

**KAPOSVÁRI EGYETEM**  
**ÁLLATTUDOMÁNYI KAR**  
Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet  
KAPOSVÁR

Doktori Iskola vezetője:  
PROF. HORN PÉTER, MTA rendes tagja

Témavezető:  
DR. REPA IMRE PHD, egyetemi tanár

Társtémavezető:  
PROF. HORN PÉTER, MTA rendes tagja

**KÜLÖNBÖZŐ GENOTÍPUSÚ PULYKÁK**  
**KARDIOVASZKULÁRIS RENDSZERÉNEK**  
**ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA *IN VIVO* ÉS *IN VITRO***  
**MÓDSZEREKKEL**

Készítette:  
**DR. PETNEHÁZY ÖRS**

KAPOSVÁR  
2011

## TARTALOMJEGYZÉK

1. A kutatás előzményei	3
2. Célkitűzések	4
3. Anyag és módszer	4
3.1. <i>Első kísérlet, CT- és keresztmetszeti anatómia bemutatása</i>	4
3.2. <i>Második kísérlet, a két különböző genotípus szívveljesítményének vizsgálata</i>	5
3.3. <i>Harmadik kísérlet, a szív koszorúsereinek és a myocardium ereinek vizsgálata</i>	6
4. Eredmények és értékelésük	6
4.1. <i>Az első kísérlet eredményei és értékelésük</i>	6
4.2. <i>A második kísérlet eredményei és értékelésük</i>	7
4.3. <i>A harmadik kísérlet eredményei és értékelésük</i>	8
5. Következtetések és javaslatok	9
6. Új tudományos eredmények	10
7. A disszertáció témaköréből megjelent publikációk és elhangzott előadások	11
7.1. <i>Közlemény idegen nyelven</i>	11
7.2. <i>Közlemények magyar nyelven</i>	11
7.3. <i>Konferenciakiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemény magyar nyelven</i>	11
7.4. <i>Hivatkozható absztraktok idegen nyelven</i>	11

### **Rövidítések**

B.U.T. = **B**ritish **U**nited **T**urkey (pulykatenyésztő cég volt, ma az Aviagen Turkeys Corp. része) • CT = **c**omputertomographia (komputertomográfia) • EKG = **e**lektro**k**ardiográfia • LVEF% = **l**eft **v**entricular **e**jection **f**rraction% (bal kamrai ejekciós frakció százalék) • LVEDV = **l**eft **v**entricular **e**nd **d**ia**s**tolic **v**olume (bal kamrai végdiasztolés térfogat) • LVESV = **l**eft **v**entricular **e**nd **s**ystolic **v**olume (bal kamrai végszisztolés térfogat) • LVSV = **l**eft **v**entricular **s**troke **v**olume (bal kamrai verőtérfogat) • ME = **m**etabolizálható **e**nergia • MRI = **m**agnetic **r**esonance **i**maging (mágneses rezonancia vizsgálat) • WL = **w**indow **l**evel (ablakmagasság) • WW = **w**indow **w**idth (ablakszélesség)

## 1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Az utóbbi évtizedekben olyan, a fogyasztói igényeknek megfelelő pulykafajtákat tenyésztettek ki, amelyek nagy fejlődési eréllyel vágásérett korra jelentős színhústömeget képeznek. Ugyanakkor a nagymértékű testtömeg- és vázizomgyarapodással a létfenntartó rendszerek, ezen belül főleg a szív növekedése és teljesítménye nehezen tart lépést, így a keringési rendszer tartalékai behatárolttá váltak. Növekvő gyakorisággal tapasztalnak húsminőségi problémákat, csontvázbetegségeket és a légző- és keringési rendszer zavarait. Annak ellenére, hogy ezek a nehézségek a nevelés és a hizlalás során egyre nagyobb szerepet játszanak, a szakirodalomban aránytalanul kevés publikáció foglalkozik a húshibrid pulykák kardiovaszkuláris rendszerével és annak problémáival.

