

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 63, No 1 (2012)



Applications of ultrasonography in ruminants (II): Female reproductive system - A review

L. J. LAZARIDIS (Λ.Ι. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ), C. N. BROZOS (Χ.Ν. ΜΠΡΟΖΟΣ), E. A. KISSIS (Ε.Α. ΚΙΟΣΗΣ)

doi: [10.12681/jhvms.15400](https://doi.org/10.12681/jhvms.15400)

To cite this article:

LAZARIDIS (Λ.Ι. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ) L. J., BROZOS (Χ.Ν. ΜΠΡΟΖΟΣ) C. N., & KISSIS (Ε.Α. ΚΙΟΣΗΣ) E. A. (2017). Applications of ultrasonography in ruminants (II): Female reproductive system - A review. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 63(1), 74–88. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15400>

■ Applications of ultrasonography in ruminants (II):

Female reproductive system – A review

Lazaridis L.J. , DVM, Brozos C.N. , DVM, PhD, DipECSRHM, Kioussis E.A. , DVM, PhD

Clinic for Farm Animals, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

■ Εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας στα μηρυκαστικά (II):

Γεννητικό σύστημα θηλυκού - Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Α.Ι. Λαζαρίδης, DVM, Χ.Ν. Μπρόζος, DVM, PhD, DipECSRHM, Ε.Α. Κιόσης, DVM, PhD

Κλινική Παραγωγικών Ζώων, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ABSTRACT. Ultrasonography is a non-invasive imaging method used for assessing pathological and physiological situations, successfully applied in the imaging of the reproductive tract of ruminants. The contribution of this diagnostic method has been essential in understanding the function of the reproductive system and especially that of the ovarian cycle. For the examination of the reproductive system of female ruminants the most frequently applied equipment is that of type B-mode, real time, with linear probe and frequencies of 3.0, 5.0 and 7.5 MHz. In cattle, the examination is conducted primarily through the rectal, while in small ruminants it can also be performed transabdominally. In non-pregnant animals the ultrasound scanning aims at the examination of the cervix, the uterus and the ovaries allowing the determination of the stage of the estrus cycle, or the diagnosis of certain abnormalities of the reproductive system (ovarian cyst, anoestrus, etc). During gestation, ultrasonography finds numerous applications in ruminants, such as early pregnancy diagnosis, determination of the number and the sex of the fetuses, assessment of the stage of gestation, control of fetal vitality, etc. Ultrasonography has also been used for the selection of animals for reproduction contributing in the improvement of reproductive performance. Biotechnology is another area where ultrasound scanning is extensively used (ovum pick-up, embryo transfer, etc). Today the use of ultrasonography is widely spread in ruminants aiming at real time and dynamic assessment of the reproductive system. The cost of equipment has been reduced over the past years, enabling the veterinarians to benefit of its potentials.

Keywords: Ultrasonography, female genital tract, bovine, small ruminants

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Η υπερηχοτομογραφία αποτελεί μία μη επεμβατική απεικονιστική μέθοδο εκτίμησης παθολογικών και φυσιολογικών καταστάσεων, και εφαρμόζεται με επιτυχία στο γεννητικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική στη κατανόηση της λειτουργίας του γεννητικού συστήματος και κυρίως του ωοθηκικού κύκλου των μηρυκαστικών. Για την εξέταση του αναπαραγωγικού συστήματος των θηλυκών μηρυκαστικών ζώων χρησιμοποιούνται συσκευές τύπου B-mode, πραγματικού χρόνου, με κεφαλή γραμμικής διάταξης, συχνότητας 3,0, 5,0 και 7,5 MHz. Στα βοοειδή η εξέταση πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο διαμέσου του απευθυσμένου, ενώ στα μικρά μηρυκαστικά χρησιμοποιείται τόσο η συγκεκριμένη προσέγγιση, όσο και η εξέταση εξωτερικά από τα κοιλιακά τοιχώματα. Σε ζώα που δεν κυοφορούν η υπερηχοτομογραφία συμβάλλει στην εξέταση του τραχήλου, της μήτρας και των ωοθηκών, με σκοπό την εντόπιση ανωμαλιών

Correspondence: L.J. Lazaridis
Clinic for Farm Animals, School of Veterinary Medicine,
Aristotle University of Thessaloniki
11, St. Voutyra str., 546 27 Thessaloniki, Greece
Tel.: +30 2310 994488, E-mail: llazaridvet@gmail.com

Αλληλογραφία: Α. Ι. Λαζαρίδης
Κλινική Παραγωγικών Ζώων, Κτηνιατρική Σχολή
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Στ. Βουτυρά 11, 546 27 Θεσσαλονίκη,
Τηλ.: 2310 994488, E-mail: llazaridvet@gmail.com

Submission date: 06.09.2011
Acceptance date: 22.03.2012

Ημερομηνία υποβολής: 06.09.2011
Ημερομηνία αποδοχής: 22.03.2012

ή λειτουργικών σχηματισμών (ωοθυλάκια/ωχρά σωματίδια, κύστεις). Κατά τη διάρκεια της κυοφορίας η υπερηχοτομογραφία βρίσκει πληθώρα εφαρμογών στα μηρυκαστικά, όπως στην πρώιμη διάγνωση της κυοφορίας, τον καθορισμό του φύλου του εμβρύου, την εκτίμηση του αριθμού των εμβρύων, την εκτίμηση του σταδίου της κυοφορίας, τον έλεγχο της ζωτικότητας του εμβρύου κ.ά. Η χρήση της στην αναπαραγωγή με σκοπό την επιλογή ζώων κατάλληλων για γονιμοποίηση και τον έλεγχο της κυοφορίας συνέβαλλε ουσιαστικά στη βελτίωση των αναπαραγωγικών αποδόσεων. Τα τελευταία χρόνια η υπερηχοτομογραφία έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο στη βιοτεχνολογία (παρακέντηση ωοθηκών, μεταφορά εμβρύων κ.ά.). Σημαντικά πλεονεκτήματα της μεθόδου, εκτός από τη δυνατότητα δυναμικής αποτίμησης του οργάνου ή της δομής που εξετάζεται σε πραγματικό χρόνο, αποτελούν το σχετικά χαμηλό κόστος αγοράς του απαραίτητου εξοπλισμού, καθώς και η δυνατότητα μεταφοράς και χρήσης του στις εκτροφές.

Λέξεις κλειδιά: Υπερηχοτομογραφία, γεννητικό σύστημα θηλυκού, βοοειδή, μικρά μηρυκαστικά

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υπερηχοτομογραφία από την έναρξη της εφαρμογής της στη κτηνιατρική επιστήμη χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της λειτουργίας του γεννητικού συστήματος των μηρυκαστικών, με πρώτη αναφορά την εφαρμογή της στο γεννητικό σύστημα του προβάτου (Lindhahl 1966). Η μέθοδος αποτέλεσε εφελκυστήριο για την καλύτερη κατανόηση της δομής και της λειτουργίας των ωοθηκών, και την αποτελεσματικότερη προσέγγιση της παθολογίας του γεννητικού συστήματος. Κατά τους Singh και συν., (2003) μία από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις στην οποία συνέβαλε η υπερηχοτομογραφία ήταν η εντόπιση και η παρακολούθηση της εξέλιξης των κυμάτων των ωοθυλακίων. Σήμερα φαίνεται ότι είναι αποδεκτή η άποψη που εκφράστηκε από τον Ginther (1986) σύμφωνα με την οποία η εφαρμογή της υπερηχοτομογραφίας στην κλινική πράξη και ιδιαιτέρως στην αναπαραγωγή, αποτελεί τη σημαντικότερη καινοτομία, από την εποχή της εφαρμογής της ψηλάφησης από το απευθυσμένο και της ραδιοανυσολογίας για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ορμονών.

Μέθοδοι και συστήματα υπερηχοτομογραφικής εξέτασης του γεννητικού συστήματος των θηλυκών μηρυκαστικών

Για την υπερηχοτομογραφική εξέταση του γεννητικού συστήματος των θηλυκών μηρυκαστικών χρησιμοποιούνται συσκευές τύπου B-mode, πραγματικού χρόνου (real time) με κεφαλές γραμμικής διάταξης (linear array) συχνότητας 3,0, 5,0 και 7,5 MHz. Στην κλινική πράξη πιο συχνά χρησιμοποιούνται οι κεφαλές των 5,0 MHz, ενώ έχει αναφερθεί και η χρήση κεφαλής με συχνότητα 10,0 MHz. Λιγότερο διαδεδομένη στη πράξη είναι η χρήση κυρτών κεφαλών γραμμικής διάταξης (convex linear array) και κεφαλών μηχανικού τύπου (sector scanner) (Buckrell 1988, Ribadu and Nakao 1999, Fricke 2002, DesCôteaux et al. 2009).

Για ερευνητικούς σκοπούς χρησιμοποιούνται επίσης συσκευές τύπου Doppler, μόνες ή σε συνδυασμό με αυτές του τύπου B-mode, με σκοπό την παρακολούθηση αιμοδυναμικών παραμέτρων (Singh et al. 2003, Herzog and Bollwein 2007, Serin et al. 2010).

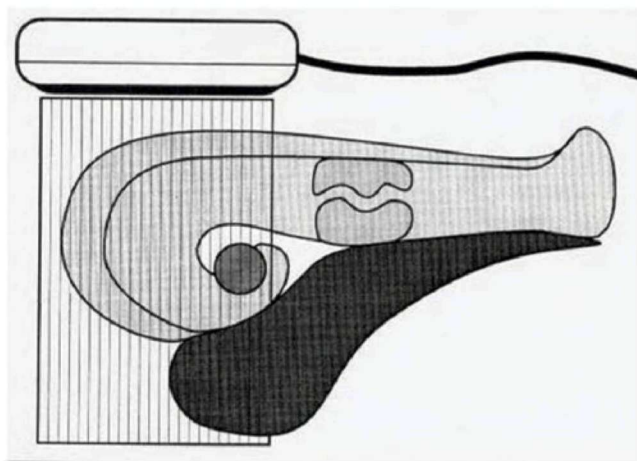
Η υπερηχοτομογραφική εξέταση του γεννητικού συστήματος των θηλυκών μηρυκαστικών πραγματοποιείται με δύο μεθόδους, από το απευθυσμένο ή εξωδερμικά, στο κοιλιακό τοίχωμα, στην περιοχή που βρίσκεται αμέσως μπροστά από την πρόσφυση του μαστού. Στα μικρά μηρυκαστικά εφαρμόζονται και οι δύο μέθοδοι για την εξέταση του γεννητικού συστήματος. Στα μεγάλα μηρυκαστικά χρησιμοποιείται κυρίως η εξέταση από το απευθυσμένο. Πραγματοποιείται μετά από καλή συγκράτηση του ζώου χωρίς να απαι-



Εικόνα 1. Οδηγός από teflon στον οποίο προσαρμόζεται η κεφαλή της υπερηχοτομογραφικής συσκευής για την εξέταση των μικρών μηρυκαστικών διαμέσου του απευθυσμένου.
Picture 1. Probe adaptor made by teflon for transrectal examination in small ruminants.

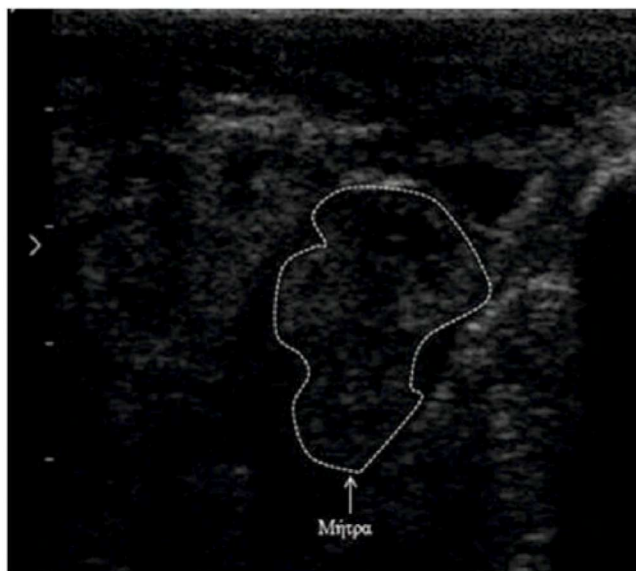
τείται η ηρέμησή του. Κατά την εφαρμογή της εξω-δερμικής εξέτασης η περιοχή στην οποία τοποθετείται η κεφαλή εξαρτάται από το είδος του ζώου, καθώς και από τα ανατομικά στοιχεία που αναζητούνται. Η καλύτερη δυνατή επαφή της κεφαλής της συσκευής με το δέρμα διασφαλίζεται με την απομάκρυνση του τριχώματος και τον καλό καθαρισμό της περιοχής καθώς και με την κάλυψη της κεφαλής με ακουστική γέλη.

Στα βοοειδή πριν από την υπερηχοτομογραφική εξέταση από το απευθυσμένο είναι προτιμότερο να προηγείται βραχιόνια ψηλάφηση με σκοπό την απομάκρυνση των κοπράνων, τον αρχικό έλεγχο της μήτρας, και την τοποθέτηση της σε τέτοια θέση ώστε να είναι ευκολότερη η εξέταση της. Η πλήρης απομάκρυνση των κοπράνων και η άμεση επαφή της κεφαλής με το βλεννογόνο του απευθυσμένου αποτρέπει την εντόπιση ψευδών ευρημάτων, με τη μορφή ανηχογενών στρωμάτων (Pierson et al. 1988). Το γεννητικό σύστημα των βοοειδών εξετάζεται σε όλο το μήκος του με κατεύθυνση από το τράχηλο προς τις ωοθήκες. Στα μικρά μηρυκαστικά η εξέταση από το απευθυσμένο προϋποθέτει την τοποθέτηση στο απευθυσμένο άκαμπτης σωληνοειδούς κατασκευής εντός της οποίας εφαρμόζεται η κεφαλή της συσκευής (Εικόνα 1). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί κεφαλή κατάλληλη για πρωκτική εξέταση στον άνθρωπο, το κόστος της οποίας όμως είναι υψηλό. Στα μεγάλα μηρυκαστικά η κεφαλή τοποθετείται σε προστατευτικό πλαστικό κάλυμμα (π.χ. γάντι ψηλάφησης), το οποίο πληρούται με γέλη στο σημείο επαφής. Η διακολπική παρακέντηση των ωοθηκών (ovum pick up) αποτελεί μία ακόμα τεχνική



Εικόνα 2. Σχηματική αναπαράσταση επιμήκους τομής μήτρας αγελάδας κατά την υπερηχοτομογραφική εξέταση διαμέσου του απευθυσμένου.

Picture 2. Depiction of a longitudinal section of a cow's uterus, during transrectal ultrasonographic examination.



Εικόνα 3. Υπερηχοτομογραφική εικόνα μήτρας προβατίνας που δεν κυοφορεί. Η λήψη έγινε διαμέσου του απευθυσμένου, με κεφαλή γραμμικής σάρωσης, συχνότητας 7,5 MHz.

Picture 3. Ultrasonographic image of a non-pregnant ewe's uterus, after transrectal examination with a 7.5 MHz linear array probe.

που εφαρμόζεται με τη βοήθεια της υπερηχοτομογραφίας (Ribadu and Nakao 1999).

Υπερηχοτομογραφική εξέταση του γεννητικού συστήματος του θηλυκού

Τράχηλος

Η υπερηχοτομογραφική εικόνα του τραχήλου των μηρυκαστικών δεν έχει περιγραφεί επαρκώς εξαιτίας, κυρίως, της μικρής σημασίας του στην παθολογία. Ωστόσο ο Ginther (1998) αναφέρει για τα βοοειδή, ότι ο τράχηλος στο σύνολο του είναι λεπτότερος κατά τον οίστρο σε σχέση με το διοίστρο. Οι δακτύλιοι του εμφανίζονται ηχογενείς και το υγρό στις κοιλότητες που σχηματίζουν ανηχογενές, εικόνα που είναι περισσότερο ευδιάκριτη κατά τον οίστρο. Επίσης έχουν μελετηθεί οι αλλαγές στην ηχογένεια του τραχήλου, με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού κατά τη διάρκεια της κυοφορίας, με σκοπό το συσχετισμό των αλλαγών με ορμονικές παραμέτρους (Kioissis et al. 2010).

Η μήτρα

Κατά τον υπερηχοτομογραφικό έλεγχο στα βοοειδή όταν η κεφαλή τοποθετείται ραχιαία της μήτρας, λαμβάνονται επιμήκεις τομές του οργάνου (Εικόνα 2). Κατά τη σταδιακή περιστροφική κίνηση της κεφαλής

αριστερά και δεξιά απεικονίζονται τόσο το σώμα, όσο και τα κέρατα της μήτρας σε εγκάρσια τομή.

Αντίστοιχες επιμήκειες τομές λαμβάνονται και στα μικρά μηρυκαστικά με την τοποθέτηση της κεφαλής ραχιαία της μήτρας, καθώς σε κάθε τομή σάρωσης τα υπερηχητικά κύματα κατευθύνονται κοιλιακά, παράλληλα με τον επιμήκη άξονα του ζώου (Kähn 1994).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στα μηρυκαστικά η υπερηχοτομογραφική εικόνα της μήτρας ποικίλλει ανάλογα με το στάδιο του ωοθηκικού κύκλου, αφού επηρεάζεται από τις μεταβολές στη συγκέντρωση των οιστρογόνων και της προγεστερόνης (Fissore et al. 1986, DesCôteaux et al. 2009, DesCôteaux et al. 2010).

Στα βοοειδή περί τον οίστρο (πρόοιστρος έως και αρχή μετοίστρου), όταν τα τοιχώματα της μήτρας εμφανίζονται παχυμένα, το όργανο απεικονίζεται με μειωμένη ομοιογένεια γκρι αποχρώσεων. Το ενδομήτριο, εξαιτίας του οιδήματος και της αυξημένης αιματικής ροής, εμφανίζεται με εκτεταμένες ανηχογενείς ζώνες (DesCôteaux et al. 2009). Κατά τη διάρκεια του οίστρου η ηχογένεια του ενδομητρίου αυξάνεται, ενώ παράλληλα διακρίνεται σαφέστερα το ενδομήτριο από το μυομήτριο (Fissore et al. 1986, DesCôteaux et al. 2009). Σε αυτό το στάδιο του ωοθηκικού κύκλου απαιτείται αυξημένη προσοχή από τον εξεταστή, καθώς η εικόνα μπορεί να παρερμηνευτεί ως πρώιμη κυοφορία. Κατά το δίοιστρο το τοίχωμα της μήτρας εμφανίζεται περισσότερο λεπτό και το όργανο στο σύνολο του απεικονίζεται δυσκολότερα. Ο αυλός της μήτρας περιέχει μικρή ποσότητα ή καθόλου υγρό και γι' αυτό εμφανίζεται περισσότερο ομοιογενής (DesCôteaux et al. 2009). Η ψηφιακή επεξεργασία των υπερηχοτομογραφικών εικόνων δίνει τη δυνατότητα εντόπισης αλλαγών στην ηχογένεια του ενδομητρίου κατά τη διάρκεια του ωοθηκικού κύκλου (Schmauder et al. 2008).

Στα μικρά μηρυκαστικά η μήτρα που δεν κυοφορεί εντοπίζεται εντός της πυελικής κοιλότητας, σε γειτνίαση με την ουροδόχο κύστη. Η απεικόνιση της είναι εφικτή όταν η κεφαλή του υπερηχοτομογράφου τοποθετείται τόσο στο απευθυσμένο, όσο και εξωδερμικά. Το τοίχωμα της μήτρας απεικονίζεται ομοιογενές, διογκωμένο, με κοκκώδη υφή. Συνήθως σε ζώα που δεν κυοφορούν δεν είναι εφικτός ο εντοπισμός του αυλού της μήτρας, καθώς επίσης και η συγκέντρωση υγρού εντός αυτού (Kähn 1994) (Εικόνα 3).

Ωοθήκες

Οι ωοθήκες απεικονίζονται υπερηχοτομογρα-

φικά ως σαφώς περιγεγραμμένες ηχογενείς δομές (Edmondson et al. 1986). Στα μικρά μηρυκαστικά δεν είναι πάντοτε δυνατός ο εντοπισμός των ωοθηκών σε όλα τα στάδια του ωοθηκικού κύκλου (Kähn 1994). Οι πιθανότητες ανίχνευσης των ωοθηκικών δομών αυξάνονται με την τοποθέτηση των ζώων σε ραχιαία κατάκλιση (Vinoles et al. 2004, Meinecke - Tillmann and Meinecke 2007).

Τα αποστήματα στις ωοθήκες των βοοειδών απεικονίζονται υπερηχοτομογραφικά ως δομές ποικίλης ηχογένειας, με το κεντρικό τμήμα του αποστήματος να εμφανίζεται υποηχογενές με κοκκώδεις ηχογενείς εστίες, οριοθετημένο από υπερηχογενή ζώνη. Παρόμοια εικόνα εμφανίζουν και τα νεοπλάσματα (Zulu et al. 2000).

Ωοθυλάκια

Η υπερηχοτομογραφία αποτελεί αξιόπιστη μέθοδο εντόπισης και μέτρησης του αριθμού και του μεγέθους των ωοθυλακίων στα βοοειδή (Ribadu and Nakao 1999). Τα ωοθυλάκια απεικονίζονται ως ανηχογενείς, κυκλικές δομές, οι οποίες οριοθετούνται σαφώς από ηχογενή ωοθηκικό ιστό (Edmondson et al. 1986, Pierson and Ginther 1988, Kähn 1994, Fricke 2002, Meinecke - Tillmann and Meinecke 2007) (Εικόνα 4). Στα μεγάλα ωοθυλάκια η ηχογένεια μεταβάλλεται ανάλογα με τη γωνία σάρωσης της ηχητικής δέσμης και της ασκούμενης πίεσης στο τοίχωμα του απευθυσμένου (Edmondson et al. 1986). Σύμφωνα με τους Edmondson και συν., (1986) και Pierson and Ginther (1984) τα ωοθυλάκια των βοοειδών είναι εύκολα αναγνωρίσιμα όταν η διάμετρος τους είναι ≥ 2 mm, ενώ κατά τους Saratsi και συν., (1993) αναγνωρίζονται με βεβαιότητα όταν η διάμετρος τους είναι ≥ 5 mm. Ωστόσο, φαίνεται ότι η ποιότητα της συσκευής που χρησιμοποιείται έχει καθοριστική σημασία ως προς τη δυνατότητα και την ευκρίνεια των δομών της ωοθήκης (Hanzen et al. 2000, Duggavathi et al. 2003). Νεότερες μελέτες επιβεβαιώνουν τη δυνατότητα ανίχνευσης των ωοθυλακίων διαμέτρου ≥ 2 mm στα βοοειδή (Singh et al. 2004).

