

## KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK SZAPORODÁSBIOLÓGIAI FELHASZNÁLÁSA

GÁBOR GYÖRGY

### ÖSSZEFOGLALÁS

A képalkotó eljárások az elmúlt két évtizedben robbanásszerű technikai fejlődésen mentek keresztül. Ez lehetővé tette a szaporodásbiológiai kutatásban és gyakorlatban korábban nem ismert módszerek bevezetését. A technikai újdonságok közül a különböző ultrahang berendezések terjedtek el a legjobban. Ezek segítségével a hím- és nőivarú állatok szaporodásbiológiai célú vizsgálatának egy része ma már rutinszerűen történhet meg. A petefészek és a méh, ill. a here, mellékhere, prosztata, ondóhólyag ultrahangos vizsgálata nemcsak a szaporítószervek jobb megismerését tette lehetővé, hanem azok funkcionális működésének megértését is. Ezek ismeretében a szaporítás céljait jobban szolgáló eljárások kerülhettek kifejlesztésre és gyakorlati bevezetésre. A még kísérleti szinten alkalmazott technikai újdonságok (3D és színes Doppler) segítségével még pontosabb kép nyerhető a szaporítószervek működéséről, bár közvetlen gyakorlati bevezetésük belátható időn belül nem valószínű.

Az infravörös termográfia eddigi kísérleti alkalmazását esetleg már a közeljövőben is követheti a gyakorlati felhasználás, amennyiben sikerülne az állattartási technológiákba beilleszteni a nem olcsó, de sok esetben hatékony eljárást.

A jövőben valószínűleg lehetőség lesz az MRI és az ultrahang alapú bio-mikroszkópiás eljárások szaporodásbiológiai célú további kipróbálására is, amelyek segítségével egyes folyamatok (pl. a petefészek funkció) mikroszkopikus szintű tanulmányozása is elérhető.

### SUMMARY

Gábor, G.: USE OF IMAGING TECHNOLOGIES IN ANIMAL REPRODUCTION

In the last two decades the development of the imaging technologies was extremely fast. This allowed introducing new examining methods for the studying of reproductive biology on experimental and practical level as well. Ultrasonography became the most common method worldwide for the routine examinations of the male and female organs. The examination of the testis, epididymis, prostate, seminal vesicle or the ovaries and uterus not just enhanced a better knowledge of these organs but also helped in development and use of new reproductive treatments. By the help of the experimentally used new tools (such as 3D and color-flow ultrasonography) ovarian and testicular function can be studied on a higher level. Infrared thermography was mainly used for experimental purposes, but using of the effective (although expensive) method is available – if its introducing to the breeding technologies will be successful - on practical level as well. In the near future MRI and ultrasound biomicroscope will probably be introduced into the reproduction research and will make accessible the scientists for the study of mechanisms of unknown biological events such as ovarian function.

### BEVEZETÉS

Az állattartás az egyik legrégebbi emberi tevékenység. Az állatok tanulmányozása olyan új ismeretekkel gazdagította a tudományt, ami az emberiség jövőjét is befolyásolja, szociális és gazdasági téren egyaránt. Az állattenyésztés az állattartás egy olyan speciális formája, amelynek célja az állati termékek előállítása emberi fogyasztásra. A globalizált piaci viszonyok, valamint az eltérő mezőgazdasági támogatási rendszerek, a termelők közötti verseny kieleződéskéhez vezettek. Mindez arra kényszerítette az ágazatban dolgozó kutatókat, hogy a termelés gazdaságosságát, ill. versenyképességét fokozó módszereket adaptáljanak (fejlesszenek ki). Ezek segítségével járulhattak ugyanis hozzá a fogyasztói ízlésnek megfelelő minőségű állati termékek piacra kerüléséhez. Az objektív (műszeres) diagnosztikai eljárások előtérbe kerülése az ágazat valamennyi szegmensét érintette. Az állatok szaporítása az állati termék előállítása során a versenyképesség megőrzésének olyan ökonómiailag megkérdőjelezhetetlenül fontos területe, ami miatt nem meglepő, hogy a legtöbb biotechnikai (technológiai) eljárás a szaporítás területén is bevezetésre került.

Nem történt ez másként a képalkotó eljárások esetében sem. Ezek általánosságban un. nem-invazív módszereknek tekinthetők, mert a vizsgálattal nem szüntjük meg a szervezet integritását, mégis annak felépítéséről, és működéséről kaphatunk lényeges információkat. A képalkotó rendszer segítségével tanulmányozhatjuk a vizsgált test (szervek) anatómiai felépítését, információt kaphatunk a szervek funkcionális működéséről, sőt akár a szerveket alkotó sejtek morfológiai és funkcionális állapotáról is.

A képalkotó eljárások általában háromdimenziós objektumok, kétdimenziós leképezését végzik (a 3D technológia révén háromdimenziós leképezések is lehetségesek, ezek egy része már meg is jelent a humán orvosi diagnosztikában) és ezt a képet elemezzük tovább a szükséges diagnosztikai információk kinyeréséhez.

A humán diagnosztika újabban már rutinszerűen alkalmazza a csontszcintigráfia, illetve a CT-, MRI- és ultrahangvizsgálatokat is. A modern artroszkópia, és a számítógépes rétegvizsgálat, az 1970-es évek közepén vált szélesebb körben elérhetővé.

Ezeknek az eljárásoknak csak egy része került át az állatorvosi, állattenyésztési gyakorlatba, és oktatási-kutatási célú felhasználásuk is (főként a szükséges műszerek és az üzemeltetési költségek magas ára miatt) korlátozott.

Az ivarszervek vizsgálata az elmúlt években rendkívül sokat fejlődött. Az *ex situ* vizsgálatokat *in situ* módszerek váltották fel. Az ultrahang készülék használata lehetővé tette a petefészek felépítésének és a tüszőfejlődés dinamikájának, a here és mellékhere, valamint az ondóhólyag állapotának vizsgálatát élő állatokban. A valós idejű ultrahang készülékek bevezetésével lehetőség nyílt a herében és a petefészekben zajló változások követésére azok működésének megzavarása nélkül. A speciális számítógép szoftverek kifejlesztése lehetőséget adott a rögzített képek

mind pontosabb analizálására, amelyek segítségével a szaporító szervek működését jobban megérthettük, és ezek nemcsak a diagnosztikai eszköztárat bővítették, hanem indukálták a terápiás célú módszerek fejlesztését is.

A továbbiakban, a szaporodásbiológiai gyakorlatban és a kutatásokban alkalmazott képalkotó eljárásokat igyekszem röviden összefoglalni. Némileg önkényesen úgy csoportosítottam a bemutatandó vizsgálati eljárásokat, hogy a gyakorlatban már bevezetésre kerültek-e (ezek ismertetésével kezdem), vagy kutatási szinten kipróbálták-e már ill. várható-e kipróbálásuk a közeli jövőben. Nem tárgya ennek az áttekintésnek a — talán az első képalkotó eljárásnak tekinthető — mikroszkóp alkalmazási lehetősége a szaporítás területén (spermavizsgálat, ivarsejtek manipulációja, ICSI, klónozás, stb.), tekintettel arra, hogy nem szervek, hanem csak sejtek vizsgálatára alkalmazzák. Ugyancsak nem foglalkozom az endoszkóp szaporítási célú alkalmazásaival, bár azok gyakorlati jelentősége egyre nagyobb (gondoljunk csak a sertésből történő petesejt kinyerésre, és a juh endoszkópiás mesterséges termékenyítésre vagy az embrióátültetésre), tekintettel arra, hogy bár minimálisan, de invazív eljárásnak minősülnek.

### *Ultrahang diagnosztika*

Az ultrahang diagnosztika az elmúlt 20–25 évben szinte forradalmasította a szaporodásbiológia területét. Első korai felhasználását a Doppler elven működő kézi vemhességvizsgálók jelentették. Ezek kisebb állatokban (sertés, juh, kecske) a termékenyítés utáni 60–70. nap közötti vemhesség vizsgálatát tették lehetővé transzkután módon. A behatoló majd visszaverődő ultrahangot egy hangforrás segítségével hallhatóvá tették, és ez képezte a diagnózis alapját.

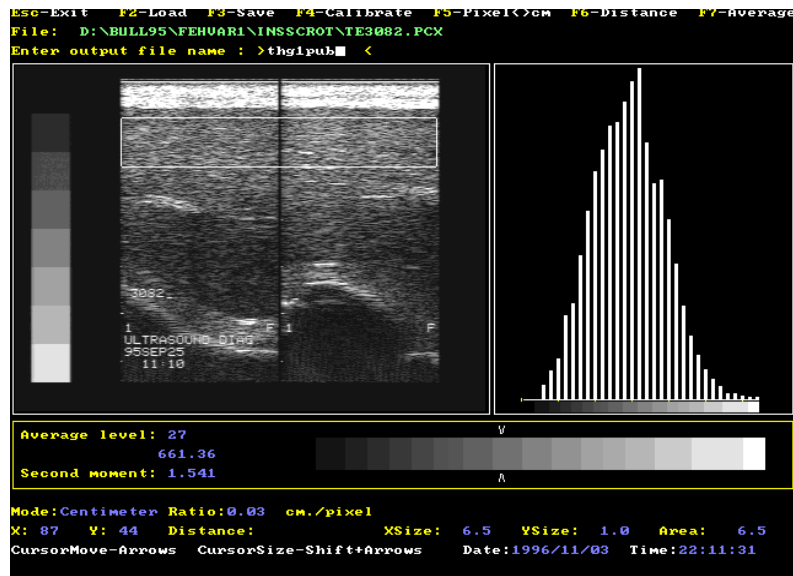
*A-módú ultrahang:* Nem valódi képalkotó eljárás, bár vizuális értékelést tett lehetővé egy vonal menti „képalkotás” segítségével. Az adó és a vevő általában ugyanaz a piezoelektromos kristály volt, ami a kibocsátott ultrahang hullámot érzékelt és a visszaverődött hullámokat jelenítette meg.

*M-módú:* ultrahangozás során az A-módhoz hasonlóan egy vonal mentén nyertek információt egy adó és egy vevő segítségével. A kibocsátott ultrahang hullámok visszaverődtek a határfelületekről és ezt érzékelt a vevő. Ezt a módszert általában mozgó felületek esetén alkalmazzák, pl. szívnek és a szívbillentyűnek a vizsgálatára. A magzati szívverés a vemhességvizsgálat egyik fontos jele, így annak eldöntésére, hogy a magzat vajon él-e, a mai napig használatos eljárás (sok esetben még a ma is használatos real-time ultrahangos készülékekbe is beépítésre került az M-módú vizsgálati opció).

