakciót mutat, így önmagában a hatékony kábítás szűrését követő

fenntartásához szükséges minimális áramerősség megállapítása nem volt lehetséges. Az elektromos munka esetén ilyen interakciók nem álltak fenn, ezért a szúrást követően a hatékony kábítás fenntartásához szükséges minimális elektromos munka a **39-40. ábrák** és a **14. táblázat** szerint állapítható meg.

Az **A** vágóhídon, mivel a szúrásig eltelt idő változott, megvizsgáltuk azt is, hogy az áramerősség, illetve az elektromos munka a kábítási idővel vagy a szúrásig eltelt idővel vagy a teljes idővel együttesen gyakorol-e pozitív hatást a kábítás fenntartására a szúrást követően, de ezeket az összefüggéseket nem sikerült igazolni.

4.3.4. Megbeszélés

4.3.4.1. A kábítás hatékonysága

Egyértelműen megállapítható, hogy a kábítás hatékonyságát elsősorban az áramerősség mértéke határozza meg. A kábítási idő és a kábítás hatékonysága között nem volt összefüggés a vizsgálati spektrumban (3 és 35 másodperc között). Ennél rövidebb kábítási időt nem alkalmaztunk, így a korábban javasolt minimális 3 másodperc kábítási idő (Anil, 1991) a gyakorlati visszaigazolás alapján is alkalmas narkózis elérésére. Az a feltevés, ami a hentesek körében igen elterjedt, hogy a hosszabb kábítási idő hatékonyabb kábítást eredményez, nem volt igazolható.

Az elektromos munka növelése szintén szignifikáns hatással van a kábítás hatékonyságára, de mivel az idő hatását nem sikerült igazolni, ez egyértelműen az áramerősség hatásának tudható be.

Fontos kérdés a hatékony kábítás eléréséhez szükséges minimális áramerősség. A sertések kétpontos elektromos kábításának helyes kivitelezésekor a kábító villákat mindkét oldalon a szemek és a fültő közötti területre, vagy pedig diagonálisan: az egyik elektródát a szem környékére, a másikat az állkapocs környékére kell helyezni. A kábítás az ilyen megfelelő pozícionálással az esetek 99%-ában *elfogadhatónak* tekinthető, ha az áramerősség legalább 1,02 Amper. Ugyanez az érték az elektromos munka esetén 3796,4 Joule.

4.3.4.2. A narkózis fennállása a szúrásig

A narkózis fennállásának szúrás előtti vizsgálata szintén azt mutatta, hogy a narkózis fenntartásában is a kábításkor alkalmazott elektromos áram szerepe döntő jelentőségű. Itt azonban az is megállapítható volt, hogy a szükséges minimális áramerősséget helyszínenként lehet csak meghatározni. Az is látszik, hogy a narkózis megfelelő fenntartását a szúrásig eltelt idő is befolyásolja. Ezt egyrészt abból láttuk, hogy ennek az időszaknak a növekedésével szignifikánsan csökkent a narkózis fenntartásának gyakorisága. Másrészt pedig a szúrásig

eltelt idő, illetve a teljes idő, az áramerősséggel együtt, szignifikáns hatást mutatott: nagyobb áramerősség jobb narkózist, hosszabb szúrásig eltelt idő gyengébbet okozott.

A tudat visszanyerése a szúrásig eltelő idővel egyre nagyobb eséllyel következik be, a szúrás optimális időpontja a kábítás végétől mérve biztosan 32 másodperc alatt van.

Az elektromos munka az áramerősséghez hasonló hatást mutat a narkózis szúrásig való fenntartásában, amit elsősorban annak tudunk be, hogy a munka számításában az egyik tényező az áramerősség.

4.3.4.3. A narkózis fennállása a szúrást követően a halál beálltáig

A szúrást követően a narkózis fennállására a legnagyobb hatással szintén a kábítási áram van. Itt azonban az áramerősséggel együtt már nem csak a helyszín, hanem a kábítási idő is befolyással van a hatékonyságra, ezért a narkózis fenntartásához szükséges minimális áramerősség megállapítása nem lehetséges. Az elektromos munka alkalmazása kiküszöböli ezt a nehézséget. Megállapítható, hogy a kábítás az esetek 99%-ában elfogadhatóan fennáll a szúrás követően, ha a kábításkor az elektromos munka legalább 8089,38 J. Itt az elektromos munkában együttesen érvényesül a kábítási áram erősségének és a kábítási idő hosszának a hatása. Egy áramkörbe iktatott ellenálláson az elektromos munka hővé alakul. Jelen esetben ellenállásként a fej és annak szövetei, sejtjei értelmezhetők. A hőhatás a szövetekben, sejtekben koagulációs nekrozist és a fehérjék denaturációját okozhatja. Feltételezhető, hogy a kábításkor keletkező elektromos munka ilyen szövetkárosító hatás révén játszhat szerepet a narkózis fenntartásában akkor is, ha szúrás 32 másodpercen túl következik be.

Összefoglalva a gyakorlati körülmények között elvégzett méréseket, a kábítás kialakítására és fenntartására nézve az áramerősség hatása döntő jelentőségű. Ugyanakkor a behatási idő az elektromos munka részeként játszik szerepet. Az elektromos munka jelentősége pedig a narkózis hosszú távú fenntartásában van.

5. Új tudományos eredmények

1. Igazoltuk, hogy a kétpontos elektromos kábítás hatékonyságát elsősorban az áramerősség határozza meg.
2. Igazoltuk, hogy a kábítás alacsonyabb frekvencián hatékony, magasabb frekvencián nem.
3. Új minimum értéket állapítottunk meg az elfogadható kábítás létrejöttéhez szükséges áramerősségre (1,02 A), amennyiben a kétpontos elektromos kábítást a kábító villák megfelelő pozícionálásával hajtották végre.
4. Igazoltuk, hogy a hatékony kábítást követően a sertések 32 másodperc elteltével már biztosan elkezdik visszanyerni a tudatot és a fájdalomérzést.
5. Igazoltuk, hogy a kétpontos elektromos kábítás során keletkező narkózis fenntartásában az áramerősség mellett az elektromos munka is szerepet játszik, melynek javasolt minimum értéke 8089,38 J.

6. Irodalom

1099/2009/EK Tanácsi Rendelet az állatok leölése során való védelméről.

1998. évi XXVIII. törvény az állatok védelméről és kíméletéről.

32/1999. (III. 31.) FVM rendelet a mezőgazdasági haszonállatok tartásának állatvédelmi szabályairól.

3220/84/EGK Tanácsi Rendelet a hasított sertések közösségi osztályozási rendszerének meghatározásáról.

93/119/EC Tanácsi Irányelv az állatok vágás és leölés közbeni védelméről.

Alcock, J.: **Az állatok viselkedése: Egy evolúciós megközelítés.** 9th ed. Sinauer Associates Inc. Sunderland, 2009.

Anil, M. H. és McKinstry, J. L.: **The effectiveness of high frequency electrical stunning of pigs.** Meat Sci., 31. 481–491, 1992.

Anil, M. H. és McKinstry, J. L.: **Variations in electrical stunning tong placements and relative consequences in slaughter pigs.** Vet. J., 155. 85–90. 1998.

Anil, M. H.: **Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning.** Meat Sci., 30. 13–21, 1991.

Bartussek, H.: **A review of the animal index (ANI) for the assessment of animals' well-being in housing systems for Austrian proprietary products and legislation.** Livestock Production Science, 61. 179-192, 1999.

Berghaus, A. és Troeger, K.: **Electrical stunning of pigs: minimum current flow time required to induce epilepsy at various frequencies.** Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology, Barcelona, Spain, 2. 1070–1071, 1998.

Botreau, R., Veissier, I., Perny, P.: **Overall assessment of animal welfare: strategy adopted in Welfare Quality®.** Animal Welfare, 18. 363-370, 2009.

Bracke, M. B. M., Spruijt, B. M., Metz, J. H. M.: **Overall animal welfare reviewed. Part 3: Welfare assessment based on needs and supported by expert opinion.** Neth. J. Agric. Sci., 47. 307–322, 1999.

Brambell, R. et al.: **Report of the Technical Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems.** Her Majesty's Stationery Office, London, 1965.

- Broom, D. M. és Johnson, K.G.: **Stress and Animal Welfare**. Chapman and Hall, London, 1993.
- Broom, D. M.: **Animal welfare: concepts and measurement**. J. Anim. Sci., 69. 4167–4175, 1991.
- Broom, D. M.: **Animal welfare: future knowledge, attitudes and solutions**. Proceedings AAWS International Animal Welfare Conference, Queensland, Australia, 2008.
- Broom, D. M.: **Indicators of poor welfare**. Br. Vet. J., 142. 524–525, 1986.
- Broom, D. M.: **Welfare Assessment and Relevant Ethical Decisions: Key Concepts**. Annual Review of Biomedical Sciences, 10. 79-90, 2008.
- Burghardt, G. M.: **Animal Awareness – Current Perceptions and Historical Perspective**. American Psychologist, 40. 905–919, 1985.
- Csányi V.: **Etológia**. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
- Dawkins, M. S.: **A user's guide to animal welfare science**. Trends in Ecology and Evolution, 21. 77–82, 2006.
- Duncan, I. J. H.: **The changing concept of animal sentience**. Appl. Anim. Behav. Sci., 100. 11–19, 2006.
- Duncan, I. J. H.: **A concept of welfare based on feelings**. In: Benson G. J. - Rollin B. E. (Eds): The Well-Being of Farm Animals: Challenges and Solutions. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, 85–101, 2004.
- Duncan, I. J. H.: **Measuring preferences and the strength of preferences**. Poultry Sci., 71. 658-663, 1992.
- Duncan, I.J.H.: **Science-based assessment of animal welfare: farm animals**. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 24. (2). 483-492, 2005.
- Duncan, I.J.H.: **The changing concept of animal sentience**. Appl. Anim. Behav. Sci., 100. 11-19, 2006.
- EFSA (European Food Safety Authority): **Welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals**. EFSA Journal, 45. 1–29, 2004a.
- 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, 2004b.

EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare): **Scientific Opinion on monitoring procedures at slaughterhouses for pigs.** EFSA J., 11(12). 3523, 62 pp, 2013.

EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare): **Scientific Opinion on monitoring procedures at slaughterhouses for bovines.** EFSA J., 11(12), 3460, 65 pp 2013.

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., 10(6), 2767, 29 pp, 2012.

Endenburg, N.: **Changing roles of animals in society.** In: Hellebrekers L. J. (Eds): Animal Pain. Van der Wees, Utrecht, 2000.

Farm Animal Welfare Council (FAWC). **Five freedoms.** Press Statement, 1979.

Fraser, A. F., Broom, D. M.: **Farm animal behaviour and welfare.** CAB International, London, 1997.

Fraser, D. – Duncan I. J. H.: **'Pleasures', 'pains' and animal welfare: toward a natural history of affect.** Animal Welfare, 7. 383–396, 1998.

Fraser, D.: **A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns.** Animal Welfare, 6. 187–205, 1997.

Fraser, D.: **Emerging animal welfare standards and their implications for animal hygiene.** Proceedings XI. International Congress, ISAH, Mexico City, 2003.

Grandin T.: **Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants.** JAVMA, 212. 36-39, 1998.

Gregory, N. G.: **Profiles of currents during electrical stunning.** Aust. Vet. J., 79. 844–845, 2001.

Harrison, R.: **Animal machines: the new factory farming industry.** V. Stuart. London, 1964.

Hellebrekers L. J.: **Pain in animals.** In: Hellebrekers L. J. (Eds): Animal Pain, Van der Wees, Utrecht, 2000.

Hoenderken, R.: **Electrical stunning of slaughter pigs**. Doctoral Dissertation, University of Utrecht, The Netherlands, 1978.

Horn A.: **Állattenyésztési Enciklopédia**. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1959.

Horn A., Sótonyi P., Repa I.: **Cross-sectional CT and MR anatomy atlas of the domestic pig**. Lang, Kaposvár, 2005.

Johnsen P. F., Johannesson T., Sandoe P.: **Assessment of farm animal welfare at herd level: many goals, many methods**. *Agriculturae Scandinavica, Sect. A, Suppl.*, 30. 26-33, 2001.

Mellor, D. J.: **Quality of life: A valuable concept or an unnecessary embellishment when considering animal welfare?** Proceedings AAWS International Animal Welfare Conference, Queensland, Australia, 2008.

Millman, S. T.: **Animal Welfare – Scientific Approaches to the Issues**. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 12. 88–96, 2009.

Papp L.: **Állatorvosi belgyógyászati diagnosztika I-II. rész**. Budapest, 1993.

Raj, AB.M., and O' Callaghan, M.: **Effects of amount and frequency of head-only stunning currents on the electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in broilers**. *Animal Welfare*, 13 (2), 159-170, 2004.

Rafai P.: **Állathigiénia**. Agroinform, Budapest, 2003.

Singer, P.: **Animal Liberation: A New Ethics for our Treatment of Animals**. New York Review/Random House, New York, 1975.

Tóth J.: **Állatorvosi anaesthesiologia**. Mezőgazda, Budapest, 1993.

Veissier, I. – Forkman, B.: **The Nature of Animal Welfare Science**. *Annual Review of Biomedical Sciences*, 10. 15–26, 2008.

Webster J.: **The assessment and implementation of animal welfare: theory into practice**. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 24 (2). 723-734, 2005.

Whay et al.: **Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records**. *Vet Rec.*, 153(7). 197-202, 2003.

Wotton, S. B. and 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.*, 60. 203–208, 2002.

7. A doktori kutatás eredményeinek közlései

- a) Lektorált, impakt faktorraal bíró tudományos folyóiratban megjelent/elfogadott publikációk

Vegh, A., Abonyi-Toth, Zs., Rafai, P.: Verification of the technical parameters of head-only electrical stunning of pigs under commercial conditions. Acta Vet. Hung., 58. 147-56, 2010.

Vegh, A., Abonyi-Toth, Zs., Rafai, P.: Effect of current and duration on the efficiency of head-only electrical stunning in pigs under commercial conditions. Acta Vet. Hung., 2016. (közlésre benyújtva)

Végh Á.: Az állatok jólléte – tudományos értelmezések. Magyar Állatorvosok Lapja 134. 741–750, 2012.

Végh Á., Abonyi-Tóth Zs., Rafai P.: Gyakorlati vizsgálatok a kábító áram frekvenciájának sertések kétpontos elektromos kábítása során kifejtett hatásáról. Magyar Állatorvosok Lapja, 2016. (közlésre elfogadva)

Jurkovich V., Fóris B., **Végh Á.**: Az állatjóllét értékelésének lehetőségei tejtermelő tehenészetekben. Magyar Állatorvosok Lapja 134. 442–448, 2012.

Jurkovich V., Fóris B., **Végh Á.**, Kovács P., Könyves L., Brydl E.: Az állatjóllét értékelése hazai tejtermelő tehenészetekben. Magyar Állatorvosok Lapja 134. 605–613, 2012.

- b) Lektorált, impakt faktorraal nem bíró tudományos folyóiratban megjelent/elfogadott publikációk

Weber M., Jurkovich V., Fóris B., Szklenár A., Hadfi Zs., Fazekas N., **Végh Á.**: A welfare quality® módszertana – az állatjólléti mérések fejlesztése. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 9. 76-82, 2013.

- c) Könyvek, könyvfejezetek

Végh Á.: Állatjólléti felelősök képzése az állattartó telepeken – Az állatok védelméről és kíméletéről szóló 1998. évi XXVIII. törvény módosításáról szóló 2011. évi CLVIII. törvény (Magyar Közlöny 2011/140.), valamint a kapcsolódó rendeletek, különösen a mezőgazdasági haszonállatok tartásának állatvédelmi szabályairól szóló, többször módosított 32/1999. (III.31.) FVM rendelet alapján. NÉBIH, Budapest, 2012.

- d) Konferencia prezentációk

Végh Á.: Az állatjóllét fogalma és meghatározási lehetőségei a gazdasági haszonállatok vonatkozásában, III. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok, Gödöllő, 2011.

Végh Á.: Sertéstartás állatvédelmi kérdései, Köves-napok, Siófok, 2012.

8. Köszönetnyilvánítás

Munkám elkészítésében sok, őszinte, kedves ember nyújtott segítséget. Köszönetet mondok:

- Dr. Rafai Pál, tanár úrnak bölcs tanácsaiért és útmutatásaiért,
- dr. Ózsvári László, docens úrnak a folyamatos buzdításért,
- Abonyi-Tóth Zsoltnak azért az izgalmas szellemi alkotó munkáért, mely lehetővé tette a mérési eredmények szakszerű értelmezését,
- Turbucz Gábornak a kábító és a kábítást ellenőrző műszerek összeállításáért, a kapcsolódó műszaki rajzokért és a szakszerű leírásokért,
- a mérések helyszínéül szolgáló vágóhidak tulajdonosainak, hogy engedélyezték a mérések elvégzését,
- a vágóhidakon dolgozó henteseknek, akik a kábítást útmutatásaim szerint, kiváló szakértelemmel végezték el,
- dr. Reinitz László Zoltánnak az anatómiai ábráért,
- feleségemnek megértő türelméért.