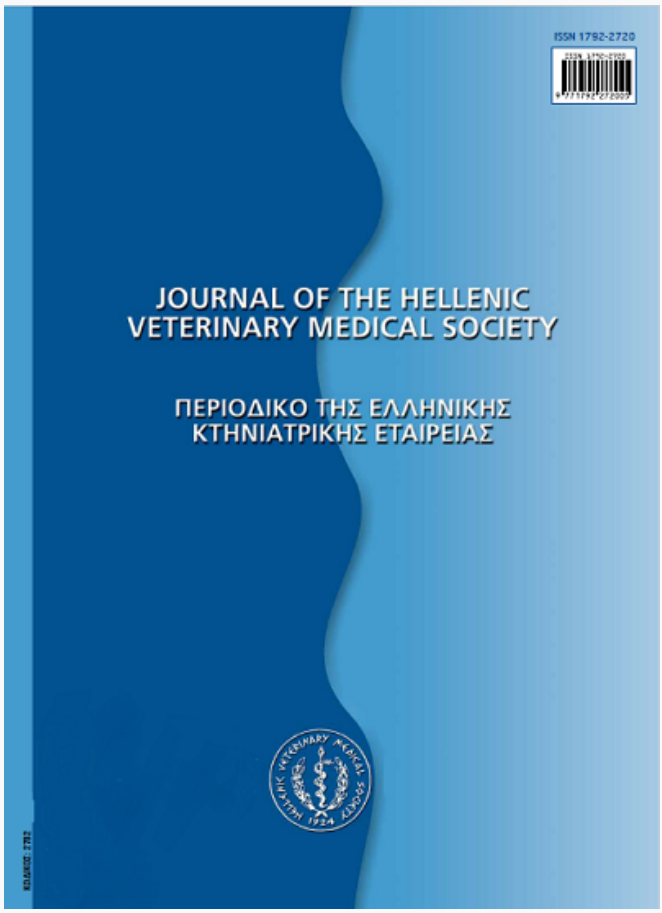
ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 61, No 4 (2010)



Applications of ultrasonography in ruminants (I): A Review.

LJ LAZARIDIS, EA KIOSSIS

doi: 10.12681/jhvms.14907

Copyright © 2018, LJ LAZARIDIS, EA KIOSSIS

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

To cite this article:

LAZARIDIS, L., & KIOSSIS, E. (2018). Applications of ultrasonography in ruminants (I): A Review. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *61*(4), 339–350. https://doi.org/10.12681/jhvms.14907

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 27/01/2026 03:40:13

JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY 2010, 61(4): 339-350
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2010, 61(4): 339-350

Review article
Ανασκόπηση

Applications of ultrasonography in ruminants (I): A Review.

Lazaridis L. J.[1], DVM, **Kiossis E. A.**[1], DVM, PhD

[1]*Clinic for Farm Animals, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki*

Εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας στα μηρυκαστικά (I): Βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Λ. Ι. Λαζαρίδης[1], DVM, **Ε. Α. Κιόσης**[1], DVM, PhD

[1]*Κλινική Παραγωγικών Ζώων, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

ABSTRACT: In the middle of 1960s ultrasonography entered the veterinary clinical practice of large animals, almost one decade after the introduction in medicine. First ultrasonography was used to approach problems of the ovine genital system. Overtime, new applications were developed and the use of ultrasonography in large animal medicine was intensified. In the everyday veterinary clinical practice B-mode ultrasonographic devices are mainly used, with simple or convex linear array probes, with a frequency of 3.0 MHz to 7.5 MHz, while sector probes are also used. The adequate knowledge of the anatomy of the region, the appropriate restraint of the animal and a previous good clinical examination are the main prerequisites to conduct an ultrasonographic examination. In ruminants ultrasonographic examination can be applied in mainy systems. In respiratory system ultrasonography is used to evaluate the general condition of the thoracic cavity, with main diagnostical applications in pulmonary emphysema, bronchopneumonia and aspiration pneumonia. In cardiovascular system ultrasonography contributes efficiently to the examination of the heart and the vessels. Doppler devices offer the opportunity of better estimation of some blood parameters. In the last two decades the use of ultrasonography has been propagated widely to approach problems associated to the digestive system of the ruminants and to evaluate the general condition of their peritoneal cavity. Ultrasonography is a very useful diagnostic tool to evaluate traumatic reticuloperitonitis and distension of the cecum. In cattle ultrasonographic examination of some organs, such as liver, spleen and pancreas, offers an opportunity to estimate changes in their size, contour and their position in the abdomen comparatively to their adjacent organs. Changes in the normal echotexture image are in most cases a sign of pathological conditions. Ultrasonography is useful in calves for the estimation of the condition of their umbilicus. At their first week of life, contributes to confront better some conditions such as omphalophlebitis, omphaloarteritis and omphalolourachitis. In the ruminants' urinary system ultrasonography is used to approach cases of urolithiasis along to the deferent section, cases with rupture of the urinary tract or cases with the presence of a mass. Application of ultrasonography in the bovine's musculoskeletal system, which has been researched thoroughly at the last two decades, offers an opportunity to image in a better way the joints which are covered by huge muscles. The anatomical and tissue function can be estimated in real time and the general condition of the animal can be evaluated. New advantages of ultrasonography are being researched, with main purpose the use of this technology as much as possible. Ultrasonography is a very effective imaging means in the service of the clinical veterinarian, which offers him the opportunity to examine in real time the area he desires in ruminants, but it doesn't replace the clinical examination.

Keywords: ultrasonography, small ruminants, bovine

Correspondence: Lazaridis L. J.
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: Λ. 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: 02.02.2010
Approval date: 15.04.2010

Ημερομηνία υποβολής: 02.02.2010
Ημερομηνία εγκρίσεως: 15.04.2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η είσοδος της υπερηχοτομογραφίας στη διαγνωστική κτηνιατρική των παραγωγικών ζώων πραγματοποιήθηκε στα μέσα του 1960, μία περίπου δεκαετία μετά την εφαρμογή της στην ιατρική. Οι πρώτες εφαρμογές αφορούσαν στην προσέγγιση περιστατικών που σχετίζονταν με το γεννητικό σύστημα του προβάτου. Με την πάροδο του χρόνου και τη διερεύνηση νέων εφαρμογών η χρήση της στα παραγωγικά ζώα εντάθηκε. Στην κλινική πράξη των παραγωγικών ζώων χρησιμοποιούνται κυρίως συσκευές τύπου B-mode, απλής και κυρτώμενης γραμμικής διάταξης, με συχνότητες από 3.0 μέχρι και 7.5 MHz, ενώ σπανιότερα χρησιμοποιούνται κεφαλές μηχανικού τύπου. Βασικές προϋποθέσεις για τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας είναι η καλή γνώση της ανατομίας της περιοχής που επιθυμούμε να εξετάσουμε, η σωστή συγκράτηση του ζώου και η καλή προκαταρκτική κλινική εξέταση. Στο αναπνευστικό σύστημα των μηρυκαστικών η υπερηχοτομογραφία χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της γενικής κατάστασης της θωρακικής κοιλότητας, με κύριες εφαρμογές το πνευμονικό εμφύσημα, τη βρογχοπνευμονία και την εισροφητική πνευμονία. Στο καρδιοαγγειακό η υπερηχοτομογραφία συμβάλλει αποτελεσματικά στην εξέταση της καρδιάς και των αγγείων του σώματος και επιπρόσθετα χάρη στην τεχνολογία του Doppler μπορούμε να εκτιμήσουμε καλύτερα αιματολογικές παραμέτρους. Η χρήση της υπερηχοτομογραφίας στις παθήσεις του πεπτικού συστήματος και γενικότερα της περιτοναϊκής κοιλότητας των μηρυκαστικών ζώων διαδόθηκε ευρύτατα τις δύο τελευταίες δεκαετίες, προσφέροντας ένα αποτελεσματικό απεικονιστικό μέσο για τον άμεσο έλεγχο των οργάνων της σε παθήσεις όπως η τραυματική κεκρυφαλοπεριτονίτιδα και η διάταση του τυφλού. Η υπερηχοτομογραφική εξέταση του ήπατος, της σπλήνας και του παγκρέατος, των βοοειδών κατά κύριο λόγο, είναι άμεση και μας δίνει τη δυνατότητα να εκτιμήσουμε αλλαγές στο μέγεθος, το σχήμα και τη θέση των οργάνων αυτών. Αλλαγές στην ηχογένειά τους είναι τις περισσότερες φορές ενδεικτικές της ύπαρξης αλλοιώσεων. Στα νεογέννητα μοσχάρια η εκτίμηση της κατάστασης του ομφαλού υπερηχοτομογραφικά, κατά την πρώτη εβδομάδα της ζωής τους, συνέβαλε στην καλύτερη αντιμετώπιση καταστάσεων όπως η ομφαλοφλεβίτιδα, η ομφαλοαρτηρίτιδα και η ομφαλοουραχίτιδα. Στο ουροποιητικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων η υπερηχοτομογραφία χρησιμοποιείται για την προσέγγιση περιπτώσεων ουρολιθιάσεων κατά μήκος της εκφορητικής μοίρας, καθώς και σε περιστατικά ρήξεων και παρουσίας μαζών. Η εφαρμογή της υπερηχοτομογραφίας στο μυοσκελετικό σύστημα των βοοειδών, του οποίου η μελέτη εντάθηκε από τα μέσα της δεκαετίας του '90, προσφέρει τη δυνατότητα για καλύτερη απεικόνιση, σε σχέση με την ακτινογραφία, των αρθρώσεων που καλύπτονται από μεγάλες μυϊκές μάζες. Η ανατομία και η ιστική λειτουργία μπορούν να εκτιμηθούν σε πραγματικό χρόνο και να αξιολογηθεί καλύτερα η κατάσταση της υγείας του ζώου. Νέες εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας που μελετώνται αφορούν στη λειτουργία διαφόρων οργάνων, όπως το ήνυστρο των νεογέννητων, τα λεμφογάγγλια και τους οφθαλμούς. Η υπερηχοτομογραφία αποτελεί ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό απεικονιστικό μέσο στα χέρια του κλινικού κτηνιάτρου, που προσφέρει τη δυνατότητα δυναμικής αποτίμησης της εξεταζόμενης περιοχής στα μηρυκαστικά ζώα, δίχως να αντικαθιστά την κλινική εξέταση, αλλά δρώντας συμπληρωματικά προς αυτήν.

Λέξεις ευρετηρίασης: υπερηχοτομογραφία, μικρά μηρυκαστικά, βοοειδή

Εισαγωγή

Η υπερηχοτομογραφία σήμερα, μετά από μία εξελικτική πορεία 60 ετών, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαγνωστικής προσέγγισης πολλών παθολογικών καταστάσεων. Μόλις τη δεκαετία του 1940 πραγματοποιήθηκε η πρώτη εφαρμογή των υπερηχητικών κυμάτων σε ανθρώπινο ιστό για θεραπευτικούς και πειραματικούς λόγους στις Η.Π.Α., από τρεις ιατρούς, ονόματι John Wild, George Ludwig και Douglas Howry. Στο μέσο της δεκαετίας του 1950 κατασκευάστηκε η πρώτη συσκευή τύπου A-mode και το 1962 η πρώτη συσκευή τύπου B-mode. Αποκορύφωση αυτής της πορείας αποτέλεσε η δημιουργία, από τους Walter Krause και Richard Soldner, της συσκευής απεικόνισης πραγματικού χρόνου (Real Time B-mode), η οποία βγήκε στην παραγωγή το 1965.

Η πρώτη αναφορά εφαρμογής της υπερηχοτομογραφίας στην κτηνιατρική επιστήμη αφορούσε τη μέτρηση του πάχους σε σφάγια ζώων (Temple et al. 1956). Το 1966 ο I.L. Lindahl ήταν ο πρώτος που εφάρμοσε την υπερηχογραφία στην κτηνιατρική για διαγνωστικούς λόγους, με σκοπό τον έλεγχο της κυοφορίας σε πρόβατα. Σαράντα χρόνια έπειτα, η εφαρμογή της υπερηχοτομογραφίας και στους τρεις τομείς της κτηνιατρικής ενασχόλησης, δηλαδή στα ζώα συντροφιάς, στα παραγωγικά ζώα και στην υγιεινή – τεχνολογία τροφίμων, είναι πλέον ιδιαίτερα διαδεδομένη. Στα μηρυκαστικά ζώα, ήδη από τη δεκαετία του 1990, καθιερώθηκε η χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως διαγνωστικό μέσο για τις παθήσεις του αναπαραγωγικού, του αναπνευστικού και του πεπτικού συστήματος.

Ο όρος διαγνωστική υπερηχοτομογραφία αναφέρεται στην απεικονιστική εκείνη μέθοδο εξέτασης που χρησιμοποιεί ηχητικά κύματα για την απεικόνιση των μαλακών ιστών. Η λειτουργία μίας υπερηχοτομογραφικής συσκευής βασίζεται στην παραγωγή υψίσυχνων ηχητικών κυμάτων, που χαρακτηρίζονται ως

υπερηχητικά (>20.000 hertz). Τα υπερηχητικά κύματα παράγονται από συσκευές εκπομπής (κεφαλή - probe), που περιέχουν σε κατάλληλη διάταξη κρυστάλλους με πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες (piezoelectric crystals). Οι κρύσταλλοι αυτοί έχουν την ιδιότητα, υπό την επίδραση ηλεκτρικής ενέργειας, να παραμορφώνονται και να παράγουν ηχητικά κύματα. Κατά τη δίοδο των υπερηχητικών κυμάτων διαμέσου των ιστών ένα μέρος τους απορροφάται, ενώ ένα άλλο μέρος αντανακλάται και επαναπροσλαμβάνεται από την κεφαλή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άσκηση πίεσης στους ίδιους κρυστάλλους, την παραμόρφωσή τους και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο με τη βοήθεια ενός καθοδικού παλμογράφου δημιουργεί σε μία οθόνη την υπερηχογραφική δομή του εξεταζόμενου ιστού (Rantanen and Ewing III 1981).

Η συχνότητα εκπομπής των υπερηχητικών κυμάτων καθορίζει τόσο το βάθος διείσδυσής τους όσο και την ανάλυση της εικόνας. Συσκευές μικρής συχνότητας (π.χ. 2,5 MHz) έχουν χαμηλότερη ανάλυση, αλλά μεγαλύτερο βάθος διείσδυσης, και το αντίστροφο (Πίνακας 1). Οι ιστοί, με τη σειρά τους, καθορίζουν ανάλογα με την πυκνότητά τους, την ποσότητα των ηχητικών κυμάτων που αντανακλάται (ηχητική ή ακουστική αντίσταση των ιστών). Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα ενός ιστού τόσο μεγαλύτερη είναι και η ηχητική αντίσταση, και επομένως και η ποσότητα των ηχητικών κυμάτων που αντανακλώνται, με τελικό αποτέλεσμα τη φωτεινότερη απεικόνιση του ιστού στην οθόνη (Rantanen and Ewing III 1981). Στην ιατρική χρησιμοποιούνται, συνήθως, υπερηχοτομογραφικές συσκευές με συχνότητες εκπομπής ηχητικών κυμάτων από 1,0 μέχρι 12,0 MHz (million cycles/sec).

Ως βάση για τη σύγκριση και την ερμηνεία της υπερηχοτομογραφικής εικόνας χρησιμοποιείται η ακουστική αντίσταση του αέρα (= 0,0004 g/cm^2/sec) και των οστών (=7,8 g/cm^2/sec), η οποία είναι ακριβώς αντίθετη. Ενδιάμεσα στην κλίμακα βρίσκονται τα υγρά και οι ιστοί που παρουσιάζουν παρόμοια ακουστική αντίσταση (1,6 – 1,7 g/cm^2/sec). Ο όρος ηχογένεια χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό της φωτεινότητας που εμφανίζει μια συγκεκριμένη δομή. Περιοχές μικρής ηχογένειας (νερό, ούρο, αίμα, γάλα) εμφανίζονται μαύρες (ανηχογενής). Αυτές με μεσαία ηχογένεια (νεφροί, ήπαρ, σπλήνας κ.ά.) εμφανίζονται ως αποχρώσεις του γκρι (υποηχογενείς), ενώ αυτές με τη μεγαλύτερη ηχογένεια (λίπος, ινώδης συνδετικός ιστός, οστά) εμφανίζονται από υπόλευκες έως λευκές (υπερηχογενείς) (Rantanen and Ewing III 1981, Streeter and Step 2007).

Table 1. Relation between frequency of sound waves and the depth of penetration.

Πίνακας 1. Σχέση μεταξύ συχνότητας εκπομπής των ηχητικών κυμάτων και του βάθους διείσδυσής τους.

Συχνότητα κεφαλής (MHz)	Βάθος διείσδυσης (cm)
1.5	30
2.5	>20 (20 έως 30)
3.5	<20
5.0	12 έως 15
7.5	6 έως 8
10.0	4

Στην υπερηχοτομογραφία είναι πολύ συχνή η παρουσία, κατά την απεικόνιση ενός ιστού, «ψευδών τεχνουργημάτων» (artifacts). Η λανθασμένη χρήση του εξοπλισμού, λάθη στην τεχνική ή στην προετοιμασία του ζώου, καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ υπερηχητικών κυμάτων και ιστών ή ακόμα και με ξένα σώματα είναι τα κύρια αίτια της δημιουργίας τους. Ωστόσο, πολλές φορές τα τεχνουργήματα αυτά μπορεί να οφείλονται σε παθολογικές καταστάσεις και να αποδειχθούν χρήσιμα στην προσέγγιση της διάγνωσης μιας πάθησης. Τα περισσότερο συνηθισμένα τεχνουργήματα που συναντάμε στα μηρυκαστικά είναι η δημιουργία ακουστικής σκιάς (ουρολιθίαση, ξένα σώματα στο κεκρύφαλο κ.λπ.), ο ακουστικός εμπλουτισμός και τα τεχνουργήματα αντήχησης (συλλογές υγρού ή αέρα, όπως η δημιουργία εικόνας όμοιας ουράς κομήτη σε περίπτωση εισροφητικής πνευμονίας) (Park et al. 1981, Streeter and Step 2007).

Μια υπερηχοτομογραφική συσκευή αποτελείται από την κεντρική κονσόλα, το χειριστήριο, την οθόνη και την κεφαλή εκπομπής των ηχητικών κυμάτων. Ανάλογα με τη διάταξη των κρυστάλλων οι κεφαλές διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες: απλή και κυρτή κεφαλή γραμμικής διάταξης (simple και convex linear array, αντίστοιχα), κεφαλή μηχανικού τύπου (sector scanner), κεφαλή διάταξης φάσης (phased array) και κεφαλή δακτυλιοειδής διάταξης (annular array). Στην πράξη, στα παραγωγικά ζώα προτιμούνται κεφαλές απλής και κυρτής γραμμικής διάταξης, συχνότητας από 3,5 μέχρι 7,5 MHz. Οι τρεις κύριοι τύποι (modes) υπερήχου είναι ο ενισχυμένος (Amplitude mode → A-mode), ο φωτεινός (Brightness mode →

B-mode) και εκείνος του χρόνου και κίνησης (Time motion mode → T-mode ή Motion mode → M-mode). Τα τελευταία χρόνια έχει εξελιχθεί και ένας νέος τύπος συσκευής που ονομάζεται Doppler και η οποία χρησιμοποιείται κυρίως για τη μέτρηση του όγκου και της ταχύτητας ροής του αίματος εντός των αγγείων, καθώς και για τη μέτρηση της διαμέτρου τους (Park et al. 1981, Rantanen and Ewing III 1981, King 2006). Το κόστος μιας υπερηχοτομογραφικής συσκευής, παρότι έχει μειωθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια, κυμαίνεται από 3.000 έως 150.000?, ανάλογα με τις δυνατότητες και την ποιότητα ανάλυσης της εικόνας.

Στη συνέχεια, θα αναλυθεί η φυσιολογική απεικόνιση των οργάνων που έχουν μελετηθεί στα μηρυκαστικά και θα αναφερθούν με συντομία οι κύριες εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας στη διαγνωστική κτηνιατρική, ανά σύστημα. Στην ανασκόπηση αυτή δεν θα αναφερθούν λεπτομερώς οι εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας στο γεννητικό σύστημα και το μαστό, θέμα το οποίο λόγω της έκτασης και της σημασίας του θα αναλυθεί σε ένα δεύτερο άρθρο. Βασική προϋπόθεση για τον λεπτομερή έλεγχο κάθε συστήματος είναι η χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού, η καλή εκπαίδευση του κλινικού και η πολύ καλή γνώση των ανατομικών δομών του κάθε συστήματος.

Αναπνευστικό σύστημα

Για τη διαγνωστική διερεύνηση του αναπνευστικού συστήματος των μόσχων χρησιμοποιούνται απλές γραμμικές κεφαλές με συχνότητα 7,5, 10,0 και 13,0 MHz, ενώ για τα ενήλικα βοοειδή, κυρτές γραμμικές κεφαλές με συχνότητα 3,5, 5,0 και 7,5 MHz (Flock 2004, Streeter and Step, 2007). Για τα μικρά μηρυκαστικά χρησιμοποιείται κεφαλή συχνότητας 5,0 MHz (Scott and Gessert 1998). Η εξέταση πραγματοποιείται αμφοτερόπλευρα, στις περιοχές που ορίζονται από την ωμοπλάτη μέχρι και τη 12η πλευρά, και από τις εγκάρσιες αποφύσεις των θωρακικών σπονδύλων μέχρι και το ύψος του αγκώνα (Rabeling et al. 1998). Για περισσότερο λεπτομερή απεικόνιση του μεσοπνευμόνιου χώρου των βοοειδών οι Braun et al. (1996) προτείνουν τη διαοισοφαγική υπερηχοτομογραφία.

Σε υγιή ζώα το πνευμονικό παρέγχυμα δεν είναι ορατό εξαιτίας της πλήρωσής του με αέρα. Αυτό που παρατηρείται είναι μία λεπτή, ηχογενής, κινητή πλευρική γραμμή, καθώς και ψευδή ηχογενή ευρήματα, με τη μορφή επάλληλων ηχογενών στρωμάτων, παράλληλων με την επιφάνεια των πνευμόνων (Scott and Gessert 1998, