

DOKTORI (Ph.D) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KAPOSVÁRI EGYETEM
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet

Programvezető:

Dr. Horn Péter
MTA rendes tagja

Témavezető:

Dr. Romvári Róbert
egyetemi docens

ELTÉRŐ SERTÉS GENOTÍPUSOK KERINGÉSI RENDSZERÉNEK NEM INVAZÍV VIZSGÁLATA

Készítette:

Petrási Zsolt

Kaposvár

2002

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A hústermelés növelésére irányuló szelekció során a sertés fajban megnőtt a vázizomzat térfogata és az emésztőszervek tömege ami a légzést és keringést egyre komolyabb feladat elé állítja. A sertést alapvetően kedvezőtlen adottságú szív és keringési rendszer jellemzi. A sertés kardiovaszkuláris rendszerének gyenge terhelhetősége alacsony relatív szív-tömegére, a szívizom kedvezőtlen vérellátására (magas szisztole-diasztole arány, illetve nagy szívizomrost átmérő) és a viszonylag kevés vérmennyiségre vezethető vissza. E kedvezőtlen biológiai sajátosságokat csak súlyosbítják, hogy a jelenleg alkalmazott élénk vérmérsékletű, ideges fajták és hibridek környezetükkel szemben igényesek, adaptációs képességük gyenge és a legkisebb környezeti ingerre is fokozott válaszreakciókat adnak. Ezek a tényezők együttesen a sertés faj keringési rendszerének változását okozták, amely a szív és érrendszeri megbetegedések, valamint a keringési okokra visszavezethető elhullások számának növekedésében is jelentkezett.

Saját vizsgálatainkban - a világon elsőként - két *in vivo* keresztmetszeti képalkotó eljárás együttes alkalmazására került sor, amelynek során a szív funkcionális jellemzőit MRI vizsgálattal, a vázizomzat térfogatot pedig CT képalkotással határoztuk meg.

A disszertáció keretében végzett vizsgálatok során az alábbi célokat tűztük ki:

- Altatási és vizsgálati metodika kidolgozása sertések EKG-vezérelt dinamikus MRI vizsgálatához, amely biztosítja az egyedek zavartalan, hosszantartó és kockázatmentes vizsgálatát bármely életkorban és tömegben.
- Húsertés és mangalica szívének funkcionális vizsgálata MR képalkotóval, a szívfunkciót jellemző alapadatok felvétele céljából.
- Húsertés és mangalica összehasonlítása a szív funkcionális paraméterei alapján azonos élőtömegekben (30, 60 és 90 kg) és 170 napos életkorban.
- A két vizsgált típus szöveti összetételének összehasonlító vizsgálata computer tomográffal, a zsír- és vázizommennyiség meghatározása, illetve ezen tulajdonságok és a keringés közötti kapcsolat leírása.
- Húsertés és mangalica szívének anatómiai összehasonlító vizsgálata.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

1998 elejétől 2001 tavaszáig 21 húsertést és 12 mangalica sertést vizsgáltunk meg, több ismétlésben MR és CT képalkotóval a Kaposvári Egyetem, Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében.

Az MRI és CT felvételezést megelőzően szívfrekvenciamérést végeztünk és EKG-görbét vettünk fel. Ezt követően került sor az állatok altatására, majd vizsgálatára.

MRI vizsgálati metodikánk kidolgozásához 15, 22-106 kg közötti élőtömegű hústípusú egyedeket használtunk fel. Részletes vizsgálatainkat 6 magyar nagyfehér húsertés (12.5 %) × belga lapály (12.5 %) × pietrain (25 %) × norvég lapály (50 %) (3 ártány, 3 emse) húsertésen, valamint 6 szőke mangalica ártányon végeztük. Vizsgálati időpontjaink meghatározásakor - húsertések esetében - a hizlalásba vétel átlagos idejének kezdetét (30 kg, átlagosan 90 napos életkor) vettük alapul. A vizsgálatokat 60 és 90 kg-os élőtömegben ismételtük meg. A mangalicákat hasonló élőtömegben, de - tekintettel a két genotípus eltérő növekedési- és fejlődési ütemére - eltérő életkorban vizsgáltuk. Az összehasonlítás érdekében 6 mangalica egyeden 170 napos életkorban is elvégeztük a vizsgálatokat.