Στα μικρά μηρυκαστικά η ανίχνευση των ωοθυλακίων πραγματοποιείται διαμέσου του απευθυσμένου (Gonzalez-Bulnes et al. 2010). Στα πρόβατα ο εντοπισμός των ωοθυλακίων γίνεται με σχετική ακρίβεια, όταν χρησιμοποιείται κεφαλή συχνότητας 7,5 MHz και τα ωοθυλάκια έχουν διάμετρο ≥ 4 mm (Vinoles et al. 2004) ή ≥ 2 mm (Duggavathi et al. 2003). Ωστόσο

έχει αναφερθεί ότι η χρήση σύγχρονων συσκευών επιτρέπει τον εντοπισμό ωοθυλακίων με διάμετρο ακόμα και ≥ 1 mm (Duggavathi et al. 2003). Οι Simoes και συν., (2005) αναφέρουν για τις αίγες ότι είναι δυνατή η ακριβής εκτίμηση του αριθμού των ωοθυλακίων με διάμετρο >3 mm, ενώ η μέθοδος μειονεκτεί ως προς τον εντοπισμό ωοθυλακίων διαμέτρου <2 mm.

Ωχρά σωμάτια

Το ωχρο σωμάτιο (ΩΣ) είναι ανιχνεύσιμο υπερηχοτομογραφικά στα βοοειδή μετά την 3^η ημέρα (Ribadu και Nakao 1999), ενώ κατά άλλους (Edmondson et al. 1986) μετά την 4^η ημέρα από την ωοθυλακιόρρηξη. Η υπερηχοτομογραφική εικόνα του ΩΣ των βοοειδών ποικίλει ανάλογα με το στάδιο του ωοθηκικού κύκλου (Ribadu and Nakao 1999, Hanzen et al. 2000). Το αιμορραγικό σωμάτιο απεικονίζεται ανηχογενές καθώς αποτελείται κυρίως από αίμα (Braun U. 1997). Το ώριμο ΩΣ (8^η – 15^η ημέρα του ΩΚ) απεικονίζεται ως σαφώς οριοθετημένη ηχογενής δομή, με κοκκιώδη υφή, η οποία διαφοροποιείται από το στρώμα του συνδετικού ιστού (Edmondson et al. 1986, Ribadu and Nakao 1999, Hanzen et al. 2000, Fricke 2002) (Εικόνα 4). Κατά το στάδιο της ανάπτυξης και της παλινδρόμησης εμφανίζεται λιγότερο ηχογενές και ασαφώς οριοθετημένο (Ribadu and Nakao 1999, Hanzen et al. 2000, Kayacik et al. 2005). Στην περίπτωση του κοίλου ΩΣ, η κοιλότητά του ομοιάζει υπερηχοτομογραφικά με εκείνη του ωοθυλακίου. Συνήθως όμως είναι λιγότερο ομαλή, περιβάλλεται από ωχρινικό ιστό, και εμφανίζει συχνότερα υπερηχογενείς δεσμίδες ή ηχογενή στίγματα (Hanzen et al. 2000). Το μέγεθος του ΩΣ ποικίλει από 10 έως 24 mm, ενώ σε ζώα που κυοφορούν κυμαίνεται μεταξύ 16 – 26 mm (Edmondson et al. 1986). Στον πίνακα 1 παρατίθενται τα ποσοστά ευαισθησίας κατά την ανίχνευση του ΩΣ υπερηχοτομογραφικά.

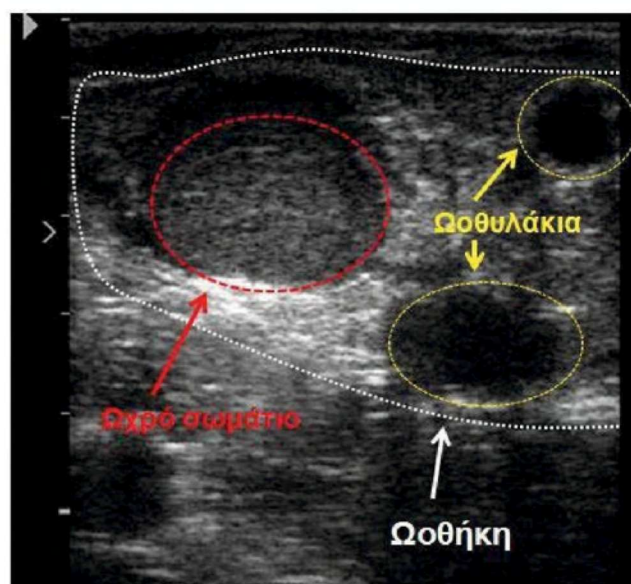
Στα μικρά μηρυκαστικά η υπερηχοτομογραφική εικόνα του ΩΣ ομοιάζει με εκείνη των βοοειδών. Το αιμορραγικό σωμάτιο εμφανίζεται ως ακανόνιστη, ανηχογενής δομή, ενώ το ώριμο ΩΣ παράγει αντανακλάσεις με μειωμένη ηχογένεια (υποηχογενές) και διακρίνεται ευκρινώς από το παρέγχυμα της ωοθήκης (Kähn 1994, Gonzalez-Bulnes et al. 2004, Gonzalez-Bulnes et al. 2010). Η ύπαρξη ωχρινικού ιστού γίνεται αντιληπτή για πρώτη φορά την 4^η – 5^η ημέρα μετά την ωοθυλακιόρρηξη, ενώ το ΩΣ που παλινδρομεί παραμένει ανιχνεύσιμο κατά την ημέρα του οίστρου του επόμενου ωοθηκικού κύκλου (Schrick et al. 1993).

Κύστεις ωοθηκών

Ο εντοπισμός και η διαφοροποίηση των κύστεων των ωοθηκών (ωοθυλακίου και ωχρινοποιημένες), καθώς και η παρακολούθηση της ανταπόκρισης τους στην θεραπευτική αγωγή είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί υπερηχοτομογραφικά (Ribadu and Nakao 1999, Hanzen et al. 2000). Η μέθοδος αν και θεωρείται αποτελεσματική για τον εντοπισμό των ωχρινοποιημένων κύστεων, παρουσιάζει χαμηλή ειδικότητα ως προς τις κύστεις ωοθυλακίου. Η ακρίβεια στη διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ειδών κύστεων μπορεί να βελτιωθεί εφόσον η υπερηχοτομογραφία συνδυαστεί με την ψηλάφηση (Bartolome et al. 2005).

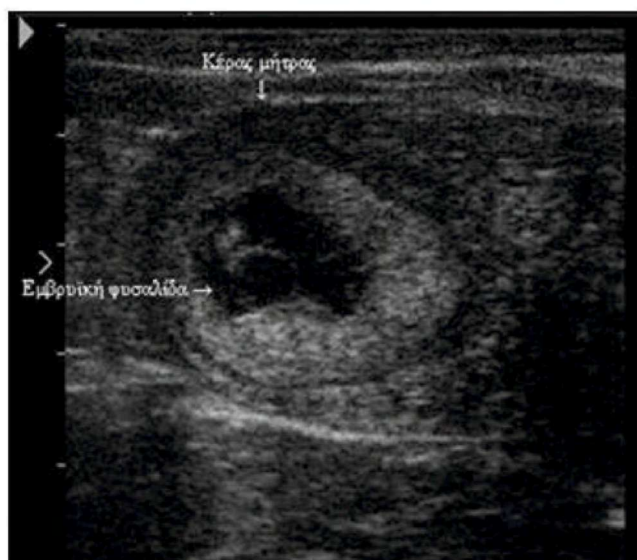
Στα βοοειδή οι κύστεις ωοθυλακίου απεικονίζονται ως ομοιογενείς, ανηχογενείς δομές με εσωτερική διάμετρο >25 mm και πάχος τοιχώματος <3 mm. Οι ωχρινοποιημένες κύστεις απεικονίζονται ως ανηχογενείς δομές με γκριζες κηλίδες στο εσωτερικό του άντρου τους, ή κατά μήκος της εσωτερικής επιφάνειας του τοιχώματος τους, με εσωτερική διάμετρο >25 mm, και πάχος τοιχώματος >3 mm (Ribadu and Nakao 1999, Hanzen et al. 2000, Tebble et al. 2001). Σε νεότερες έρευνες διαπιστώθηκε ότι η διάμετρος των κύστεων ωοθυλακίου μπορεί να ξεκινάει από τα 16 ή 17 mm (Bartolome et al. 2005, DesCôteaux et al. 2009).

Στα μικρά μηρυκαστικά οι κύστεις απεικονίζονται



Εικόνα 4. Υπερηχοτομογραφική εικόνα ωοθήκης αγελάδας κατά το δίοιστρο. Η λήψη έγινε διαμέσου του απευθυσμένου, με κεφαλή γραμμικής διάταξης, συχνότητας 5,0 MHz.

Picture 4. Ultrasonographic image of a cow's ovary during diestrus, after transrectal examination with a 5.0 MHz linear array probe.



Εικόνα 5. Υπερηχοτομογραφική εικόνα μήτρας αγελάδας την 32η μέρα της κυοφορίας. Η λήψη έγινε διαμέσου του απευθυσμένου με κεφαλή γραμμικής διάταξης συχνότητας 7,5 MHz.

Picture 5. Ultrasonographic image of a cow's uterus during 32nd day of pregnancy. Transrectal examination with a 7.5 MHz linear array probe.

ως κυκλικές ανηχογενείς δομές με διάμετρο άντρου >10 mm ($12,6 \pm 0,4$ mm) (Medan et al. 2004).

Κυοφορούσα μήτρα

α) Διάγνωση κυοφορίας

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της υπερηχοτομογραφίας κατά τη διάγνωση της κυοφορίας χρησιμοποιούνται οι παράμετροι διαγνωστική ακρίβεια, ευαισθησία, ειδικότητα και προγνωστική αξία. Η υπερηχοτομογραφική **διαγνωστική ακρίβεια** της μεθόδου αναφέρεται στο ποσοστό των σωστών διαγνώσεων σε σύγκριση με το συνολικό αριθμό των ζώων που εξετάστηκαν. Η **ευαισθησία** εκφράζει το ποσοστό των ζώων που διαπιστώθηκε υπερηχοτομογραφικά ότι κυοφορούν σε σύγκριση με το συνολικό αριθμό των κυοφορούντων ζώων. Η **ειδικότητα** εκφράζει το ποσοστό των ζώων που διαπιστώθηκε υπερηχοτομογραφικά ότι δεν κυοφορούν και στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε. Η **θετική προγνωστική αξία** εκφράζει το ποσοστό των ζώων που σωστά διαγνώστηκαν ως έγκυα σε σύγκριση με το συνολικό αριθμό των θετικών διαγνώσεων κυοφορίας, ενώ η **αρνητική προγνωστική αξία** περιγράφει το ποσοστό των ορθά διαγνωσμένων, ως μη κυοφορούντων σε σύγκριση με το συνολικό αριθμό των ζώων που διαγνώστηκαν ως μη κυοφορούντα (Meinecke-Tillmann and Meinecke 2007).