*Real-time (valós idejű) B-módú ultrahang:* Egy síkmetszetről szolgáltat képet, nem csak egy vonal mentén gyűjt információt. Ennél is lehet az adó és vevő ugyanaz a kristály, de lehet különböző is. Az adó és a vevő kristály megfelelő mozgásával pásztázó ultrahang hullámot tudunk létrehozni, és így lehetővé válik akár egy teljes szerv síkmetszeteinek vizsgálata. Ekkor általában nem csak egy, hanem több adó-vevő kristályt is használnak. Minél kisebb a piezoelektromos kristály mérete, annál jobb a felbontás.

Az ultrahangos kép képpontok (pixel) sokaságából épül fel, ez az alapja a számítógépes kép (pixel) analíziseknek. Az ultrahang készülékek által készített képeken valamennyi képpont (a fehértől a feketéig) egy szürke skála árnyalataiból áll. A korai berendezések 16–32 szürke árnyalatot voltak képesek megjeleníteni, míg a mai modern készülékek, 256–512 szürke árnyalat megjelenítésére alkalmasak. Mivel az emberi szem a szürke színnek csak 18–20 árnyalatát képes megkülönböztetni (ha a szürke árnyalatainak száma megnő a képen mindinkább összemosódnak tűnik), ezért van szükség olyan szoftverekre, amelyek a különbségeket jól képesek érzékelni, sőt a számítógépes algoritmusok segítségével, a vizsgált szervek ultrahangos képe kvantitatív módon is értékelhetővé válik (*1. kép*). Ehhez azonban az ultrahangos felvételek elkészítésének módját standardizálni kell. A számítógép segítségével a vizsgálatra kiválasztott terület átlagos szürke árnyalatának pontos (fekete=0, fehér=255) értékét, valamint az értékek szórását állapíthatjuk meg. Ez képezi az alapját annak az összehasonlításnak, amelyet az ultrahangos képen található más képrészletekkel vagy akár egy másik kép hasonló (azonos) részletével végzünk el (*Pierson és Adams, 1995*).

*1. kép: A bikahere ultrahangos képének (echotexture) értékelése számítógéppel*



Picture 1.: Computer assisted pixel analysis of the bull testicular echo texture

A bal és jobb here ultrahangos képe az ábra bal oldalán látható. A vizsgáló mezőt (6,5x1 cm) közvetlenül a parenchymának a tunica albuginea alatti részéhez helyezzük. A vizsgált terület felett a bőr és a bőr alatti zsírszövet látható. Az ábra jobb oldalán a szürkeségi fokozatok eloszlását hisztogram ábrázolja.

Háziállataink közül a real-time ultrahangos vizsgálat elsőként a nagy haszonállatok körében (szarvasmarha, ló) került gyakorlati felhasználásra, de rövidesen követte a sertés, a kiskérődzők, és természetesen a kedvtelésből tartott állatok (kutya, macska) ultrahangos vizsgálata is. A korai alkalmazások során elsősorban a nőivarú állatok vizsgálatára használták, főleg a vemhesség megállapítására (2., 3. és 4. kép), de rövidesen sor került a petefészkek vizsgálatára, majd pedig alkalmazására az asszisztált reprodukciós programokban is. A rektális vizsgálatokhoz többnyire a lineáris vizsgálófejek váltak be (5–8 MHz), míg a transzcután vizsgálatok inkább a mechanikus szektorfejekkel végezhetőek el eredményesen. *Pierson és Ginther* (1984) az embrió fejlődését tanulmányozták vemhes üszőkben. *Kastelic és mtsai* (1989) már az egészen korai (a termékenyítés utáni 10–22. nap) vemhességvizsgálat lehetőségét is ellenőrizték üszőkben. *Curran és Ginther* (1991) ultrahangos ivar-meghatározásra is képesek voltak a gesztáció 65 és 101. napja között.

2., 3. és 4. kép: Vemhes szarvasmarha méhe, 30–60. napos magzattal (B-mód real time ultrahang felvételek)



Picture 2,3,4.: Pregnant uteruses of cows with embryos 30–60 days post insemination (Real time ultrasound photos)

*Pierson és Ginther* (1984bc) írták le az első ultrahangos ló és szarvasmarha petefészkek vizsgálatot. Ezek elsősorban a tüszők méretének változására, a tüszőfejlődés nyomon követésére voltak alkalmasak (*Pierson és Ginther*, 1986, 1987ab). A ciklikus petefészkek működés megismerése és annak kontrollálása is leírásra került, sőt a sárgatest funkcionális és morfológiai vizsgálatát is elvégezték kancában és tehénben is (*Pierson és Ginther*, 1985, 1987b).