A hazánkban őshonosnak tekinthető bronzpulyka populációt az elmúlt ötven évben gyakorlatilag nem érték szelekciós hatások, mivel az őshonos fajtákat a múlt század hatvanas éveiben Magyarországon védelem alá helyezték. A húshibridekhez képest a bronzpulyka egyedei jóval kisebb testméret elérésére és értékes húsrész kihozatalra képesek, ugyanakkor nem jellemzőek rájuk a kardiovaszkuláris rendszer betegségei.

Karunkon a két genotípus élőtömegét, vágótulajdonságát különböző tartási körülmények között, több alkalommal vizsgálták. Ennek során arra kerestek választ, hogy a pulyka teljesítőképességének alakításában milyen hatást gyakorol az intenzív szelekció, illetve a takarmányozás.

Komputertomográffal (CT) összehasonlították a két fajta testösszetételét, testalakulását a nevelés folyamán. Kardiális mágneses rezonancia vizsgálattal (MRI) a húshibridek vázizomra vonatkoztatott (relatív) szívteljesítményét is meghatározták 12, 16 és 20 hetes életkorban.

A két genotípus vázizomzatra vonatkoztatott relatív szívteljesítményének összehasonlító vizsgálatát azonban nem végezték el, így nem kaphattunk képet arról, miként hat az egyoldalú – értékes testrészek növelésére irányuló – szelekció a keringési rendszerre, a szív teljesítményére.

## **2. CÉLKITŰZÉSEK**

1. A pulyka keresztmetszeti és CT anatómiájának bemutatása.
2. A két különböző genotípusú pulykafajta bak egyedeinek szívteljesítmény összehasonlítása a nevelés folyamán, EKG-vezérelt MR-képalkotással.
3. A hús- és a bronzpulyka CT-vizsgálata a vázizom mennyiségének és a testfelszín meghatározása céljából 12, 16 és 20 hetes életkorban.
4. A hús- és a bronzpulyka testfelszínre és vázizomtérfogatra vetített relatív perctérfogátának meghatározása 12, 16 és 20 hetes életkorban.
5. A húspulyka szív saját ereinek vizsgálata mikro- és makrokorroziós anatómiai módszerekkel 20 hetes korban.

## **3. ANYAG ÉS MÓDSZER**

### ***3.1. Első kísérlet, CT- és keresztmetszeti anatómia bemutatása***

A CT- és keresztmetszeti anatómiai vizsgálatokhoz két húsz hetes, B.U.T. Big 6 bakpulykát használtunk fel. Az állatok a CT-vizsgálat napján fizikális vizsgálattal egészségesnek bizonyultak. Premedikáció és intubálás nélkül inhalációs anaesthesia-t alkalmaztunk, majd T61-gyel eutanizáltuk őket. A CT-vizsgálathoz PVC-félcsőbe helyeztük a testeket, hasi fekvésben. Az állatokról 620 harántsíku felvétel készült, az alábbi paraméterekkel: 6 mp expozíciós idő,

120 kV, 80 mAs, kollimáció 0,75; pitch 1,25; spiral scanning mode, 1 mm-es szeletvastagság. Ezután -70 °C-ra hűtöttük a testeket, majd egy erre a célra szolgáló szalagfűrészsel 1 cm-es szeletekre vágtuk, majd a szeleteket fotóztuk. A fotókon látható anatómiai struktúrákat azonosítottuk, majd a CT-felvételeken láthatóakkal párosítottuk.