Στους πίνακες 2 (πρόβατα και αίγες) και 3 (αγελάδες) παρατίθενται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της υπερηχοτομογραφίας για τη διάγνωση της κυοφορίας με βάση τις παραπάνω παραμέτρους. Τρία υπερηχοτομογραφικά συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί με στόχο τη διάγνωση της κυοφορίας στα μηρυκαστικά: A-mode, Doppler ultrasound και real-time B-mode. Ο τύπος B-mode είναι αυτός που επικράτησε, τόσο για την ευκολία στη χρήση του, όσο και για τις επιπλέον δυνατότητες που παρέχει (εκτίμηση ηλικίας εμβρύου, αριθμού εμβρύων κ.ά.). Τα ποσοστά επιτυχούς διάγνωσης κατά τον έλεγχο της κυοφορίας στα μηρυκαστικά ποικίλουν (Πίνακες 2 & 3), καθώς επηρεάζονται από παράγοντες που σχετίζονται με το χειριστή (εμπειρία), τη συσκευή (τύπος συσκευής, κεφαλή) και το ζώο (είδος, φυλή, μέγεθος, ηλικία, θρεπτική κατάσταση, στάδιο κυοφορίας κ.ά.) (Rajamahendran et al. 1994, Ribadu and Nakao 1999, Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007).

Στα βοοειδή το πρώιμο κύημα (κυοφορία <20 ημερών) απεικονίζεται ως μία ανηχογενής, σαφώς περιγεγραμμένη και επιμηκυσμένη δομή, μήκους 1,5 – 4,0 mm που εντοπίζεται στο σύστοιχο κέρα της ωθήκης που φέρει το ωχρό σωματίο (Kastelic et al. 1989). Ωστόσο η διάγνωση κυοφορίας σε τόσο πρώιμο στάδιο εμφανίζει χαμηλά ποσοστά ακρίβειας, για αυτό και η υπερηχοτομογραφική εξέταση στα βοοειδή είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται μετά την 29^η ημέρα από την γονιμοποίηση (Romano et al. 2006). Την 26^η ημέρα της κυοφορίας ο αυλός της μήτρας περιέχει μία μεταβλητή ποσότητα ανηχογενούς υγρού που αντιστοιχεί στο αμνιακό υγρό. Σε ορισμένες περιπτώσεις πριν από την 27^η - 28^η ημέρα μπορεί να μην υπάρχει επαρκής ποσότητα υγρού εντός της μήτρας για να επιβεβαιωθεί η διάγνωση (DesCôteaux et al. 2009). Σε αυτό το στάδιο της κυοφορίας συνιστάται ιδιαίτερη προσοχή από τον εξεταστή επειδή η εικόνα που σχηματίζεται από τα εμβρυϊκά υγρά μέσα στον αυλό της μήτρας ομοιάζει με αυτήν που παρατηρείται στη διάρκεια του ωθητικού κύκλου (Kastelic et al. 1989). Σε αυτό το στάδιο (<30 ημερών) της κυοφορίας τόσο η συγκέντρωση υγρού εντός του αυλού της μήτρας, όσο και η συνύπαρξη ωχρού σωματίου στην σύστοιχη ωθήκη, παρέχουν ενδείξεις κυοφορίας (Romano et al. 2006). Η απεικόνιση του εμβρύου εντός του αμνιακού σάκου (Εικόνα 5) μπορεί να μην είναι εφικτή μέχρι και την 30^η ημέρα της κυοφορίας, καθώς ενδέχεται να επικαλύπτεται από τις πτυχές του ενδομητρίου. Οι Hughes και Davies (1989) αναφέρουν ότι στις αγελάδες η ακρίβεια διάγνωσης της κυοφορίας είναι αντιστρόφως

ανάλογη με την ηλικία τους. Επίσης οι Romano και συν., (2006) αναφέρουν ότι στις μοσχίδες η κυοφορία ανιχνεύεται νωρίτερα από ό,τι στις αγελάδες (την 26η έναντι της 29^{ης} ημέρας). Αντίθετα οι Badtram και συν., (1991) αναφέρουν ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά στη διάγνωση της κυοφορίας μεταξύ μοσχίδων και αγελάδων. Από την 45^η ημέρα της κυοφορίας μπορούν να γίνουν αντληπτές οι κινήσεις του εμβρύου. Στο δεύτερο μισό της κυοφορίας τόσο η θέση, όσο και το μέγεθος του εμβρύου δυσχεραίνουν την εξέταση από το απευθυσμένο (DesCôteaux et al. 2009). Στη βιβλιογραφία αναφέρεται για τα βοοειδή η εξωδερμική υπερηχοτομογραφική εξέταση για την εκτίμηση της υγείας του εμβρύου κατά το τελευταίο στάδιο της κυοφορίας (Buczinski 2009), καθώς και για την διάγνωση κυοφορίας μετά την 150η μέρα (Hunnam et al. 2009). Στους βούβαλους η διάγνωση της κυοφορίας υπερηχοτομογραφικά είναι εφικτή μόλις από τη 19^η

ημέρα της κυοφορίας (Pawshet et al. 1994).

Στα μικρά μηρυκαστικά τις πρώτες 20 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση, ενδείξεις κυοφορίας αποτελούν οι μικρές, ετερόπλευρες, επιμήκεις, ανηχογενείς περιοχές εντός της μήτρας (Doize et al. 1997, Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007). Με την εξέλιξη της κυοφορίας η μήτρα εμφανίζεται χωρισμένη σε διαμερίσματα, λόγω της παρουσίας εμβρυικών υγρών και της προεκβολής των ενδομητριάων πτυχών στο εσωτερικό της (Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007). Ιδιαίτερα σημαντικά ευρήματα στα μικρά μηρυκαστικά αποτελούν η ανεύρεση εντός του αυλού της μήτρας μιας ανηχογενούς μαύρης φυσαλίδας (εμβρυϊκό κυστίδιο) καθώς και ο εντοπισμός της καρδιάς του εμβρύου, η οποία πάλλεται. Κατά την εξέταση από το απευθυσμένο το εμβρυϊκό κυστίδιο και η καρδιά, εντοπίζονται τη 18^η – 21^η και την 21^η – 24^η ημέρα, αντίστοιχα, ενώ κατά την εξωδερμική εξέταση μεταξύ

Πίνακας 2. Αξιολόγηση της διάγνωσης της κυοφορίας στα πρόβατα και τις αίγες με χρήση της υπερηχοτομογραφίας (B-mode), ανάλογα με τη μέθοδο, τη χρησιμοποιούμενη κεφαλή και το στάδιο της κυοφορίας

Table 2. Evaluation of pregnancy diagnosis in sheep and goats with ultrasonography (B-mode), according to different methods of examination, probes and gestational age

Συγγραφείς	Μέθοδος & είδος κεφαλής	Στάδιο κυοφορίας (ημέρα)	Ακρίβεια (%)	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)	Θετική προγνωστική αξία (%)	Αρνητική προγνωστική αξία (%)
Taverne et al., (1985)	¹ ta, ³ linear array, 3,0 MHz	≤28 ^η 29 ^η -59 ^η 60 ^η -89 ^η ≥90 ^η	- - - -	80,0 99,1 99,4 100	- 97,7 97,4 100	100 99,5 99,4 100	- 95,5 97,4 100
Gearhart et al. (1988)	¹ ta, ³ linear array, 5,0 MHz ² tr, ³ linear array, 5,0 MHz	25 ^η -50 ^η 51 ^η -150 ^η 0-25 ^η 26 ^η -50 ^η	- - - -	- - - -	- - - -	89,84 100 12,28 64,76	10,16 0 87,72 35,24
Garcia et al. (1993)	² tr, ³ linear array, 5,0 MHz	17 ^η -19 ^η 21 ^η -23 ^η 24 ^η -26 ^η 32 ^η -34 ^η	52,0 71,0 87,0 95,0	58,0 50,0 65,0 85,0	49,0 80,0 95,0 98,0	31,0 50,0 85,0 96,0	74,0 80,0 87,0 94,0
Gonzalez et al. (2004)	² tr, ³ linear array, 7,5 MHz	20 ^η 22 ^η 24 ^η 26 ^η	55,7 72,2 89,3 99,4	11,4 44,3 78,5 98,7	100 100 100 100	- - - -	- - - -
Karen et al. (2004)	² tr, ³ linear array, 5,0 MHz	18 ^η -24 ^η 25 ^η -30 ^η 31 ^η -40 ^η 41 ^η -50 ^η	- - - -	21,8-46,0 32,3-92,5 63,3-92,3 50,0-96,8	92,1-92,7 92,0-94,2 91,7-94,6 83,3-94,6	66,6-82,1 73,3-93,3 77,5-93,9 63,6-93,8	64,2-68,2 66,6-93,4 84,7-93,1 90,9
Karen et al. (2006)	¹ ta, ³ linear array, 3,5 MHz	43 ^η -56 ^η 76 ^η -87 ^η	69,0 71,6	54,0 60,0	78,6 78,4	62,0 62,1	72,7 76,9
Romano & Christian (2008)	² tr, ³ linear array, 7,5 MHz	18 ^η 19 ^η ≥20 ^η	70,0-90,0 96,7-100 100	- - -	- - -	- - -	- - -
Ganaie et al. (2009)	¹ ta, ⁴ sector scanner, 3,5 MHz	15 ^η -30 ^η 31 ^η -45 ^η 46 ^η -60 ^η ≥ 61 ^η	68,0 78,0 94,0 100	70,4 79,5 95,4 100	50,0 66,6 83,3 100	- - - -	- - - -

1ta : transabdominal (εξωτερικά από τα κοιλιακά τοιχώματα)

2tr : transrectal (διαμέσου του απευθυσμένου)

3linear array (γραμμικής διάταξης)

4sector scanner (μηχανικού τύπου).

της 22^{ης} – 26^{ης} και της 27^{ης} – 35^{ης} ημέρας, αντίστοιχα. Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, το εγκατεστημένο έμβρυο μπορεί να ανιχνευθεί από το απευθυσμένο από την 28^η ημέρα και μετά (Suguna et al. 2008). Στα μικρά μηρυκαστικά τυπικά υπερηχοτομογραφικά ευρήματα κατά την διάγνωση της κυοφορίας αποτελούν επίσης και η ανεύρεση ανηχογενούς υγρού με σχηματισμούς της μορφής «C» ή «O» εντός αυτού (πλακούντια), και κυρίως του εμβρύου. Τα πλακούντια ανιχνεύονται κατά την 30 ημέρα, ενώ τα χαρακτηριστικά σχήματα που προαναφέρθηκαν παρατηρούνται μετά την 42^η ημέρα (Doize et al. 1997). Η πλέον αξιόπιστη χρονική περίοδος για την επιβεβαίωση της κυοφορίας τοποθετείται μετά την 30η μέρα (Meinecke Tillmann and Meinecke 2007). Κατά το τελευταίο τρίμηνο της κυοφορίας ο εξωδερμικός έλεγχος υπερτερεί σε σύγκριση με την εξέταση από το απευθυσμένο, επειδή το βάρος της μήτρας την οδηγεί χαμηλότερα στην κοιλιακή κοι-

λότητα (Kahn 1994). Σε προχωρημένα στάδια (δεύτερο μισό της κυοφορίας) το αναπτυσσόμενο έμβρυο και τα πλακούντια αποτελούν τα κύρια ευρήματα για την επιβεβαίωση της κυοφορίας. Ορισμένες παθολογικές καταστάσεις (πυομήτρα, υδρομήτρα, μητρίτιδα) μπορεί εσφαλμένα να διαγνωστούν ως πρόωμη κυοφορία. (Dawson et al. 1994).