Az MRI vizsgálatot SIEMENS MAGNETOM VISION PLUS 1.5 Tesla térerősségű MR berendezéssel, EKG-vezérelt szekvenciák segítségével végeztük. Ennek során a kétsíkú lokalizációs felvételeket követően a szív hossz tengelyére merőlegesen a szívcsúcstól a bázisig a szívüregeket lefedve készültek a dinamikus felvételek. A részletes vizsgálati protokoll az eredmények között kerül ismertetésre. A sertések CT vizsgálatát az Intézet SIEMENS SOMATOM PLUS 40 CT spirál berendezésével végeztük, közvetlenül az MRI vizsgálat után, altatott állatokon. A felvételezés során keresztmetszeti képek készültek a teljes testről (orrnyílásoktól a csánkizületig). A sertésszívek értékelését a Leideni Orvosi Egyetemen fejlesztett MASS 4.0 programra alapoztuk.

A kísérletben résztvevő sertések az utolsó vizsgálatot követően vágásra kerültek, melynek során a vágóértéket meghatároztuk. A szív morfológiai (anatómiai) vizsgálatunkban 20-20 hús-, illetve mangalica sertés szívét hasonlítottuk össze. A CT-vel kapott adatokból gyakorisági görbéket képeztünk, majd színhús százalékot, vázizomzat térfogatot, izom:zsír

arányt és izom átlag denzitást számítottunk. Az MRI vizsgálati eredmények esetében az ivar és a tömeg hatását többváltozós variancia analízissel elemeztük. A mért és számított MRI, valamint CT értékeket tömeg és életkor csoportok szerint rendeztük. Ezt követően csoportonként külön - külön vizsgáltuk a genotípus hatását, kétmintás t-próba használatával. Az anatómiai vizsgálatok értékelésére diszkriminancia analízist használtunk. A statisztikai számítások elvégzésére az SPSS 9.0-ás szoftvert használtuk.

3. EREDMÉNYEK

Altatási és MR vizsgálati metodika kidolgozása

Az általunk kidolgozott metodika szerint a premedikációhoz kombinált narkózist használtunk, amely ketamin-xylazin keverékéből állt. Ezt követően 2.5-3.0 Tf %-os isoflurán gázos maszkos inhalációt alkalmaztunk a relaxáció eléréséig. A mélyalvási állapot elérése után az állatokat intubáltuk (2. számú humán komplett respirációs rendszer), majd altatógépre (Penlon párologtató, Ohmeda O₂-N₂O áramlásmérő-szabályozó) kapcsoltuk. Az MRI vizsgálatához szükséges tartós narkózist 1.5-2.0 Tf %-os isoflurán gáz és oxigén vivógáz keverékével értük el (0.14 (malac) - 0.28 (felőtt) ml/perc). Az ébresztés előtt az egyedek 1 %-os Acepromazin stresszoldó, nyugtató injekciót kaptak izomba. A húsertések ébresztése egyedi ketrecekben történt, míg a mangalicák társaik között tértek magukhoz.

Az EKG-jel elvezetése erősítővel kiegészített un. aktív elektróddal történt, melynek érzékelői szabályos háromszöget alkottak. A jel elvezető gyűjtőkábellel szemben található elektródát a sternum-test középvonalától 10 cm-re az 5. és 6. bordaközben baloldalt, a másik kettőt a bal könyöknek irányítva a 3. és 6. bordaközben rögzítettük. Az aktív elektróda használatával a magasabb testsúlyú, zsíros egyedek esetében is megfelelően tiszta EKG-jel volt nyerhető. Az MRI vizsgálatok alatt az állatokat antimagnetikus tartóeszközben, hason fekvő helyzetben vizsgáltuk. A lokalizációs felvételek és az *angulatio* után a szív rövidtengelyének síkjában többszeletes - többsíkú felvételeket készítettünk a szívcsúcstól a bázisig, a szívüregeket lefedve, prospektív adatgyűjtés mellett (8-10 perc). A szívfrekvenciától és a szív nagyságától függően 8-10 síkban, egyenként 8-14 fázis készült szívciklusonként. Az alkalmazott fázisok számát a mindenkori szívfrekvencia és az opcionálisan választható repetíciós idő határozta meg.