### ***3.2. Második kísérlet, a két különböző genotípus szívteljesítményének vizsgálata***

A mérésekhez összesen tizenöt B.U.T. Big 6 hibrid és tizenöt bronzpulykát használtunk. Fajtánként öt-öt bak pulykán végeztünk méréseket 12, 16 és 20 hetes korban. A B.U.T. Big 6 hibrideket 14 órás napi megvilágítással az utónevelési fázisnak megfelelő összetételű keveréktakarmányokon (12–15. hét: 12,5 MJ/kg ME és 21,4% nyersfehérje; 16–19. hét között 12,9 MJ/kg ME és 19,0% nyersfehérje; 20. héten 13,1 MJ/kg ME és 17,2% nyersfehérje), zárt intenzív tartási körülmények között tartottuk. A bronzpulykákat szabad tartásban helyeztük el, és szintén több fázisban keveréktakarmánnyal (12–14. hét: 12,9 MJ/kg ME és 18,6% nyersfehérje; 14–20. hét: 13,1 MJ/kg ME és 17,0% nyersfehérje) etettük. A takarmány és a víz *ad libitum* állt rendelkezésre mindkét tartási körülmény esetén. A kardiológiai MR-vizsgálatokhoz Siemens Magnetom Avanto típusú, 1,5 T térerősségű berendezést használtunk. A szívcsúcstól a bázisig sokszeletes, többfázisú EKG-triggerelt turbó gradiens echo (TGE) felvételek készültek szagittális és transzverzális síkokban. A transzverzális felvételekből külön-külön kiszámítottuk a balkamrai végszisztolés (left ventricular end systolic volume, LVESV [ml]) és végdiasztolés (left ventricular end diastolic volume, LVEDV [ml]) térfogatokat. A bal kamrai végdiasztolés térfogatból kivonva a bal kamrai végszisztolés térfogatot megkaptuk a bal kamrai verő térfogatot (left ventricular stroke volume, LVSV [ml]). Az LVSV és az LVEDV hányadosa a bal kamrai ejekciós frakció százalék (left ventricular ejection fraction,

LVEF%). Az MR-vizsgálatok után Siemens Somatom Plus 4 Expert CT-készülékkel felvételeket készítettünk a teljes testről (feszültség: 120 kV, dózis: 90 mAs, szeletvastagság: 10 mm). Az izom (20–200 HU) és a zsír ((-)20–(-)200 HU) denzitás értékeit, a szeletvastagságot és a nagyítást figyelembe véve kiszámítottuk az izomtér fogatot (muscle volume, MV [dm<sup>3</sup>]). A CT-felvételekből az állatok testfelszínét (BSA [m<sup>2</sup>]) is egyedenként meghatároztuk.

A statisztikai elemzésekhez (kétmintás T-próba és egytényezős varianciaanalízis) SPSS for Windows 10.0 (1999) programcsomagot használtunk.

### ***3.3. Harmadik kísérlet, a szív koszorúereinek és a myocardium ereinek vizsgálata***

Vágóhídon két különböző alkalommal, összesen negyven, 20 hetes korú B.U.T. Big 6 pulykaszívet gyűjtöttünk. Közvetlenül a kivétel után az *Aorta ascendens*t kanuláltuk és a szívet heparinizált fiziológiás sóoldattal perfundáltuk, mindaddig, míg a jobb szívfélből ürülő folyadék nem tartalmazott vért. Ezután két különböző viszkozitású műgyantával töltöttük fel az aortán keresztül a szív saját ereit, attól függően, hogy a fő erek vagy a teljes kapilláris hálózat megjelenítése volt a cél. A szerves anyagot mindkét esetben kálium-hidroxid (KOH) oldattal maceráltuk.

## **4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK**

### ***4.1. Az első kísérlet eredményei és értékelésük***

Célunk az volt, hogy minél több szervrendszert (légző-, emésztő-, keringési- és mozgásrendszer) ábrázoljunk részletesen egy képen, az illusztrálás során használt ablakmagasság (WL) és ablakszélesség (WW) paraméterei az általános diagnosztika során használtaktól eltérő módon alakultak (WL 860,

WW 3200). Ezek a beállítások lehetővé tették, hogy a csontvázrendszer elemeit (szabad csigolyák, notarium, synsacrum, sternalis és vertebralis bordák, sternum), a légzőrendszer egységeit (tüdő, bronchusok, légzsákok, légzsákok közötti sövények), keringési rendszer részeit (szív, nagy erek) és az emésztőszerveket (máj, hasnyálmirigy, gyomrok, belek) részletesen tudjuk ábrázolni a CT-felvételeken. Ezzel a beállítással a különböző izmokat, izomcsoportokat általában el lehetett egymástól különíteni a CT-felvételeken, de voltak olyan területek, ahol az izmok közötti pólyák túl vékonyak voltak ehhez. A hátsó végtag területén, az izmok közötti zsír megkönnyítette az elkülönítést.