*Kastelic és mtsai* (1990ab) a sárgatest mérete és a szérum progeszteronkoncentráció közötti összefüggést vizsgálták. Azt találták, hogy a ciklus során (sőt még vemhes üszőkben is) a sárgatestben üregek is keletkezhetnek, de ezek nagy része a ciklus során eltűnik. Saját előzetes vizsgálataink szerint viszont (*Gábor és mtsai*, 2004), ha egy állományban tömegesen fordul elő üreges vagy cisztás sárgatest (6. és 7. kép), akkor annak hátterében akár kóros folyamatok is (metabolikus problémák, esetleg a méh involúciós rendellenességei) állhatnak. Az üreges sárgatesttel

rendelkező tehenekben sok esetben a szérumból a progesteronkoncentráció csökkenése is mérhető, ami magzatvesztést is okozhat. *Kot és mtsai* (1999) kidolgozták a sárgatest biopszia módszerét ultrahang segítségével, ami a későbbi szövettani analízisekre is lehetőséget adott.

*Ginther és mtsai* már 1985-ben foglalkoztak lóban az embrionális veszteség ultrahangos tanulmányozásával. Szarvasmarhában a magzatvesztés tanulmányozása változatlanul aktuális, mert a pontos oktatni háttér még nem teljesen tisztázott. *Kastelic és mtsai* (1991) üszőkben a spontán embrióvesztést írták le.

Ma már tudjuk, hogy az ultrahang a korai embrióvesztés diagnosztizálására csak korlátozottan használható. A legnagyobb probléma az, hogy a korai (a termékenyítés utáni 24–30. nap közötti) vizsgálat során, ha már nem található meg az embrió, és folyadékkal részben kitöltött a méh, csak utalhat arra, hogy embrióvesztés történt (akkor is, ha a folyadék echodenz törmelékot tartalmaz). Ennek igazolására más módszereket is alkalmazni kell, pl. érdemes a szérumból a vemhességi fehérje koncentrációt is meghatározni, és így a két diagnosztikai módszer egymást kiegészítve már alkalmas lehet a magzatvesztés megtörténtének igazolására. Természetesen a biztos diagnózis felállításához a későbbi megismételt ultrahang vizsgálat elengedhetetlen.

5. kép: Egészséges tehén petefészke (1: sárgatest; 2: tüsző)



Picture 5.: Normal ovary of cow (1: CL; 2: follicle)

6. kép: Üreges sárgatest (tehen)



Picture 6.: Luteal cavity (cow)

7. kép: Cisztás sárgatest (tehen)



Picture 7.: Luteal cyst (cow)

A petesejtek *in vivo* kinyerését (*ovum pickup*) *in vitro* embrió előállításához tehenekben (*Pieterse és mtsai*, 1988), lovakban (*Bracher és mtsai*, 1993) és prepubertális üszőkben (*Brogliatti és Adams*, 1996) is ultrahang segítségével végezték el. A speciálisan kialakított (intravaginális) szektor vizsgálófej tartójának tetején húzódott meg a tüszőfolyadék és a petesejt leszívásához szükséges tüvezető. Ugyanezt a berendezést és eljárást eredményesen használták valamint intrafollikuláris injektálásra (*Kot és mtsai*, 1995) a tüszőfolyadék leszívására (*Ginther és mtsai*, 1997ab) is.

A nőivarú állatok vizsgálatát hamarosan követte a hímivar vizsgálata is. *Pechman és Eilts* (1987) megállapította, hogy a normális bikahere ultrahangos képe homogén és csak kevésbé echogén (a szürke skálán inkább sötét, mint világos). *Coulter és Baily* (1988) szerint az ultrahang vizsgálatnak nincs negatív hatása a here spermatermelésére. *Rocha és mtsai* (1990) megállapították, hogy miképp lehet vizsgálni a here átmérőjét ultrahanggal, és azt találták, hogy a tényleges here térfogattal ez közelebbi összefüggést mutat, mint a hereborékátmérő vizsgálata. *Lenz és mtsai* (1994) embereken végzett vizsgálataira szerint az ultrahanggal megállapított heretérfogat és a spermatermelés között összefüggés

van, és a vizsgálat alkalmas egyes morfológiai rendellenességek (daganatok, kötőszövetes induráció) kimutatására is. *Chandolia* (1996) szerint, a 2. és 46. élethét között, a bikaborjak heréinek szerkezete (testicular echotexture) az ultrahangos felvételeken egyre világosabbá (echodenzsé) vált és ezt azzal magyarázta, hogy az endokrin rendszer működése van hatással a here ultrahangos megjelenésére. *Gábor és mtsai* (2000) miután standard nyomást biztosító eszközzel vizsgálták fiatal tenyészbikák heréit ultrahanggal, negatív korrelációt találtak a here ultrahangos szerkezete (ET) és a bikák spermatermelése között. Ez, a gyakorlat számára lefordítva, azt jelentette, hogy a sötétebb (több folyadékot — vért — tartalmazó) ultrahang képet mutató heréjű bikák (feltehetőleg a hatékonyabb hőszabályozás következtében) ejakulátuma több, és jobb minőségű.

Természetesen a patológiás elváltozások felderítése és oktani meghatározása is egyszerűbbé vált az ultrahang segítségével. Egyes daganatos (here, mellékhere, prosztatata) ill. kötőszövetes vagy meszesedéssel járó folyamatok (here, mellékhere) felismerése, esetleg folyadék-felhalmozódással, szöveti beolvadással járó (mellékhere, prosztatata, ondóhólyag) esetek diagnosztizálása, ma már a rutin andrológiai vizsgálatok részére.