Eltérő genotípusú sertések szívének EKG-vezérelt MRI és szöveti összetételének CT vizsgálata

A dinamikus MRI vizsgálatok eredményei szerint a kezdő időpontjában (30 kg) a mangalicák bal kamrai verőtérfogat értéke 30 %-al magasabb értéket (38.1 ml) mutatott azonos bal kamrai izomtömeg mellett (85, illetve 84 g), a hússertéshez képest (29.1 ml). A mért szívfrekvencia (63 %) és a számított perctérfogat (82 %) jelentősen alacsonyabb volt az intenzív hússertések vonatkozó adataihoz viszonyítva. Az ejekciós frakciók mindkét genotípusnál 55 % körül alakultak. Ebben a testtömegben hússertéseknél 62.9 %, mangalicánál 35.5 %-os színhúsarányt, valamint 3.2, illetve 1-es izom:zsír arányt mértünk.

Az élőtömeg növekedésével 60 kg-ban a bal kamrai verőtérfogat és izomtömeg esetében a korábbi tendencia érvényesült. A bal kamrai verőtérfogat mangalicánál 54.0, hússertésnél 42.1 ml-re nőtt. A hússertésnél mért bal kamrai izomtömeg (127 g) kevéssel meghaladta a mangalica 120 g-os értékét. A 30 kg-ban mért ejekciós frakciók 60 kg-ban sem változtak. A pulzusszám mindkét genotípusnál az első vizsgálati időponthoz viszonyítva csökkent, mindeközben a mangalicáknál továbbra is kisebb értéket (72/perc) mértünk, mint hústípusban (106/perc). A számított perctérfogat a korábbi érték 1.2-1.3-szorosára (3.9, illetve 4.4 l/perc) emelkedett. A CT vizsgálatok alapján meghatározott vázizombeépülés a hússertéseknél, a zsírszövet növekedése pedig a mangalicáknál volt kifejezettebb. Előbbinél 58.6 % színhúsarányt, illetve 3.0-ás izom:zsír arányt mértünk, zsírtípusnál a vonatkozó értékek 30.9 % és 0.6 voltak.

A 90 kg-os élőtömegben a mangalicánál nem tapasztaltunk további izombeépülést, ugyanakkor a zsírszövet határozott térfogatossá növekedését figyeltük meg az előző vizsgálati időponthoz viszonyítva. Színhúsarányuk ekkor 28.5 %-ra, izom:zsír arányuk 0.5-re csökkent. A verőtérfogat (55.8 ml) és a perctérfogat (3.8 l/perc) nem változott, a szívfrekvencia enyhén csökkent (68/perc), míg a bal kamrai izomtömeg csekély mértékben nőtt (140.5 g). Hússertésnél a 60 kg-os testtömegekhez tartozó adatokhoz viszonyítva további intenzív növekedést láttunk. A vázizomzat beépülésével párhuzamosan a verőtérfogat 63.5 ml-re, a perctérfogat 5.8 l/percre, a kamrai izomtömeg közel 180 g-ra nőtt. A szívfrekvencia (91/perc), a színhúsarány (54.3 %) és izom:zsír arány pedig 1.9-re csökkent.

Azonos testtömegben vizsgálva a két ivar egyedeit megállapíthatjuk, hogy 30 kg-os élőtömegben az ártányokra magasabb bal kamrai izomtömeg, verő- és perctérfogat érték volt jellemző. A 90 kg-os állatoknál a bal kamrai verőtérfogat és izomtömeg érték különbség mérséklődött, a perctérfogatnál tapasztalt 15 %-os eltérés, azonban megmaradt. Az ejakciós frakció és a szívfrekvencia tekintetében mért különbség nem volt szignifikáns. A kapott eredmények igazolták, hogy a kedvezőbb hízékonysági tulajdonságokkal rendelkező ártányok a gyorsabb növekedési erély miatt nagyobb mértékben építenek be izomszövetet, amely a mért szívfunkciókban is jelentkezik.

Az igen eltérő növekedésű két genotípust azonos 170 napos életkorban is összehasonlítottuk. Ekkor a bal kamrai verőtérfogat hússertéseknél 55.8, mangalicáknál 29 ml, a perctérfogat 5.8, illetve 4.2 l/perc körül alakult. A bal kamrai izomtömeg esetében 2.6-szoros többlet mérhető a hússertések javára. A CT-vel számított színhús értékek 54.3 és 46.2 %, izom:zsír aránya 1.9 és 1.5, a relatív perctérfogat 6.0, illetve 1.8 dm³/l/perc értéket adott. Eredményeink alapján megállapítható, hogy azonos életkorban a két genotípus egyedeinek kamrai térfogat értékeit nem az életkor, hanem a testtömeg határozta meg.

Az MRI és a CT adatok együttes értékelése során megállapítottuk, hogy az életkor előrehaladtával nő a nyugalmi állapotban az 1 liter perctérfogatra jutó vázizommennyiség. A vonatkozó adatok mangalicáknál 2.8, 3.9 és 4.7, míg hússertéseknél 4.0, 5.6 és 6.0 dm³/l/perc. A szöveti összetételben kisebb vázizomtömeget tartalmazó mangalica sertés index értékei kedvezőbbek voltak mindhárom vizsgálati időpontban, bizonyítva a genotípus magasabb keringési tartalmát.

Eltérő genotípusú sertések vágóérték meghatározása

A vágóérték meghatározáskor mindkét genotípus egyedei azonos élőtömegben kerültek vágásra. Az átlag színhús- és fehéráruarányuk hússertéseknél 48.9 és 23.2 %, mangalicáknál 27.1 és 43.3 % volt. Az abszolút szívtömegeknél a mangalica sertésekben 30 %-al alacsonyabb értéket mértünk. A relatív szívtömeg és a vázizomzatra korrigált relatív szívtömeg értékek vizsgálatunkban 0.3 és 0.21 %, illetve 0.77 és 0.94 % körül alakultak a hússertések, illetve a mangalicák esetében. A teljes vázizomtömegekre vetített szívtömeg értékek a mangalicáknál magasabb értéket mutattak, igazolva a fajta kedvezőbb keringési tulajdonságait.

A további részletesebb összehasonlítás érdekében 90 kg-os testtömegben mértük a *m. longissimus dorsi* és a *m. semitendinosus* felszínét, illetve a hát- és far szalonnastagságokat. A karajnál és a combnál hússertések esetében 45 és 31 cm², mangalicáknál 23 és 24 cm² keresztmetszeti felületet mértünk. Mangalicánál a vese tájékon 53, a farnál 38, hússertésnél pedig 18 és 16 mm-es szalonnastagságokat kaptunk. Ugyanezen anatómiai síkokban készített felvételeken 30 és 90 kg-os testtömegben a fent említett két teljes izom átlag denzitás adatai igazolták, hogy a mangalica sertések nagyobb mennyiségű intramuszkuláris zsírt tartalmaznak, mint hússertések.