A humán medicina számára nagy számban állnak rendelkezésre CT- és keresztmetszeti atlaszok, az állattenyésztés és az állatorvoslás azonban nélkülözi ezt a változatosságot. A madarakról, különösen a házimadarakról hasonló munka még nem készült.

#### ***4.2. A második kísérlet eredményei és értékelésük***

A relatív szívtömeg a növekedés folyamán eltérően alakult a két genotípusban. A B.U.T. Big 6 hibrideknél ez az érték az életkor előrehaladtával folyamatosan csökkent:  $0,45 \pm 0,05\%$ -ról  $0,37 \pm 0,02\%$ -ra ( $p = 0,07$ ). A bronzpulykák esetében viszont nem volt szignifikáns változás. Szignifikáns különbség a két genotípus között minden vizsgált életkorban jelentkezett. A bal kamrai paraméterek (LVEDV, LVESV, LVSV) tekintetében a két genotípus között minden életkorban, az adott genotípuson belül az életkor előrehaladtával is szignifikáns különbségek voltak ( $p < 0,05$ ).

A két genotípus között, illetve a genotípusokon belül a különböző életkorokban mért perctérfogat, szívfrekvencia és verőtérfogat index (stroke volume index, SVI) értékek szignifikáns különbséget mutattak ( $p < 0,05$ ). Az egységnyi vázizom térfogatra jutó relatív perctérfogat [ $l/min/dm^3$ ] változását mutató adatokat nézve feltűnő, hogy a B.U.T. Big 6 hibridek már a kísérlet

kezdetén szignifikánsan kisebb értékekkel rendelkeztek. A 12. héten mért  $0,48 \pm 0,01$  l/min/dm<sup>3</sup> érték a 20. hétre  $0,19$  l/min/dm<sup>3</sup>-re csökkent. A bronzpulyka hasonló paramétereivel összehasonlítva ( $0,72 \pm 0,03$  l/min/dm<sup>3</sup> és  $0,44 \pm 0,01$  l/min/dm<sup>3</sup>) ez nagyon kevés.

Ebben a kísérletben arra kerestük a választ, hogy miként mérhető a minél nagyobb vázizom –főleg az értékes részek (mellfilé, felső comb) – előállítására irányuló egyoldalú szelekció káros hatása a keringési rendszerre, ezen belül is a szív teljesítményére. A kísérletben azért használtunk hímivarú egyedeket, mert a tojó állományokat csak 16 hetes korig hízlalják, ami nem mutatta volna meg a két genotípus közötti eltérő tendenciákat a rövid párhuzamos vizsgálati idő miatt.

#### **4.3. A harmadik kísérlet eredményei és értékelésük**

Az alkalmazott módszerekkel sikerült elégséges számú preparátumot elkészíteni a pulykaszív ereinek vizsgálatához. A szívizomzat igen aktív anyagcserét folytató szövet, a két koszorúsér, *A. coronaria sinistra*, *A. coronaria dextra* és azok ágrendszere látja el vérrel. Lefutásuk eltér az emlősökétől, ahol az artériák legnagyobb része subepicardialisan halad, madaraknál jellemzően a myocardiumba ágyazva találjuk őket. Míg emlősök esetében a két koszorúsér állatfajtánként eltérő módon fejlett (jobb és bal dominancia). Madaraknál, így a pulykánál is a jobb oldali ér az erősebb, a szívizomzat nagyobb részét ez látja el. A húspulykák között előforduló szívproblémák, a golyószívbetegség, coronariarepedés szükségessé teszik, hogy ennek a fajnak a szívét kiterjedtebben tanulmányozzuk. A mikrokorróziós készítményekkel sikerült a pulykaszív kapillárisait is vizsgálni. A nagyobb arteriolák és a prekapilláris arteriolák a kapilláris hálózatra általában ferdén futnak. A prekapilláris arteriolák elágazódásainál találtunk záróizmokra (sphincterekre) utaló jeleket.



## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A madarak testüregének anatómiája a két nemben nagymértékben eltér, ezért célszerű ugyanazon fajta bak és tojó egyedeinek bemutatása, ez utóbbinak a tojásrakás periódusában.

A vizsgálatok során legtöbb esetben keresztmetszeti síkú felvételek készülnek. Szükséges azonban a két másik fő síkban (horizontális és szagítális) is elkészíteni az anatómiai felvételeket.

A húshibridek CT-vel végzett testösszetétel vizsgálata során feltűnő volt a vázizomzat nagy aránya a testüreghez képest. A madarak hőleadása nagyrészt a légzőrendszeren keresztül, lihegéssel történik. Célszerűnek látjuk olyan kombinált vizsgálat elvégzését, amely során légzőrendszer felületét is össze lehet hasonlítani az izomtérfogattal. A vizsgálatokat altatott egyedeken végeztük, a szív teljesítményét nyugalmi állapotban hasonlítottuk össze. A fokozott igénybevételre, stresszre adott reakciókat így nem volt alkalmunk mérni. Tervezzük terheléses vizsgálatok elvégzését, mellyel keringés tartalékairól szeretnénk információt kapni. Várakozásunk szerint ez a fajta analízis is bronzpulyka jobb eredményeit hozná.

Az invazív technikák, továbbá az adatrögzítő rendszerek fejlődése lehetővé teszi a keringési rendszer összetett vizsgálatát. A húspulykáknál leírt aortarepedések oktanáról sok különböző elképzelés létezik. Célszerű lenne az érrendszer (az aorta különböző szakaszai, a mellizomzatot ellátó fő erek) állapotát invazív úton vizsgálni a szív teljesítményével párhuzamosan.

Bemutattuk a szív ereinek kvalitatív elemzését. Hasznos lenne a két genotípus szívizom kapilláris sűrűségének, illetve a vázizomzat kapilláris/izomrost arányának kvantitatív összehasonlítása is. Az ismertetett képalkotó vizsgálatokra alapozott szelekció segíthet az újabb genotípusok élettani tulajdonságainak optimalizálásban.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A pulyka keresztmetszeti anatómiai és komputertomográfias összehasonlításának elkészítése.
2. A humán diagnosztikában használt kardiális MR-vizsgálattal a bronzpulyka és a B.U.T. Big 6 genotípusú pulykafajta szívének teljesítményét leíró alapadatok összehasonlítása. Megállapítás: a bronzpulykák nyugalomban mért bal kamrai ejekciós frakció% (LVEF%) értéke a vizsgált (12., 16. és 20. hét) időszak alatt növekvő tendenciát mutatott ( $69,42 \pm 0,34$ ;  $70,20 \pm 0,92$ ;  $71,74 \pm 0,60$ ), míg a B.U.T. Big 6 hibrideknél csökkent ( $69,42 \pm 1,16$ ;  $68,16 \pm 0,78$ ;  $66,98 \pm 0,89$ ).
3. A testfelszínre vonatkoztatott verőtérfogat értéke a B.U.T. Big 6 pulykák esetében szignifikánsan csökkent ( $27,2 \pm 0,63 \text{ ml/m}^2$ ;  $25,0 \pm 0,57 \text{ ml/m}^2$ ;  $21,5 \pm 0,6 \text{ ml/m}^2$ ). A bronzpulyka esetében ugyanakkor nem volt szignifikáns változás ( $21,1 \pm 0,1 \text{ ml/m}^2$ ;  $21,1 \pm 0,8 \text{ ml/m}^2$ ;  $21,6 \pm 0,36 \text{ ml/m}^2$ ).
4. A bronzpulyka egységnyi térfogatú vázizomzatra jutó relatív perctérfogata ( $0,72 \pm 0,03 \text{ l/min/dm}^3$ ;  $0,55 \pm 0,04 \text{ l/min/dm}^3$ ;  $44 \pm 0,01 \text{ l/min/dm}^3$ ) minden vizsgált életkorban felülmúlta a B.U.T. Big 6 hibridét ( $0,48 \pm 0,01 \text{ l/min/dm}^3$ ;  $0,29 \pm 0,02 \text{ l/min/dm}^3$ ;  $0,19 \pm 0 \text{ l/min/dm}^3$ ).
5. A B.U.T. Big 6 hibridpulyka szív koszorúsér ágrendszer anatómiájának leírása a nemzetközi hivatkozható szakirodalomban első alkalommal.
6. A B.U.T. Big 6 hibridpulyka myocardium érstruktúrájának mikrokorróziós kvalitatív módszerrel történő vizsgálata – tudomásunk szerint – korábban nem történt.