### *Háromdimenziós (3D) ultrahang-diagnosztika*

A hagyományos B-módú ultrahang készülékek csak kétdimenziós „szeleteket” képesek megjeleníteni a vizsgált szervről sorozatban, és a vizsgálónak kell mentálisan megalkotnia a szerv háromdimenziós képét. Ma már azonban rendelkezésre állnak olyan 3D technológiát alkalmazó készülékek is, amelyek ezt számítógép segítségével maguktól képesek elvégezni, és a képet megjeleníteni. Mindez azt jelenti, hogy a szerv egyszeri leképezése után nem kell az esetleg fárasztó (pl. rektális) vizsgálatot hosszú ideig végezni, hanem a leképzett szerv képét, 3 dimenzióban, kényelmesen vizsgálva lehet a korábbiaknál lényegesen pontosabb diagnózist felállítani. A szarvasmarha petefészek és embriók vizsgálatra a háromdimenziós ultrahang technikát elsőként *Pierson és mtsai* (1999) használták.

A 3D technika humán felhasználása már előrébb tart (ennek okai között szerepel az ár, a vizsgálófej mérete, stb.). Legfőbb alkalmazási területének a petefészek folyamatos ellenőrzése és az *ovum pickup* (biztonságosabb, hatékonyabb) elvégzése tűnik (*Kupesic*, 2004).

### *Színes áramlásos Doppler ultrahang (Color-flow Doppler ultrasonography)*

A színes Doppler ultrahang készülékek a helyi véráramlást képesek megjeleníteni úgy, hogy az áramlási irányokat különböző színekkel jelölik meg. A kiindulási pont a vizsgálófej felülete, az eltérő színek ennek megfelelően attól függenek, hogy a transducer irányába, vagy attól ellentétes irányba áramlik-e a vér. Preovulációs tüszők vizsgálatakor *Pierson* (2000) megállapította, hogy a tüsző körüli véráramlás az ovuláció idején változik. A sebessége a tüsző növekedésével párhuzamosan csökken. Összefüggést fedeztek fel a tüsző erezetessége és az ovuláció megtörténte között (azaz a jobb érhalózzal ellátott tüszők nagyobb biztonsággal ovuláltak). Ugyancsak alkalmasnak találták az eljárást a sárgatest rendellenességek felismerésére is (*Singh és mtsai*, 2003). Megállapították azt is, hogy a terhes nők sárgatest vérkeringésének sebessége nagyobb, mint a nem terheseké.

Kipróbálták már a Doppler ultrahangot a here vérkeringésének tanulmányozására is, azonban a repkényfonatban található, anatómiailag meglehetősen bonyolult hőcserélő rendszer vizsgálata még nem fejeződött be.

### *Ultrahang bio-mikroszkóp*

A B-módú ultrahang és a képek számítógépes pixelanalízise, ideális diagnosztikai eszköz lehetne, mivel a funkció és a diszfunkció valós idejű értékelését tenné lehetővé. A jelenleg kereskedelmi forgalomban árult ultrahang készülékek felbontása 0,7–1,0 mm. Bár ez a felbontás sok klinikai alkalmazáshoz megfelelő, nem elegendő a mikroszkopikus méretű leképezéshez. Létezik már olyan kísérleti eszköz, ami képes mikroszkopikus felbontást produkálni. Ez az ún. ultrahang bio-mikroszkóp egy olyan kristályt használ, ami képes 30–70 MHz-es hullámokat kibocsátani, ezért alkalmas 30–50 µm-es felbontásra is. Az eszközt felszerelték spectráli Doppler-rel is, és ennek segítségével az 50 µm átmérőjű erek vizsgálatát is elvégezhetik (*Singh és mtsai*, 2003). Az ultrahang bio-mikroszkóp esetében limitáló tényezők: a penetráció (behatólóképesség) mélysége, ami 30 MHz esetén 10, míg 50 MHz-en mindössze 5 mm (a kép szélessége 1 cm), valamint a képfrissítés gyakorisága (8 képkocka másodpercenként). Nagy háziállatainkban, és az emberben is, a petefészek a végbélhez és a hüvelyhez közel helyezkednek el, ezért az új eszköz alkalmazása esetén (esetleg a hagyományos ultrahang segítségével „célba vévet”) lehetséges lesz a szaporító szervek ultrastuktúrájának, majdnem a szövettani vizsgálatoknál megszokott felbontás melletti, tanulmányozása. Mindez lehetőséget kínál majd, pl. a petesejtek minőségének *in vivo* ellenőrzésére, a korai magzati fejlődés és elhalás, a méhen kívüli terhesség és a korai sárgatest elégtelenség, valamint az endometrium rendellenességeinek tanulmányozására.