β) Καθορισμός του φύλου του εμβρύου

Ο καθορισμός του φύλου του εμβρύου στα μηρυκαστικά βασίζεται στην απεικόνιση του γεννητικού φύματος, του οσχέου, του αιδοίου ή των θηλών του μαστού (Ribadu and Nakao 1999, Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007, Santos et al. 2007, DesCôteaux et al. 2009). Το γεννητικό φύμα του εμβρύου, αρσενικού ή θηλυκού, απεικονίζεται υπερηχοτομογραφικά ως μία δίλοβη, υπερηχογενής δομή, με λοβούς ωοειδούς

Πίνακας 3. Αξιολόγηση της διάγνωσης της κυοφορίας (ανάλογα με το στάδιο) στις αγελάδες, με τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας (B mode, κεφαλή γραμμικής διάταξης, συχνότητας 5,0 MHz)

Table 3. Evaluation of pregnancy diagnosis via ultrasonography (B-mode) in cows, according to different gestational age2tr : transrectal (διαμέσου του απευθυσμένου)

Συγγραφέας	Στάδιο κυοφορίας (ημέρα)	Ακρίβεια (%)	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)	Θετική προγνωστική αξία (%)	Αρνητική προγνωστική αξία (%)
Kastelic et al. (1989)	10 ^η -16 ^η	46,8-66,1	-	-	-	-
	18 ^η	85,5	-	-	-	-
	20 ^η -22 ^η	100	-	-	-	-
Pieterse et al. (1990)	21 ^η -25 ^η	-	44,8	82,3	68,4	63,6
	26 ^η -33 ^η	-	97,7	87,8	89,6	97,2
Badtram et al. (1991)	16 ^η -31 ^η	62,5	51,0	75,4	69,6	58,2
Saratsis et al. (1993)	22 ^η	92,0	-	-	-	-
	28 ^η	100	-	-	-	-
	42 ^η	100	-	-	-	-
Romano et al. (2006)	24 ^η -30 ^η	-	74,5-100	90,3-97,4	77,8-91,9	88,6-100
	≥29 ^η	-	100	-	-	100
	(αγελάδες)					
	21 ^η -27 ^η	-	50,0-100	87,5-92,8	80,0-92,6	63,6-100
	≥26 ^η	-	100	-	-	100
	(μοσχίδες)					

3linear array (γραμμικής διάταξης)
4sector scanner (μηχανικού τύπου).

σχήματος (Curran 1992, Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007, DesCôteaux et al. 2009). Στα θηλυκά έμβρυα το γεννητικό φύμα εντοπίζεται ακριβώς κάτω από την ουρά, ενώ στα αρσενικά εντοπίζεται οπισθίως του ομφαλού (Santos et al. 2007, DesCôteaux et al. 2009).

Η εξέταση για τον καθορισμό του φύλου στα βοοειδή μπορεί να πραγματοποιηθεί μεταξύ της 56ης και 100^{ης} ημέρας της κυοφορίας (ιδανικό διάστημα μεταξύ 60^{ης} και 70^{ης} ημέρας) (Rajamahendran et al. 1994, DesCôteaux et al. 2009). Ωστόσο οι Fricke και Lamb (2005) αναφέρουν ότι υψηλά ποσοστά επιτυχούς διάγνωσης μπορούν να επιτευχθούν ήδη από την 55η – 60^η ημέρα της κυοφορίας. Μετά την 70^η ημέρα ο γεννητικός σωλήνας διαφοροποιείται ως προς τα εξωτερικά γεννητικά όργανα του κάθε φύλου. Στο θηλυκό μεταξύ της 75^{ης} – 80^{ης} ημέρας εντοπίζονται υπερηχοτομογραφικά και οι θηλές του μαστού (DesCôteaux et al. 2009). Στους βουβάλους ιδανική περίοδος για τον καθορισμό του φύλου του εμβρύου θεωρείται η 10η έως και η 18η εβδομάδα της κυοφορίας (Ali and Fahmy 2008). Στα μικρά μηρυκαστικά κατά την εξέταση από το απευθυσμένο ο καθορισμός του φύλου είναι εφικτός όταν πραγματοποιείται μεταξύ της 40^{ης} και 60^{ης} ημέρας της κυοφορίας, ενώ όταν πραγματοποιείται εξωδερμικά οι απόψεις των ερευνητών ποικίλουν ως προς την καταλληλότερη χρονική περίοδο (μεταξύ 50^{ης} - 100^{ης} ημέρα της κυοφορίας) (Santos et al. 2007).

γ) Αριθμός κυοφορούμενων εμβρύων

Στα μηρυκαστικά για τον ακριβή προσδιορισμό του αριθμού των κυοφορούμενων εμβρύων απαιτείται η εξέταση της μήτρας σε όλο το μήκος της. Η εντόπιση τους είναι δυνατή άλλοτε σε επιμήκεις και άλλοτε σε εγκάρσιες τομές. Σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό του αριθμού των κυοφορούμενων εμβρύων είναι ο προσδιορισμός του ίδιου ανατομικού μορφώματος (σπονδυλική στήλη, καρδιά κ.ά.) ενός εμβρύου περισσότερες από μια φορές (DesCôteaux et al. 2010).

Σε πρώιμα στάδια, σε περίπτωση δίδυμης (βοοειδή) ή πολύδυμης (μικρά μηρυκαστικά) κυοφορίας, η μήτρα περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα υγρών, καθώς και περισσότερους από ένα αμνιακούς και αλλαντοϊκούς σάκους/υμένες από ό,τι «συνήθως» αναμένεται για το συγκεκριμένο στάδιο της κυοφορίας (DesCôteaux et al. 2009, DesCôteaux et al. 2010). Η παρουσία δύο ή περισσότερων ωχρών σωματίων στις ωοθήκες μιας

αγελάδας αυξάνει τις πιθανότητες για ύπαρξη δίδυμης κυοφορίας (Fricke and Lamb 2005, DesCôteaux et al. 2010). Σύμφωνα με τους DesCôteaux και συν., (2009) η εκτίμηση του αριθμού των κυοφορούμενων εμβρύων πρέπει να γίνεται μετά την 55η – 60^η ημέρα της κυοφορίας, ενώ σύμφωνα με τους Fricke και Lamb (2005) οι αγελάδες που κυοφορούν δίδυμα μπορούν να εντοπιστούν με ακρίβεια μεταξύ 40ης και 55^{ης} ημέρας. Στα μικρά μηρυκαστικά η εκτίμηση του αριθμού των κυοφορούμενων εμβρύων είναι δυνατή μόλις από τη 19^η ημέρα με εξέταση διαμέσου του απευθυσμένου (Gonzalez de Bulnes et al. 1998), ωστόσο σε συνθήκες εκτροφής η εξέταση είναι προτιμότερο να γίνεται εξωδερμικά. Σε αυτή τη περίπτωση η εκτίμηση του αριθμού των εμβρύων γίνεται από την 40η και μέχρι την 100^η ημέρα της κυοφορίας. Σ' αυτό το στάδιο της κυοφορίας τα έμβρυα είναι σαφώς διαχωρισμένα μεταξύ τους, ενώ αργότερα αυξάνονται σε μέγεθος και βρίσκονται σε στενή επαφή μεταξύ τους γεγονός που δυσχεραίνει τον προσδιορισμό του αριθμού τους. Γενικά, τα ποσοστά επιτυχούς καταμέτρησης μειώνονται όσο αυξάνεται ο αριθμός των κυοφορούμενων εμβρύων (Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007). Οι Dawson και συν., (1994) αναφέρουν ότι στα μικρά μηρυκαστικά η σημαντική αύξηση του μεγέθους των εμβρύων και η φυσιολογική μείωση της ποσότητας των εμβρυϊκών υγρών δυσχεραίνει την εκτίμηση του αριθμού των εμβρύων στο δεύτερο μισό της κυοφορίας.

δ) Εκτίμηση του σταδίου της κυοφορίας

Η εκτίμηση του σταδίου της κυοφορίας στα μηρυκαστικά πραγματοποιείται υπερηχοτομογραφικά με βάση την ανάπτυξη του εμβρύου. Εκτιμάται το μέγεθος του εμβρυϊκού κυστιδίου ή οι διαστάσεις ορισμένων ανατομικών στοιχείων του εμβρύου, όπως το κεφαλογλουτιαίο μήκος (KGM), η αμφιβρεγματική διάμετρος (ABD), το μήκος της κεφαλής, η αμφοφθάλμια απόσταση, η διάμετρος του θώρακα, η διάμετρος του κορμού, η διάμετρος της κοιλιάς και η περιφέρεια, το πλάτος των σπονδύλων, η διάμετρος του ομφάλιου λώρου, το μήκος συγκεκριμένων οστών (μηριαίο, κνήμη, βραχιόνιο, μετακάρπιο), καθώς και ο καρδιακός ρυθμός. Οι καρδιακοί παλμοί επιτρέπουν τόσο την εκτίμηση της ηλικίας του εμβρύου, όσο και τον έλεγχο της ζωτικότητάς του (Kahn 1994, Ribadu and Nakao 1999, Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007, DesCôteaux et al. 2010).

Η εκτίμηση του σταδίου της κυοφορίας στα βοοειδή μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά την 50^η ημέρα

με βάση τις παραμέτρους ΚΓΜ, τη διάμετρο της κεφαλής και του κορμού. Μετά την 55^η ημέρα οι δύο τελευταίες παράμετροι πλεονεκτούν, καθώς δεν είναι δυνατή η απεικόνιση του εμβρύου σε όλο το μήκος του, ώστε να εκτιμηθεί το ΚΓΜ. Οι Hughes και Davies (1989) αναφέρουν ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ του σταδίου της κυοφορίας και του ΚΓΜ. Κατά το δεύτερο μισό της κυοφορίας τόσο η θέση, όσο και η σημαντική αύξηση του μεγέθους του εμβρύου δυσχεραίνουν την εκτίμηση των ανατομικών παραμέτρων του (DesCôteaux et al. 2010).

Στα πρόβατα οι παλμοί της καρδιάς των εμβρύων ανιχνεύονται για πρώτη φορά την 18^η – 23^η ημέρα της κυοφορίας (Garcia et al. 1993, Schrick and Inskeep 1993), ενώ στις αίγες την 19^η – 23^η ημέρα (Martinez et al. 1998). Από τα ανατομικά στοιχεία των εμβρύων αυτά που χρησιμοποιούνται συχνότερα για το προσδιορισμό του σταδίου της κυοφορίας είναι το ΚΓΜ και η ΑΒΔ (Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007). Για την εκτίμηση του σταδίου της κυοφορίας στα μικρά μηρυκαστικά εκτός από τα έμβρυα χρησιμοποιούνται και οι μετρήσεις των εμβρυικών υμένων και των πλακουντίων (Ali and Hayber 2007).

ε) Εμβρυϊκός θάνατος

Στα βοοειδή η παρουσία σημαντικής ποσότητας ηχογενών διάστικτων «νιφάδων» εντός του αμνιακού και του αλλαντοϊκού υγρού, η ασαφής εικόνα ορισμένων εμβρυικών δομών και η απουσία καρδιακού παλμού αποτελούν ενδείξεις εμβρυϊκού θανάτου (DesCôteaux et al. 2009). Η εντόπιση του καρδιακού παλμού στα έμβρυα των βοοειδών με υπερηχοτομογραφική εξέταση από το απευθυσμένο είναι δυνατή από την 26^η – 29^η ημέρα (Rajamahendran et al. 1994), ενώ στους βούβαλους από την 29^η ημέρα (Pawshe et al. 1994).

Στα βοοειδή σε περιπτώσεις εμβρέγματος η μήτρα απεικονίζεται με απολεπτυσμένα τοιχώματα, θραύσματα οστών που απεικονίζονται ως πυκνές ηχογενείς περιοχές που επισκιάζουν τους παρακείμενους ιστούς, ενώ περιμετρικά των ευρημάτων αυτών εντοπίζεται πυώδες υγρό, με τη μορφή ανηχογενούς περιοχής και παρουσία διάσπαρτων μικρών ηχογενών σωματιδίων εντός αυτής (Fissore et al. 1986, Ribadu and Nakao 1999). Τα ευρήματα σε περιπτώσεις μουμιοποίησης περιλαμβάνουν την απεικόνιση ασαφών εμβρυικών δομών, υπερηχογενούς μάζας εντός του αυλού της μήτρας, χωρίς την παρουσία υγρών και λέπτυνση του

τοιχώματος της μήτρας (Ribadu and Nakao 1999, DesCôteaux et al. 2010).

Στα πρόβατα ο διαχωρισμός ζωντανού, μη φυσιολογικά αναπτυγμένου ή νεκρού εμβρύου, μπορεί να επιχειρηθεί μετά την 24^η ημέρα της κυοφορίας με βάση το ΚΓΜ και τους καρδιακούς παλμούς (Kaulfluss et al. 1997). Οι Suguna και συν., (2008) αναφέρουν ότι οι καρδιακοί παλμοί μπορεί να ανιχνευθούν κατά την εξέταση από το απευθυσμένο μόλις από την 21^η ημέρα της κυοφορίας, ενώ η απεικόνιση τους είναι εφικτή μέχρι και την 98^η ημέρα. Κατά τους ίδιους ερευνητές η ανίχνευση των καρδιακών παλμών εξωδερμικά είναι δυνατή από την 35^η μέχρι και την 130^η ημέρα της κυοφορίας. Στα μικρά μηρυκαστικά οι πρώτες ενδείξεις πρώιμου εμβρυϊκού θανάτου είναι η απουσία καρδιακών παλμών και κινήσεων των εμβρύων. Έπεται η ασαφής οριοθέτηση του περιγράμματος των εμβρύων, χωρίς όμως να επηρεάζεται η απεικόνιση των εμβρυικών υμένων. Η απουσία υγρού περιεχομένου στη μήτρα ή η παρουσία εντός αυτού διάστικτων ηχογενών κουκίδων, καθώς και η ασαφής απεικόνιση των πλακουντίων υποδηλώνουν μη φυσιολογική ανάπτυξη ή θάνατο του εμβρύου. Σε προχωρημένα στάδια της κυοφορίας μπορεί να παρατηρηθούν ηχογενείς ή υπερηχογενείς δομές εντός του αυλού της μήτρας, που αποτελούν κατάλοιπα των εμβρυικών οστών ή μουμιοποίηση. Επιπλέον σε αυτές τις περιπτώσεις απουσιάζουν τα πλακούντια και τα εμβρυικά υγρά. Μετά από αποβολή η μήτρα εμφανίζεται να περιέχει μεγάλη ποσότητα υγρών, οι κοτυληδόνες είναι ευδιάκριτες, ενώ περιστασιακά μπορεί να ανευρεθούν και υπολείμματα εμβρυικών υμένων (Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007).

Η υπερηχοτομογραφική εξέταση αποδεικνύεται χρήσιμη και σε συγγενείς ή επίκτητες παθολογικές καταστάσεις των εμβρύων όπως για παράδειγμα ο σχιστόσωμος, η εμβρυϊκή μύλη, τα σιαμαία έμβρυα, το δικέφαλο έμβρυο, η εξωθωρακική καρδιά, το υδροκέφαλο, ο εμβρυϊκός ασκίτης και το υδροπेरικάρδιο (DesCôteaux et al. 2009, DesCôteaux et al. 2010).

Παθολογικές καταστάσεις της μήτρας

Στα βοοειδή η υπερηχοτομογραφία επικουρεί διαγνωστικά τη διαφοροποίηση της επιλόχειας μητρίτιδας, της κλινικής και της υποκλινικής μητρίτιδας και ενδομητρίτιδας, της πυομήτρας, της βλεννομήτρας και της υδρομήτρας. Σε περιπτώσεις μητρίτιδας τα τοιχώματα της μήτρας απεικονίζονται συνήθως λεπτά, χωρίς κοτυ-

Πίνακας 1. Ποσοστά ευαισθησίας της υπερηχοτομογραφίας (B-mode, κεφαλή γραμμικής διάταξης), ανάλογα με τη μέθοδο εξέτασης και τη συχνότητα της κεφαλής για την ανίχνευση του ωχρού σωματίου του ωθητικού κύκλου στις αγελάδες

Table 1. Sensitivity of ultrasonography (B-mode, linear array probe) for the detection of corpus luteum in cows during estrous cycle, according to method of examination and probes' frequency

Συγγραφέας	Μέθοδος εξέτασης	Συχνότητα κεφαλής (MHz)	Ποσοστά ευαισθησίας
Kahn W. and Ludlow W. (1986)	tr ¹	5,0	85,0%
Pieterse et al. (1990)	tv ²	5,0	80,6%
Saratsis et al. (1993)	tr ¹	5,0	97,6%
Ribadu et al. (1994)	tr ¹	7,5	95,0%

1tr : transrectal (διαμέσου του απευθυσμένου)

2tv : transvaginal (διαμέσου του κόλπου).

ληδόνες, ενώ το υγρό εντός του αυλού της παρουσιάζει διαφόρου βαθμού ηχογένεια και περιέχει υπερηχογενή σωματίδια. Η κλινική ενδομητρίτιδα διακρίνεται από την υποκλινική από τη παρουσία πυώδους εκκρίματος. Η φλεγμονή στη μήτρα και η συγκέντρωση παθολογικού, αλλά όχι πυώδους περιεχομένου αποτελούν διαγνωστικά ευρήματα υποκλινικής ενδομητρίτιδας. Σε περιπτώσεις πυομήτρας εντοπίζεται ανομοιογενές σε ηχογένεια πυώδες υλικό σε συγκέντρωση που ποικίλει και περιέχει υπερηχογενή σωματίδια. Η διάμετρος του αυλού της μήτρας ποικίλει (DesCôteaux et al. 2009) και ο βαθμός ηχογένειας του υγρού περιεχομένου της εξαρτάται από τη σύσταση του υγρού (Ribadu and Nakao 1999). Όταν η ποσότητα του περιεχομένου είναι μικρή και περιέχει μεγάλες ποσότητες από υπολείμματα ιστών και μεγάλο αριθμό λευκοκυττάρων, η ηχογένεια του υλικού προσομοιάζει με αυτή του τοιχώματος της μήτρας.

Η βλεννομήτρα και η υδρομήτρα εμφανίζουν παρόμοια υπερηχοτομογραφική εικόνα, στην οποία η μήτρα απεικονίζεται με λεπτά τοιχώματα και το υγρό εντός αυτής απεικονίζεται με μεγάλο αριθμό ηχογενών σωματιδίων («χιονισμένη») (Fissore et al. 1986). Άλλες παθολογικές καταστάσεις στη διαγνωστική προσέγγιση των οποίων συμβάλλει η υπερηχοτομογραφία είναι η πνευμομήτρα, καθώς και η ύπαρξη αποστημά-

των και νεοπλασμάτων (λεμφοσαρκώματα) στη μήτρα. Υπερηχοτομογραφικά μπορούν να απεικονισθούν και διάφορες παθολογικές καταστάσεις του κόλπου, όπως ο ουρόκολπος, ο αερόκολπος, τα αιματώματα, τα αποστήματα και η κοιλίτιδα (DesCôteaux et al. 2010).

Στα μικρά μηρυκαστικά η χρήση της υπερηχοτομογραφίας αναφέρεται ως διαγνωστικό μέσο για τη διερεύνηση παθολογικών καταστάσεων όπως η υδρομήτρα, η λοχειομήτρα, η συστροφή της μήτρας και η κατακράτηση εμβρυικών υμένων (KEY). Η KEY χαρακτηρίζεται από την απεικόνιση υμένων που επιπλέουν στον αυλό της μήτρας ή/και περιβάλλουν τις κοτυληδόνες. Η λοχειομήτρα απεικονίζεται ως συγκέντρωση υποηχογενούς υγρού με ηχογενή σωματίδια εντός της διατεταμένης μήτρας, ενώ η εικόνα της υδρομήτρας είναι παρόμοια με αυτή των βοοειδών (Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007). Στα μικρά μηρυκαστικά μπορεί να εκτιμηθεί υπερηχοτομογραφικά και η ρήξη της μήτρας κατά το τοκετό (DesCôteaux et al. 2010).

Εφαρμογές στη βιοτεχνολογία

Η χρήση της υπερηχοτομογραφίας είναι πλέον ιδιαίτερα διαδεδομένη σε προγράμματα μεταφοράς εμβρύων στα μηρυκαστικά, τόσο για τον έλεγχο της

αντίδρασης του ζώου δότη στις παρεμβάσεις, όσο και για την επιλογή των κατάλληλων δεκτών εμβρύων (Teixeira et al. 2008, DesCôteaux et al. 2009). Με τη χρήση της υπερηχοτομογραφία έχει καταστεί ευκολότερη η παρακέντηση των ωοθηκών (ovum pick up) με σκοπό τη συλλογή ωαρίων για *in vitro* γονιμοποίηση (Santl et al. 1998, Manik et al. 2003, Singh et al. 2003, Aerts et al. 2005), καθώς και η παρακέντηση των ωοθυλακίων και των εμβρυικών υμένων στα βοοειδή, με σκοπό τη λήψη υγρού για ορμονικούς προσδιορισμούς (Rajamahendran et al. 1994, Ribadu and Nakao 1999). Στα βοοειδή η χρήση της υπερηχοτομογραφίας στα πρωτόκολλα συγχρονισμού των οίστρων (Presync, Ovsync κ.λπ.) συνέβαλε στην αύξηση των ποσοστών γονιμοποίησης και στη μείωση του μεσοδιαστήματος τοκετού -σπερματέγχυσης/οχείας, καθώς βελτιστοποιήθηκε η παρακολούθηση της εξέλιξης του ωοθηκικού κύκλου και της εντόπισης των μη κυοφορούντων ζώων (Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007, DesCôteaux et al. 2009).

Με τη βοήθεια της υπερηχοτομογραφίας έγινε δυνατή η έγχυση ουσιών εντός των ωοθηκών ή των σχηματισμών τους (ωοθυλάκια, ωχρά σωμάτια, κύστεις) (Rajamahendran et al. 1994, Singh et al. 2003) η διακοπή δίδυμης κυοφορίας με μεγαλύτερη ασφάλεια (Rajamahendran et al. 1994) και η αξιολόγηση της διενέργειας τεχνητής σπερματέγχυσης με παράλληλο έλεγχο του σημείου εναπόθεσης του σπέρματος (Beal et al. 1992). Με τη βοήθεια υπερηχοτομογραφικής συσκευής τύπου B-mode, αλλά κυρίως με τους τύπους Doppler ή colour Doppler, είναι δυνατή η παρακολούθηση της λοχείας, της παλινδρόμησης της μήτρας και των αλλαγών των αιμοδυναμικών παραμέτρων στην αιματική κυκλοφορία των ωοθηκών κατά τον ωοθηκικό κύκλο (Herzog and Bollwein 2007, Meinecke – Tillmann and Meinecke 2007, DesCôteaux et al. 2009, Serin et al. 2010).