Eltérő genotípusú sertések szívének anatómiai vizsgálata

A sertés szívek anatómiai feltárása során 28 paramétert határoztunk meg. Diszkriminancia analízis segítségével az összes felvett anatómiai adatot együttesen felhasználva 100 %-os pontossággal különíthető el a két sertés genotípus szíve. Amennyiben csak a bal, illetve jobb kamrai paramétereket vonjuk a vizsgálatba, a becslés pontossága bal kamra esetén 90, míg jobb kamránál 95 %-os. Ha a szívhossz és körméret, valamint falvastagsági értékek kerülnek bevonásra, a becslés pontossága 87.5 %.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- A használt isoflurán gáz segítségével nagy testtömegű, hízott sertések esetében is nyugodt, egyenletes légzést, stabil, hosszantartó alvási állapotot és mellékhatásoktól mentes azonnali ébredést tudtunk elérni. A légsötibus alkalmazásával megszűntek az erőltetett légzőmozgások, az állatok nyugodttá váltak, miközben pulzusszámuk és légzési gyakoriságuk normális értéket mutatott. Megítélésünk szerint a későbbi sertés vizsgálatokhoz a volumen-vezérelt altatás alkalmazása előnyösebbnek tűnik. A hússertéseknél nagyobb körütekintést igényelt a mangalicák altatása, az előkészítésnél és az ébredésnél előnyösnek bizonyult legalább egy másik mangalica egyed közvetlen jelenléte.
- Az alkalmazott aktív elektróda jól megfelelt a fenti kritériumoknak, azonban a jelkábelek meghosszabbítása igen előnyös lenne, amennyiben lehetővé tenné a szív "elektromos tengelyét" metsző elvezetés biztosítását.

- Egy sertés dinamikus MRI szív vizsgálat (előkészítés, adatgyűjtés) időszükséglete 30-40 perc között változik, függően az egyed tömegétől, illetve ehhez kapcsolódóan a szív méretétől. Az MRI vizsgálat során kiindulási alapnak bizonyultak a humán gyakorlatban alkalmazott mérési szekvenciák, amelyeket a sertésszív helyeződéséhez és működési sajátosságaihoz igazítva módosítottunk. Rutin vizsgálatoknál nem szükséges a teljes szív ciklus lefedése, hanem elegendő a végdiasztolés és végszisztolés szakaszciklusról történő adatgyűjtés, ami rövidíti a mérési időt, a vizsgálati költségeket továbbá az altatási kockázatot is csökkenti. Az adatgyűjtéshez a 40 ms-os fázis értéket javasoljuk, ami az adatgyűjtés idejét ugyan növeli, de a képminőséget határozottan javítja.
- A két eltérő genotípus MRI vizsgálati eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy azonos életkorban, valamint élőtömegben is a vázizomzat aránya határozta meg a kamrai térfogatokat. Az ejekciós frakció értékek mindkét genotípusnál, mindhárom időpontban 48-68 % körül alakultak. A szívfrekvencia az irodalomban leírtak szerint a növekedéssel párhuzamosan mindkét genotípusnál csökkent úgy, hogy mangalicáknál végig alacsonyabb érték volt mérhető. Jelen vizsgálatunkat altatott állatokon végeztük, így csak következtetni tudtunk a két genotípus szívkapacitás tartalékai közötti eltérésekre. A későbbiekben a humán gyakorlatot követve terheléses vizsgálatokat kívánunk végezni. Ennek során *in vivo* mérhetnénk a funkcionális paramétereket terhelt állapotban.
- Hússertéseknél eltérő ivarú egyedeket vizsgáltunk. Azonos testtömegben összehasonlítva a két ivar egyedeit megállapíthatjuk, hogy a kedvezőbb hízékonysági tulajdonságokkal rendelkező ártányok a nagyobb növekedési erély miatt intenzívebb mértékben építik be a vázizomzatot, mely különbség a szívfunkciókban is mérhetővé vált.
- A szívteljesítmény megítélése a vázizomzat térfogat ismeretében sokkal megbízhatóbb, ezért az MRI és CT együttes alkalmazása egyedülálló lehetőséget ad eltérő genotípusok keringésének összehasonlítására. A vázizomzatra vonatkoztatott relatív perctérfogat érték a mangalica előnyét mutatja. További vizsgálatunk során a

teljes test CT felvételezése helyett, kiemelt anatómiai pont alapján kívánjuk becsülni a vázizomzat mennyiségét, csökkentve ezzel az altatási időt és a vizsgálati költségeket.