## 7. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK ÉS ELHANGZOTT ELŐADÁSOK

### 7.1. Közlemény idegen nyelven

PETNEHÁZY, Ö. – BENCZIK, J. – TAKÁCS, I. – PETRÁSI, ZS. – SÜTŐ, Z. – HORN, P. – REPA, I.: Computed tomographical (CT) anatomy of the thoracoabdominal cavity of the male turkey (*Meleagris gallopavo*). *Anat. Histol. Embryol.*, 2011. (Accepted, Article first published online: 4 Aug. 2011, DOI: 10.1111/j.1439-0264.2011.01099.x)

### 7.2. Közlemények magyar nyelven

PETNEHÁZY Ö. – TAKÁCS I. – PETRÁSI ZS. – DONKÓ T. – SÜTŐ Z. – BOGNER P. – HORN P. – REPA I.: A szelekció hatása a pulyka szívének teljesítményére. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2009 (131): 543–551.

PETNEHÁZY Ö. – LELOVICS ZS. – BENCZIK J. – TAKÁCS I. – REPA I.: A hibrid pulyka (*Meleagris gallopavo*) szív koszorús artériáinak morfológiája. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 2011. (Accepted)

### 7.3. Konferenciakiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemény magyar nyelven

PETNEHÁZY, Ö. – TAKÁCS, I. – PETRÁSI, ZS. – DONKÓ, T. – SÜTŐ, Z. – BOGNER, P. – HORN, P. – REPA, I.: A bronz- és a gigantpulyka kardiovaszkuláris teljesítményének összehasonlító vizsgálata. [10. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimpózium. Kaposvár, 2011. április 6.] In: *10. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimpózium Proceedings*. 63–66. o.

### 7.4. Hivatkozható absztraktok idegen nyelven

PETNEHÁZY, Ö. – PETRÁSI, ZS. – TAKÁCS, I. – HORN, P. – SÜTŐ, Z. – SÓTONYI, P. – BOGNER, P. – REPA, I.: Cross sectional, CT and MR anatomy of the turkey (*Meleagris gallopavo*). [27<sup>th</sup> Congress of European Association of Veterinary Anatomists. Budapest, 23–26<sup>th</sup> July 2008.] *Magy. Állatorv. Lapja*, 2008. 130: 129.

PETNEHÁZY, Ö. – TAKÁCS, I. – PETRÁSI, ZS. – MAGYARI, T. – HORN, P. – BOGNER, P. – REPA, I.: Coronary arteries of the meat-type turkey. A corrosion cast study. [27<sup>th</sup> Congress of European Association of Veterinary Anatomists. Budapest, 23–26<sup>th</sup> July 2008.] *Magy. Állatorv. Lapja*, 2008. 130: 49.