Οικονομική σημασία υπερηχοτομογραφίας

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη από τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας είναι η δυνατότητα που παρέχει για άμεσο και χωρίς επιπλοκές έλεγχο της αναπαραγωγικής δραστηριότητας των ζώων. Ιδιαίτερης σημασίας είναι η δυνατότητα εντοπισμού των ζώων που δεν κυοφορούν νωρίτερα σε σύγκριση με τη βραχιόνια ψηλάφηση (κατά 7 με 9 ημέρες) και η δυνατότητα άμεσης ορμονικής παρέμβασης (Fricke 2002, Fricke and Lamb 2005). Η πρόωπη διάγνωση της κυοφορίας και η εφαρμογή μιας πιο επιθετικής αναπαραγωγικής

στρατηγικής μπορεί να συμβάλλει στη μείωση του μεσοδιαστήματος τοκετού – γονιμοποίησης (Fricke 2002). Ο Stevenson (2005) αναφέρει ότι οι μεγαλύτερες απώλειες εισοδήματος των εκτροφών σχετίζονται με την απομάκρυνση ζώων εξαιτίας αγονιμότητας καθώς και με τα μεγάλα μεσοδιαστήματα τοκετού - γονιμοποίησης. Οι δύο αυτές παράμετροι επηρεάζουν τις συνολικές απώλειες (επιβαρύνουν το συνολικό κόστος) κατά 68% - 83%. Κατά τον ίδιο ερευνητή το κέρδος από τη πρόωπη ανίχνευση του οίστρου υπολογίζεται μεταξύ 6\$ και 83\$/αγέλαδα/έτος. Μεγάλη προσοχή από την πλευρά του κτηνιάτρου απαιτείται κατά τη πρόωπη διάγνωση της κυοφορίας, περίοδο κατά την οποία τα ποσοστά εμβρυικής θνησιμότητας είναι αυξημένα, για αυτό και απαιτείται επανέλεγχος (Fricke and Lamb 2005). Η δυνατότητα έλεγχου της εμβρυικής θνησιμότητας αποτελεί ένα ακόμα μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης της υπερηχοτομογραφίας στην αναπαραγωγή των μηρυκαστικών. Σε ιδιαίτερα εντατικά συστήματα εκτροφής ο εντοπισμός δίδυμης (βοοειδή) ή πολύδυμης (μικρά μηρυκαστικά) κυοφορίας δίνει τη δυνατότητα διαχωρισμού των ζώων σε ομάδες που υπόκεινται σε διαφορετική διαχείριση. Στα βοοειδή η δυνατότητα ανίχνευσης του φύλου του εμβρύου αυξάνει την αξία πώλησης ενός ζώου υψηλού γενετικού δυναμικού. Ακόμα και η δυνατότητα διάγνωσης ορισμένων παθολογικών καταστάσεων της μήτρας, που δεν εντοπίζονται εύκολα με την ψηλάφηση, προσφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη (DesCôteaux et al. 2009).

Οι Fricke και Lamb (2005) αναφέρουν τρία σημεία κλειδιά στην αναπαραγωγική διαχείριση των βοοειδών κρεοπαραγωγής με τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας: 1) αξιολόγηση του αναπαραγωγικού συστήματος (Reproductive Tract Scoring, RTS), 2) πρόωπη διάγνωση της κυοφορίας και 3) ανίχνευση του φύλου. Το σύστημα RTS ουσιαστικά αναπτύχθηκε για την εκτίμηση της ωριμότητας ενός ζώου ώστε να χρησιμοποιηθεί για αναπαραγωγή. Η αξιολόγηση στο σύστημα αυτό είναι υποκειμενική και βασίζεται στον έλεγχο της ανάπτυξης της μήτρας και παράλληλα στον έλεγχο της ανάπτυξης λειτουργικών σχηματισμών στις ωοθήκες (ωοθυλάκια, ωχρά σωμάτια). Η πρόωπη διάγνωση της κυοφορίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του μεσοδιαστήματος σπερματέγχυσης και ανίχνευσης ζώων που δεν κυοφορούν, ώστε τα τελευταία να γονιμοποιηθούν το συντομότερο δυνατόν. Η ανίχνευση του φύλου του εμβρύου, έχει μεγάλη σημασία στις εκτροφές ζώων κρεοπαραγωγής, δεδομένου ότι τα αρσενικά αποδίδουν περισσότερο σε σφάγιο. Κάτι ανάλογο ισχύει και για τις αγελάδες γαλακτοπαραγωγής, όπου η κυοφορία ενός

θηλυκού ζώου μπορεί να αυξήσει την αξία αγοράς της μητέρας.

Η μείωση του κόστους αγοράς του απαραίτητου εξοπλισμού (4.000 - 5.000 €) σε σύγκριση με το παρελθόν, σε συνδυασμό με το οικονομικό όφελος από τις διαγνωστικές δυνατότητες που προσφέρει δικαιολογεί την επένδυση προμήθειας του υπερηχοτομογράφου. Στις Η.Π.Α. υπολογίζεται ότι ένας έμπειρος κτηνίατρος, μπορεί εύκολα να αποσβέσει το κόστος μιας τέτοιου είδους επένδυσης σε χρονικό διάστημα 3 ετών, εφόσον επιβλέπει 15 βοοτροφικές εκτροφές δυναμικότητας 100 ζώων η κάθε μία, χρεώνοντας τα μισά χρήματα από αυτά που θα έχανε ο κτηνοτρόφος εξαιτίας των αναπαραγωγικών προβλημάτων (Fricke 2002).

Στα μικρά μηρυκαστικά η χρήση της υπερηχοτομογραφίας μπορεί να αποδειχθεί ωφέλιμη σε προηγμένα κυρίως συστήματα εκτροφής. Η διάγνωση των ζώων που δεν κυοφορούν από την 30^η ημέρα δια μέσου του απευθυσμένου ή την 45^η ημέρα εξωδερμικά, παρέχει τη δυνατότητα να επιχειρηθεί νέα σύζευξη σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η εκτίμηση του αριθμού των εμβρύων δίνει τη δυνατότητα καλύτερης ομαδοποίησης των ζώων του ποιμνίου, με ανάλογη προσαρμογή της διατροφής, καθώς και την καλύτερη διαχείριση των τοκετών. Επιπρόσθετα σημειώνεται η συμβολή του υπερήχου στη δυνατότητα ελέγχου της ζωτικότητας του εμβρύου (π.χ. σε περίπτωση δυστοκίας) ή στον έλεγχο κατά τον τοκετό για την ύπαρξη άλλου εμβρύου εντός

της μήτρας ή κάποιας παθολογικής κατάστασης (π.χ. ενδομητρίτιδα), έτσι ώστε να υπάρξει άμεση κτηνιατρική παρέμβαση.

Επίλογος

Η χρήση της υπερηχοτομογραφίας στη κτηνιατρική κλινική πράξη των μηρυκαστικών ζώων από τη δεκαετία του '80 αποτέλεσε ορόσημο για την περαιτέρω βελτίωση της αναπαραγωγικής διαχείρισης. Η πρόωμη διάγνωση της κυοφορίας, η δυνατότητα καταμέτρησης του αριθμού των κυοφορούμενων εμβρύων, ο έλεγχος της ζωτικότητας του εμβρύου και η έγκαιρη και αποτελεσματική διάγνωση παθήσεων του γεννητικού συστήματος είναι τα κυριότερα πλεονεκτήματα της απεικονιστικής αυτής μεθόδου, που συνέβαλαν στην καθιέρωσή της ως ενός πολύτιμου διαγνωστικού μέσου που διαθέτει ο σύγχρονος κτηνίατρος. Με τη πάροδο του χρόνου όλο και περισσότερες εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας αναπτύσσονται και ενσωματώνονται στη κλινική πράξη. Σε χώρες με προηγμένη κτηνοτροφία η χρήση της έχει γίνει καθημερινή πρακτική με άμεσα οικονομικά οφέλη, για κτηνοτρόφους και κτηνιάτρους. Η υιοθέτηση της υπερηχοτομογραφίας από τους Έλληνες κλινικούς κτηνιάτρους με σκοπό τη βελτίωση της αναπαραγωγικής διαχείρισης στα μηρυκαστικά ζώα, μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικότητας και τη μεγιστοποίηση του κέρδους των εκτροφών και των ίδιων των κτηνιάτρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aerts M.J.J., Oste M., Bols E.J.P. (2005). "Development and practical applications of a method for repeated transvaginal, ultrasound-guided biopsy collection of the bovine ovary." *Theriogenology* 64(4): 947-957.
- Ali A. and Fahmy S. (2008). "Ultrasonographic fetometry and determination of fetal sex in buffaloes (*Bubalus bubalis*)." *Animal Reproduction Science* 106(1-2): 90-99.
- Ali A. and Hayder M. (2007). "Ultrasonographic assessment of embryonic, fetal and placental development in Ossimi sheep." *Small Ruminant Research* 73(1-3): 277-282.
- Badtram A.G., Gaines D.J., Thomas B.C., Bosu K.T.W. (1991). "Factors influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus." *Theriogenology* 35(6): 1153-1167.
- Bartolome J.A., William T.W., Melendez P., Risco C.A., Archbald L.F. (2005). "Strategies for the diagnosis and treatment of ovarian cysts in dairy cattle." *Journal of American Veterinary Medical Association* 227(9): 1409-1414.
- Beal E.W., Perry C.R., Corah R.L. (1992). "The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef-cattle." *Journal of Animal Science* 70(3): 924-929.
- Braun U. (1997). *Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind*, 1st ed., Parey Publishing, pp. 318-320.
- Buckrell C.B. (1988). "Applications of ultrasonography in reproduction in sheep and goats." *Theriogenology* 29(1): 71-84.
- Buczinski S. (2009). "Ultrasonographic Assessment of Late Term Pregnancy in Cattle." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25(3): 753-765.
- Curran S. (1992). "Fetal sex determination in cattle and horses by ultrasonography." *Theriogenology* 37(1): 17-21.
- Dawson L.J., Sahl T., Hart S.P., Detweiler G., Gipson T.A., Teh T.H., Henry G.A., Bahr R.J. (1994). "Determination of fetal numbers in Alpine does by real-time ultrasonography." *Small Ruminant Research* 14(3): 225-231.
- DesCôteaux L., Gnemmi G., Colloton J. (2009). "Ultrasonography of the bovine female genital tract." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25(3): 733-752.
- DesCôteaux L., Colloton J., Gnemmi G. (2010). *Practical Atlas of*

- Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography, 1st ed., Wiley-Blackwell, pp. 35–142, pp. 181–210.
- Doize F., Vaillancourt D., Carabin H., Belanger D. (1997). "Determination of gestational age in sheep and goats using transrectal ultrasonographic measurement of placentomes." *Theriogenology* 48(3): 449-460.
- Duggavathi R., Bartlewski M.P., Barrett W.M.D., Rawling C.N. (2003). "Use of high-resolution transrectal ultrasonography to assess changes in numbers of small ovarian antral follicles and their relationships to the emergence of follicular waves in cyclic ewes." *Theriogenology* 60(3): 495-510.
- Edmondson J.A., Fissore A.R., Pashen L.R., Bondurant H.R. (1986). "The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structures." *Animal Reproduction Science* 12(3): 157-165.
- Fissore A.R., Edmondson J.A., Pashen L.R., Bondurant H.R. (1986). "The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. II. Non-pregnant, pregnant and pathological conditions of the uterus." *Animal Reproduction Science* 12(3): 167-177.
- Fricke M.P. (2002). "Scanning the Future—Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle." *Journal of Dairy Science* 85(8): 1918-1926.
- Fricke M.P. and Lamb G.C. (2005). "Potential application and pitfalls of reproductive ultrasonography in bovine practice." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 21(2):419-436.
- Ganaie A.B., Khan Z.M., Islam R., Makhdoomi M.D., Qureshi S., Wani M.G. (2009). "Evaluation of different techniques for pregnancy diagnosis in sheep." *Small Ruminant Research* 85(2-3): 135-141.
- Garcia A., Neary K.M., Kelly R.G., Pierson A.R. (1993). "Accuracy of ultrasonography in early pregnancy diagnosis in the ewe." *Theriogenology* 39(4): 847-861.
- Gearhart A.M., Wingfield E.W., Knight P.A., Smith A.J., Dargatz A.D., Boon A.J., Stokes A.C. (1988). "Real-time ultrasonography for determining pregnancy status and viable fetal numbers in ewes." *Theriogenology* 30(2): 323-337.
- Ginther O.J. (1986). *Ultrasonic imaging and reproductive events in the mare*, 1st ed., Equiservices Publishing, Cross Plains, Wisconsin.
- Ginther, O.J. (1998). *Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Cattle*. Book 3, 1st ed., Equiservices Publishing, Cross Plains, Wisconsin, pp. 105-130.
- Gonzalez de Bulnes A., Diaz-Delfa C., Urrutia B., Carrizosa J.A., Lopez-Sebastian A. (2004). "Ultrasonographic screening of the ovulatory process in goats." *Small Ruminant Research* 52(1-2): 165-168.
- Gonzalez de Bulnes A., Santiago Moreno J., Lopez Sebastian A. (1998). "Estimation of fetal development in Manchega dairy ewes by transrectal ultrasonographic measurements." *Small Ruminant Research* 27(3): 243-250.
- Gonzalez de Bulnes A., Pallares P., Vazquez M.I. (2010). "Ultrasonographic imaging in small ruminant reproduction." *Reproduction in Domestic Animals* 45 (Suppl. 2): 9-20.
- Gonzalez F., Cabrera F., Batista M., Rodriguez N., Alamo D., Sulon J., Beckers J.F., Gracia A. (2004). "A comparison of diagnosis of pregnancy in the goat via transrectal ultrasound scanning, progesterone, and pregnancy-associated glycoprotein assays." *Theriogenology* 62(6): 1108-1115.
- Hanzen CH., Pieterse M., Scenzi O., Drost M. (2000). "Relative accuracy of the identification of ovarian structures in the cow by ultrasonography and palpation per rectum." *The Veterinary Journal* 159(2): 161-170.
- Herzog K. and Bollwein H. (2007). "Application of doppler ultrasonography in cattle reproduction." *Reproduction in Domestic Animals* 42(Suppl. 2): 51-58.
- Hughes E. A. and Davies D.A. (1989). "Practical uses of ultrasound in early pregnancy in cattle." *The Veterinary Record* 124(17): 456-458. (abstract only)
- Hunnam J.C., Parkinson T.J., Lopez-Villalobos N., McDougall S. (2009). "Comparison of transcutaneous ultrasound over the right flank with transrectal ultrasound for pregnancy diagnosis in the dairy cow." *Australian Veterinary Journal* 87(8): 318-322.
- Kahn W. (1994). *Veterinary Reproductive Ultrasonography*, special edition, Mosby-Wolfe, London, pp. 83–212.
- Kahn W. and Ludlow W. (1986). "Die Anwendung der Echographie zur Diagnose der ovarfunktion beim Rind." *Tierärztliche Umschau* 41: 3–12.
- Karen A., Amiri B.E., Beckers J.F., Sulon J., Taverne M.A.M., Szenci O. (2006). "Comparison of accuracy of transabdominal ultrasonography, progesterone and pregnancy-associated glycoproteins tests for discrimination between single and multiple pregnancy in sheep." *Theriogenology* 66(2): 314-322.
- Karen A., Szabados K., Reiczig J., Beckers J.F., Szenci O. (2004). "Accuracy of transrectal ultrasonography for determination of pregnancy in sheep: effect of fasting and handling of the animals." *Theriogenology* 61(7-8): 1291-1298.
- Kastelic J.P., Curran S., Ginther O.J. (1989). "Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers." *Theriogenology* 31(4): 813-820.
- Kaulfuss K.H., May J., Sóss R., Moog U. (1997). "In vivo diagnosis of embryo mortality in sheep by real-time ultrasound." *Small Ruminant Research* 24(2): 141-145.
- Kayacik V., Salmanoglu M.R., Polat B., Ozluer A. (2005). "Evaluation of the corpus luteum size throughout the cycle by ultrasonography and progesterone assay in cows." *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29(6): 1311-1316.
- Kiowski E., Brozos C.N., Nikolaidis N., Souglis E., Bollwein H. (2010). "Changes in echostructure values of the cervix during pregnancy in Holstein Friesian cows." *Reproduction in Domestic Animals* 45 (Suppl. s1): 25-26.
- Lindhall I.L. (1966). "Detection of pregnancy in sheep by means of ultrasound." *Nature* 212(5062): 642-643.
- Manik R.S., Singla S.K., Palta P. (2003). "Collection of oocytes through transvaginal ultrasound – guided aspiration of follicles in an Indian breed of cattle." *Animal Reproduction Science* 76(3-4): 155-161.
- Martinez M.F., Bosch P., Bosch R.A. (1998). "Determination of early pregnancy and embryonic growth in goats by transrectal ultrasound scanning." *Theriogenology* 49(8): 1555-1565.
- Medan M.S., Watanabe G., Sasaki K., Taya K. (2004). "Transrectal ultrasonic diagnosis of ovarian follicular cysts in goats and treatment with GnRH." *Domestic Animal Endocrinology* 27(2): 115-124.
- Meinecke - Tillmann S. and Meinecke B. (2007). Chapter 14: Ultrasonography in small ruminant reproduction, In *Comparative Reproductive Biology*, 1st ed, Blackwell Publishing, pp. 349-376.
- Pawse C.H., Appa Rao K.B.C., Totey S.M. (1994). "Ultrasonographic imaging to monitor early pregnancy and embryonic development in the buffalo (*Bubalus bubalis*)." *Theriogenology* 41(3): 697-709.
- Pierson R.A. and Ginther O.J. (1984). "Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers." *Theriogenology* 22(2): 225-233.
- Pierson R. A. and Ginther O.J. (1988). "Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle." *Theriogenology* 29(1): 21-37.
- Pierson R.A., Kastelic J.P., Ginther O.J. (1988). "Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses." *Theriogenology* 29(1): 3-20.
- Pieterse M.C., Szenci O., Willemse A.H., Bajcsy C.S.A., Dieleman S.J., Taverne M.A.M. (1990). "Early pregnancy diagnosis in cattle

- by means of linear-array real-time ultrasound scanning of the uterus and a qualitative and quantitative milk progesterone test." *Theriogenology* 33(3): 697-707.
- Pieterse M.C., Taverne M.A., Kruip T.A., Willemse A.H. (1990). "Detection of corpora lutea and follicles in cows: a comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation." *The Veterinary Record* 126(22): 552-554.
- Rajamahendran R., Divakar J.A., Burton B. (1994). "Clinical and research application of real-time ultrasonography in bovine reproduction: A review." *Canadian Veterinary Journal* 35(9): 563-571.
- Ribadu A.Y. and Nakao T. (1999). "Bovine reproductive ultrasonography: A review." *Journal of Reproduction and Development* 45(1): 13-28.
- Ribadu A.Y., Ward W.R., Dobson H. (1994). "Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration." *The Veterinary Record* 135(19): 452-457.
- Romano E.J. and Christians J.C. (2008). "Early pregnancy diagnosis by transrectal ultrasonography in ewes." *Small Ruminant Research* 77(1): 51-57.
- Romano J.E., Thompson J.A., Forrest D.W., Westhusin M.E., Tomaszewski M.A., Kraemer D.C. (2006). "Early pregnancy diagnosis by transrectal ultrasonography in dairy cattle." *Theriogenology* 66(4): 1034-1041.
- Santl B., Wenigerkind H., Schernthaner W., Modl J., Stojkovic M., Prella K., Holtz W., Brem G., Wolf E. (1998). "Comparison of ultrasound-guided vs laparoscopic transvaginal ovum pick-up (OPU) in Simmental heifers." *Theriogenology* 50(1): 89-100.
- Santos B.H.M., Rabelo C.M., Aguiar Filho R.C., Dezzoti H.C., Reichenbach D.H., Neves P.J., Lima F.P., Oliveira L.A.M. (2007). "Accuracy of early fetal sex determination by ultrasonic assessment in goats." *Research in Veterinary Science* 83(2): 251-255.
- Saratsis Ph., Andresen P., Rexha S. (1993). "Early pregnancy diagnosis and examination of the ovaries of cows by means of ultrasound tomography." *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society* 44(3): 1-11.
- Schmauder S., Weber F., Kiossis E., Bollwein H. (2008). "Cyclic changes in endometrial echotexture of cows using a computer-assisted program for the analysis of first- and second-order grey level statistics of B-Mode ultrasound images." *Animal Reproduction Science* 106(1-2): 153-161.
- Schrick N.F. and Inskeep K.E. (1993). "Determination of early pregnancy in ewes utilizing transrectal ultrasonography." *Theriogenology* 40(2): 295-306.
- Schrick N.F., Surface R.A., Pritchard J.Y., Dailey R.A., Townsend E.C., Inskeep K.E. (1993). "Ovarian structures during the estrous cycle and early pregnancy in ewes." *Biology of Reproduction* 49(5): 1133-1140.
- Serin G., Gökdağ Ö., Tarımcılar T., Atay O. (2010). "Umbilical artery doppler sonography in Saanen goat fetuses during singleton and multiple pregnancies." *Theriogenology* 74(6): 1082-1087.
- Simoes J., Potes J., Azevedo J., Almeida J.C., Fontes P., Baril G., Mascarenhas R. (2005). "Morphometry of ovarian structures by transrectal ultrasonography in Serrana goats." *Animal Reproduction Science* 85(3-4): 263-273.
- Singh J., Adams G.P., Pierson R.A. (2003). "Promise of new imaging technologies for assessing ovarian function." *Animal Reproduction Science* 78(3-4): 371-399.
- Singh J., Dominguez M., Jaiswal R., Adams G.P. (2004). "A simple ultrasound test to predict the superstimulatory response in cattle." *Theriogenology* 62(1-2): 227-243.
- Stevenson J.S. (2005). "Breeding strategies to optimize reproductive efficiency in dairy herds." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 21(2): 349-365.
- Suguna K., Mehrotra S., Agarwal S.K., Hoque M., Singh S.K., Shanker U., Sarath T. (2008). "Early pregnancy diagnosis and embryonic and fetal development using real time B mode ultrasound in goats." *Small Ruminant Research* 80(1-3): 80-86.
- Taverne M.A., Lavoie M.C., van Oord R., van der Weyden G.C. (1985). "Accuracy of pregnancy diagnosis and prediction of foetal numbers in sheep with linear-array real-time ultrasound scanning." *The Veterinary Quarterly* 7(4): 256-263.
- Tebble J.E. (2001). "Ultrasound diagnosis and treatment outcome of cystic ovaries in cattle." *The Veterinary Record* 148(13): 411-413.
- Teixeira D.I.A., Lopes-Junior E.S., Sousa F.C., Pinheiro E.S.P., Serova I.A., Andreeva L.E., Freitas V.J.F. (2008). "The use of real-time ultrasonography to select embryo donors participating in a transgenesis goat programme." *Small Ruminant Research* 76(3): 215-219.
- Vinoles C., Meikle A., Forsberg M. (2004). "Accuracy of evaluation of ovarian structures by transrectal ultrasonography in ewes." *Animal Reproduction Science* 80(1-2): 69-79.
- Zulu V.C., Mwanza A., Patel O.V., Makondo K.J., Bhaiyat M.I. (2000). "Ultrasonographic findings of an ovarian abscess in a cow." *Journal of the Veterinary Medical Science* 62(7): 757-758.