- Az MRI képek értékelése során jól használhatónak bizonyultak a humán gyakorlatban alkalmazott szoftverek. További új lehetőséget teremt a MEDIMAGE Practice Builder 3.4 rendszer, amely biztosítja a felvételek áttekintését és értékelését az Intézetén kívüli hálózati felhasználók számára is. Az MRI felvételek feldolgozásakor az alkalmazott DICOM formátum alkalmazása javasolt. Egy egyed MRI felvételeinek értékelése 2-3, CT adatainak feldolgozása 3-4 órát vett igénybe. A rendelkezésre álló és az értékelés során alapul szolgáló MASS program több, a jelen dolgozatban nem felhasznált (falmozgás, szívizomprofil) funkció felvételére is alkalmas, így a meglévő, archivált képanyag további feldolgozása feltétlenül indokolt.
- Az elvégzett szív anatómiai vizsgálat kellően részletes volt a két típus megbízható elkülönítéséhez. További vizsgálatokat tervezünk a megállapított morfológiai eltérések és az MRI vizsgálatokkal meghatározott funkcionális jellemzők között.
- Az általunk kialakított vizsgálati metodika és a felvett alapadatok ismeretének birtokában az eljárást szelekciós célra alkalmazhatónak tartjuk. Ezzel összefüggésben célszerű az adatbázis kiterjesztése a sertésstenyésztesben jelentős szerepet játszó genotípusokra. A közeljövőben tenyésztési cél lehet olyan vonalak kialakítása, amelyek a hústermelőképesség szempontjából kiemelkedők, ugyanakkor megfelelőbb keringési rendszerrel rendelkeznek, szívbetegségekkel kevésbé terheltek.
- A Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet személyi és technikai lehetőségei messzemenően biztosítják a párhuzamos CT és MRI vizsgálat elvégzését, nemzetközi szinten is egyedülállóan. Jelen vizsgálatok reményeink szerint megalapozzák rangos külföldi együttműködők bevonását és a kísérletek további folytatását.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- Kidolgozásra került hús- és mangalica sertések MRI vizsgálatához megfelelő Isoflurán gázzal történő intubációs altatási metodikája, valamint az aktív elektróda használatán alapuló EKG-jel elvezetése.
- A humán diagnosztikában használatos MRI szekvenciák alapján kialakított vizsgálati metodika jól alkalmazhatónak bizonyult eltérő genotípusú sertések funkcionális szív vizsgálatára. Ennek segítségével mindkét genotípusban 30, 60 és 90 kg-os tartományban meghatároztuk a szívfunkciót jellemző alapadatokat. A bal kamrai verőtér fogat értékek (29.1, 41.2 és 63.5 ml húsertésnél, illetve 38.1, 54.0 és 55.8 ml mangalicánál) hasonlóan a bal kamrai tömeghez (84.8, 120 és 177, illetve 83.6, 127 és 141 g) a vizsgált intervallumban folyamatosan nőttek. 170 napos életkorban való összehasonlítás igazolta, hogy a szívparaméterek a vázizomzat tömegének függvényében alakulnak.
- A mangalica szívfrekvencia értékei mindhárom időpontban jelentősen alacsonyabbak, ami a perctér fogat emelésének szempontjából magasabb tartalékot jelent. Az átlagos perctér fogat értékek hústípusban (3.8, 4.4 és 5.8 l/perc) a vázizom tér fogat beépüléssel párhuzamosan emelkedtek, míg mangalica esetében 60 kg felett jelentős változás nem volt mérhető (3.1, 3.9 és 3.8 l/perc).
- A CT vizsgálati eredményeink igazolták, hogy mangalicáknál 60 kg-os testtömeg fölött már nincs jelentős vázizomnövekedés, ugyanakkor a vizsgált *m. longissimus dorsi* és *m. semitendinosus* nagyobb mennyiségű intramuszkuláris zsírt tartalmaz, mint húsertéseknél.

- A nyugalmi állapotban MR képalkotással meghatározott funkcionális szív paraméterek és a CT-vel mért vázizom térfogat együttes értékelése alapján a vizsgált intervallumban nőtt az egységnyi perctérfogatra jutó vázizom térfogat. A 4.0, 5.6 és 6.0 (hússertés), valamint a 2.8, 3.9 és 4.7 dm³/l/perc (mangalica) érték alapján a mangalica nagyobb keringési tartalékkal bír.
- Az anatómiai feltárása során mért jellemzők alkalmasnak bizonyultak a két eltérő genotípus szívének biometrikailag is igazolható megkülönböztetéséhez.

6. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Könyv, könyvrészlet

Berényi, E., Bogner, P., Horváth, Gy., Repa, I. (1997): Radiológia c. könyv, Radiológiai vizsgálóeljárások c. fejezetének társszerzője. Springer Hungarica, Budapest, 17-23.

Szerkesztett tanulmánykötetben megjelent közlemények:

Repa, I., Berényi, E., Romvári, R., Sugár, L., Bajzik, G., Horn, P., Takács, I., **Petrási, Zs.**, Tornyos, G., Nagy, J. (1998): Non-invasive cross-sectional dynamic study (CT and MRI) of red deer. 4th Int. Deer Biology Congress, Kaposvár, 80.

Idegen nyelven megjelent tudományos közlemények:

Petrási, Zs., Romvári, R., Bajzik, G., Fenyves, B., Repa, I., Horn, P. (2001): ECG-gated dynamic MR examination of pig heart. Acta Veterinaria Hungarica 49(3):275-284.

Petrási, Zs., Romvári, R., Bajzik, G., Repa, I., Horn, P. (2002): Examination of the heart capacity of meat and fat type pigs by means of ECG-gated dynamic MRI and spiral CT. Livestock Production Science, (felkért közlemény).

Magyar nyelven megjelent tudományos közlemények

Petrási, Zs., Romvári, R., Gundel, J., Hermánné, A., Repa, I., Horn, P. (2002): Mangalica és intenzív húsertés in vivo összehasonlító vizsgálata Computer Tomográffal. Állattenyésztés és Takarmányozás, megjelenés alatt: 51(6).

Bogner P., Berényi E., Kövér Gy., **Petrási Zs.**, Repa I. (1997): A funkcionális MR képalkotás elve és lehetőségei a kérgi aktivációk vizsgálatában. Orvosi hetilap 138(38): 2391-2395.

Proceedingekben teljes terjedelemben megjelent közlemények

Petrási, Zs., Romvári, R., Horn, P., Repa, I. (1999): ECG-gated dynamic examination of the heart of the red deer: measurement of ventricular wall thickness and stroke volume. 2nd International conference of PhD students, Miskolc, 63-70.

Proceedingekben megjelent abstractok

Petrási, Zs., Romvári, R., Berényi, E. (1999): Gímszarvas szívének EKG vezérelt dinamikus MRI vizsgálata: kamrai falvastagság és stroke volume mérés. SOTE PhD Tudományos Napok '99, 56.

Romvári, R., Repa, I., **Petrási, Zs.,** Bajzik, G., Fenyves, B., Horn, P. (2001): ECG-gated dynamic MR examination of pig heart. International Animal Agriculture and Food Science Conference. Joint meeting of the ADSA, AMSA, ASAS and PSA. Indianapolis, Indiana USA. in Journal of Animal Science 184.

Petrási, Zs., Romvári, R., Repa, I., Horn, P. (2001): Examination of pig heart performance by means of ECG-gated dynamic MRI. 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Budapest, 293.

Előadások

Petrási, Zs., Romvári, R., Bajzik, G. (2000): Sertésszív teljesítményének MRI vizsgálata. III. Országos Konferencia, Budapest. 2000.03.10.

Petrási, Zs., Gundel, J., Hermánné, A., Romvári, R. (2001): Mangalica és intenzív hússertés szöveti összetételének jellemzése computer tomográffal. „1. Sertéstenyésztési Tudományos Nap”, Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár. 2001.05.09.