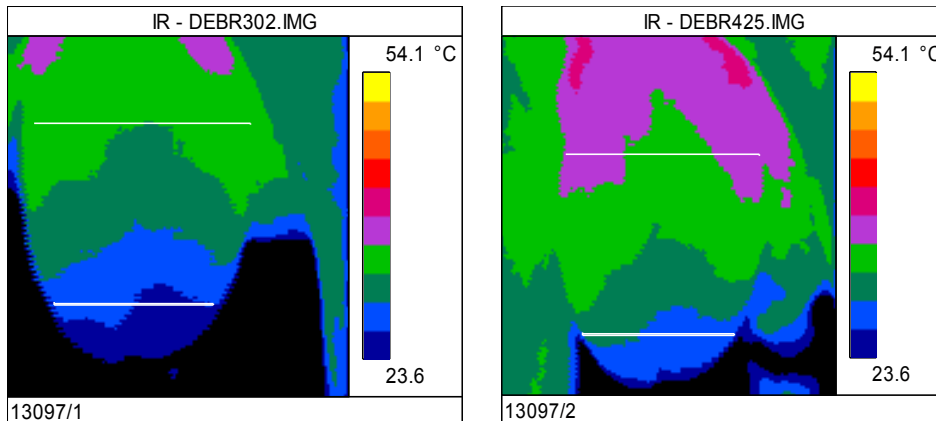
### *Hőfényképezés (termográfia)*

A termográfias vizsgálatok az mintegy 20 évvel ezelőtt kezdődtek. Ezek alapját az a felismerés adta, hogy ha a szervezeten belül nem kompenzált hőmérsékletváltozás történik, az a test felületén az infravörös termográfia módszerével detektálható. Ennek legegyszerűbb példája a lázas állapot kialakulása során a test egész felületén

tapasztható hőmérsékletemelkedés, de (főként versenylovak esetében) a lokális elváltozások (pl. gyulladások) is eredményesen diagnosztizálhatók vele. A termográfia tehát a képalkotás egy olyan formáját jelenti, ahol a jelet a test hőmérsékleti sugárzása adja. Előnye abból származik, hogy a vizsgált alanyhoz hozzá sem kell nyúlni, a vizsgálat távolról is elvégezhető.

Amennyiben a here hőszabályozásában változás áll be, az a funkció (azaz a spermatermelés) romlását eredményezheti. A normálistól eltérő elváltozások a hereborék felszínének infravörös hő-fényképén (scrotal surface temperature, SST) jól nyomon követhetők.

8. kép: A bikahereborék felszíni hőmérsékletének változása egy kísérletben



Színes változat a [www.atk.hu](http://www.atk.hu) lapon található (2005/5)  
In colour [www.atk.hu](http://www.atk.hu) (2005/5)

Picture 8.: Change of the bull's scrotal surface temperature (SST) in an experiment

Coulter és mtsai (1988) kosok heréjének infravörös hőfényképezése (infrared thermography) segítségével tanulmányozták a here hőszabályozását. Coulter és Lunstra (1992) úgy vélték, hogy a termográfia, mint módszer alkalmas lehet a fertilitás ill. a sperma minőség előrejelzésére. Kastelic és mtsai (1995) összefüggést igazoltak a hereborék felszíni és bőr alatti, valamint az intratesztikuláris hőmérséklet között. Cook és mtsai (1994) megállapították, hogy a here hőszabályozásában kiemelkedő szerepet játszó here artéria mérete és átmérője miképp változik a kor előrehaladtával, és ez milyen hatással van a hereborék hőmérsékletére és az ejakulátum minőségére. Kastelic (1996abc) további vizsgálatai a környezeti hőmérséklet és a hereborék szigetelt izolációjának a here hőszabályozására gyakorolt hatására mutattak rá. Gábor és mtsai (1998, 2001) kísérletei bebizonyították, hogy a hereborék felületi hőmérsékletének infravörös termográfias vizsgálata, kezeléssel kombinálva, értékes diagnosztikai információkkal szolgálhat a spermatermelés előrejelzésében (8. kép), mivel a kezelés hatására a felszíni hőmérséklet megemelkedik.

A nőivarú állatok termográfias vizsgálata is lehetséges. Ígéretes próbálkozások történtek az ivarzó tehenek felderítésére a péra környékének (ill. a vulvának) termometriás és termográfias mérésével. Egy, a gyakorlatba is bevezethető módszer jelentőségét elsősorban az adná, hogy a tejelő tehenészetek mai napig egyik legnagyobb gondja az ivarzó állatok megtalálása ill. a mesterséges termékenyítés optimális időpontjának a meghatározása. A technológiába illeszthető — termográfian alapuló — automatikus ivarzás megfigyelő rendszer nagyban javíthatná a szaporítás eredményességét.

#### Mágneses rezonancia vizsgálatok (MRI)

2D MRI: Az MRI szinte forradalmi változásokat hozott a képalkotó eljárásokba. Az MRI által készített felvételek minősége (felbontás, akusztikus zajok kiszűrése) a hagyományos képalkotó eljárásokénál (mint pl. az ultrahang) lényegesen jobb. A mágneses rezonancia, mint képalkotó eljárás, a hidrogén atom (proton) rádió-frekvenciás gerjesztésén alapul. Erős, állandó mágneses térben a szervezet folyadéktartalmának részecske-rezgései ui. szinkronizálódnak. Ha ezen a téren belül a vizsgált területet változó mágneses térbe helyezik, a részecske-rezgések deszinkronizálódnak. Megszüntetve a második mágnes hatását, a rezgések újra szinkronizálódnak. A gép a visszarendeződés idejét és egyéb paramétereit méri, és alakítja át képi információvá. Háziállatok *in vivo* MRI vizsgálatáról szóló beszámolók még nem jelentek meg, tekintettel arra, hogy az eljárás igen költséges berendezést igényel, ráadásul egy szűk mágneses vizsgálócsőbe nem lehet a nagyobb testű állatokat betenni. Ugyanakkor már beszámoltak olyan korai fejlesztésekről (prototípus szinten), amelyeket intravaginális és rektális használatra terveznek állatok számára, az ultrahanghoz hasonló felhasználóbarát MRI elkészítésének reményében. Az MRI potenciális lehetőségeinek ellenőrzésére műtétileg eltávolított tehén petefészkeken vizsgálták a tüszőnövekedési hullámot (Singh és mtsai, 2003).

*3D MRI: Sarty és mtsai* (2000) *in vitro* körülmények között tanulmányozták a szarvasmarha petefészken a tüszők topográfiai eloszlását 3D MRI eljárással. Sajnálattal állapították meg, hogy egyelőre csak az *in vitro* modell működik, de véleményük szerint remény van a jövőben egy olyan készülék megalkotására, ami felhasználóbarát, gyors, és alkalmas lehet a petefészkek funkció tanulmányozására.

#### IRODALOM

- Bracher, V. – Parlevliet, J. – Fazelli, A.R. – Pieterse, M.C. – Vos, P.L. – Dielmeman, S.J. – Taverne, M.A. – Colenbrander, B.*(1993): Repeated transvaginal ultrasound-guided follicle aspiration in the mare. *Equine Vet. J. Suppl.*, 15. 75–78.
- Brogliatti, G.M. – Adams, G.P.*(1996): Ultrasound-guided transvaginal oocyte collection in prepubertal calves. *Theriogenology*, 45. 1163–1176.
- Chandolia, R.K.*(1996): Early gonadotropin secretion and sexual maturation in bull calves and ram lambs. PhD. thesis, Univ. of Saskatchewan, Saskatoon
- Cook, R.B. – Coulter, G.H. – Kastelic, J.P.*(1994): The testicular vascular cone, scrotal thermoregulation, and their relationship to sperm production and seminal quality in beef bulls. *Theriogenology*, 41. 653–671.
- Coulter, G.H. – Bailey, D.R.C.*(1988): Effects of ultrasonography on the bovine testis and semen quality. *Theriogenology*, 30. 743–749.
- Coulter, G.H. – Foote, R.H.*(1978): Relationship of testicular weight to age and scrotal circumference of Holstein bulls. *J. Dairy Sci.*, 59. 730–732.
- Coulter, G.H. – Lunstra, D.D.*(1992): Infrared thermography of the scrotal surface as a tool for predicting semen quality and fertility in the beef bull. *J. Anim. Sci.*, 70. Suppl. 52.
- Curran, S. – Ginther, O.J.*(1991): Ultrasonic determination of fetal gender in horses and cattle under farm conditions. *Theriogenology*, 36. 809–814.
- Gábor, G. – Holzmann, A. – Györkös, I. – Peter, S.*(2000): Prediction of the semen production by morphological measures of the testis (scrotal circumference, testicular echotexture and tonometry) in Holstein-Friesian bulls. *Biol. Reprod.*, 62. 573. Suppl. 1.
- Gábor, G. – Kastelic, J.P. – Cook, R.B. – Sasser, R.G. – Brito, L.F.C. – Völgyi Csík, J. – Coulter, G.H. – Györkös, I.*(2001): Effects of GnRH Treatment on Scrotal Surface Temperatures in Bulls. *Can. J. Vet. Res.*, 65. 60–63.
- Gábor, G. – Sasser, R.G. – Kastelic, J.P. – Coulter, G.H. – Falkay, G. – Mézes, M. – Bozó, S. – Völgyi Csík, J. – Bárány, I. – Szász, F.*(1998b): Morphologic, endocrine and thermographic measurements of testicles in comparison with semen characteristics in mature Holstein-Friesian breeding bulls. *Anim. Reprod. Sci.*, 51. 215–224.
- Gábor, G. – Sasser, R.G. – Kastelic, J.P. – Coulter, G.H. – Falkay, G. – Mézes, M. – Bozó, S. – Völgyi Csík, J. – Bárány, I. – Szász, F.*(1998c): Scrotal and testicular characteristics and serum concentrations of LH and testosterone for prediction of sperm production in Holstein-Friesian breeding bulls. *Theriogenology*, 50. 2. 177–183.
- Gábor, G. – Sasser, R.G. – Mézes, M. – Falkay, Y. – Bozó, S. – Völgyi-Csík, J. – Bárány, I. – Hidas, A. – Szász F.Jr. – Boros, G.*(1998a): Possibilities of using computer analyzed video and ultrasonic images for the evaluation of testis of bulls. *Theriogenology*, 50. 2. 223–228.
- Gábor, G. – Tóth, F. – Mézes, M.*(2004): Preliminary comparison of luteal cavity size with some serum metabolic parameters in dairy cows. *Biol. Reprod.*, 790. Sp. Iss. SI, 274–274.
- Ginther, O.J. – Bergfelt, D.R. – Leith, G.S. – Scraba, S.T.*(1985): Embryonic loss in mares: Incidence and ultrasonic morphology. *Theriogenology*, 24. 73–86.
- Ginther, O.J. – Kot, K. – Kulick, L.J. – Wiltbank, M.C.*(1997): Emergence and deviation of follicles during the development of follicular waves in cattle. *Theriogenology*, 48. 1. 75–87.
- Ginther, O.J. – Kot, K. – Kulick, L.J. – Wiltbank, M.C.*(1997): Sampling follicular fluid without altering follicular status in cattle: oestradiol concentrations early in a follicular wave. *J. Reprod. Fertil.*, 109. 181–186.

- Kastelic, J.P. – Bergfelt, D.R. – Ginther, O.J.*(1990): Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology*, 33. 1269–1278.
- Kastelic, J.P. – Cook, R.B. – Coulter, G.H. – Saacke, R.G.*(1996): Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in bull. *Theriogenology*, 45. 935–942.
- Kastelic, J.P. – Cook, R.B. – Coulter, G.H. – Wallins, G.L. – Entz, T.*(1996): Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. *Anim. Reprod. Sci.*, 41. 153–159.
- Kastelic, J.P. – Coulter, G.H. – Cook, R.B.*(1995): Scrotal surface, subcutaneous, intratesticular, and intraepididymal temperatures in bulls. *Theriogenology*, 44. 147–152.
- Kastelic, J.P. – Curran, S. – Ginther, O.J.*(1989): Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*, 31. 813–820.
- Kastelic, J.P. – Northey, D.L. – Ginther, O.J.*(1991): Spontaneous embryonic death on Days 20 to 40 in heifers. *Theriogenology*, 35. 351–363.
- Kastelic, J.P. – Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1990): Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrous cycle and early pregnancy in heifers. *Theriogenology*, 34. 487–498.
- Kot, K. – Anderson, L.E. – Tsai, S.J. – Wiltbank, M.C. – Ginther, O.J.*(1999): Transvaginal, ultrasound-guided biopsy of the corpus luteum in cattle. *Theriogenology*, 52. 967–993.
- Kot, K. – Gibbons, J.R. – Ginther, O.J.A.*(1995): Technique for intrafollicular injection in cattle: effects of hCG. *Theriogenology*, 44. 41–50.
- Kupesic, S.*(2004): Ultrasound imaging in human reproduction: what is new? *International Congress Series*, 1266. 393–400.
- Lenz, S. – Thomsen, J.K. – Giwercman, A. – Hertel, N.T. – Hertz, J. – Skakkebaek, N.E.*(1994): Ultrasonic texture and volume of testicles in infertile men. *Hum-Reprod.*, 9. 878–881.
- Pechman, R.D. – Eilts, B.E.*(1987): B-mode ultrasonography of the bull testis. *Theriogenology*, 27. 431–441.
- Pierson, R.A.*(1999): Three-dimensional ultrasonography of the embryo and fetus. In: *Fetal and Neonatal Ultrasonography*. Eds.: *Jaffe, R. – Bui, T.H.* Parthenon Publishing Group, New York, 317–326.
- Pierson, R.A.*(2000): Imaging technology in assisted reproduction. In: *Assisted Reproduction and Nuclear Transfer in Mammals*. Eds.: *Wolf, D. – Zelinski-Wooten, M.* Humana Press, Totowa, NJ, 95–122.
- Pierson, R.A. – Adams, G.P.*(1995): Computer-assisted image analysis, diagnostic ultrasonography and ovulation induction: strange bedfellows. *Theriogenology*, 43. 105–112.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1984): Ultrasonic anatomy of equine ovaries. *Theriogenology*, 21. 471–483.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1984): Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology*, 21. 495–504.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1984): Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. *Theriogenology*, 22. 225–233.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1985): Ultrasonic evaluation of the corpus luteum of the mare. *Theriogenology*, 23. 795–806.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1986): Ovarian follicular populations during early pregnancy in heifers. *Theriogenology*, 26. 649–659.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1987): Follicular populations during the estrous cycle in heifers. I. Influence of day 38 of 56. *Anim. Reprod. Sci.*, 14. 165–176.
- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1987): Follicular populations during the estrous cycle in heifers. II. Influence of right and left sides and intraovarian effect of the corpus luteum. *Anim. Reprod. Sci.*, 14. 177–186.



- Pierson, R.A. – Ginther, O.J.*(1987): Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology*, 28. 929–936.
- Pieterse, M.C. – Kappen, R.A. – Kruip, A.M. – Taverne, M.A.M.*(1988): Aspiration of bovine oocyte during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. *Theriogenology*, 30. 751–762.
- Rocha, A. – Forrest, D.W. – Carpenter, B.B.*(1990) Relationships among seminal vesicle size, testicular dimensions and copulatory activity in Santa Gertrudis bulls. In: *Beef cattle research in Texas*. College Station, USA: Texas Agricultural Experiment Station. 185–188.
- Sarty, G.E. – Adams, G.P. – Pierson, R.A.*(2000): Three-dimensional magnetic resonance imaging for the study of ovarian function in bovine *in vitro* model. *J. Reprod. Fertil.*, 119. 69–75.
- Singh, J. – Adams, G.P. – Pierson, R.A.*(2003): Promise of new imaging technologies for assessing ovarian function. *Anim. Reprod. Sci.*, 78. 371–399.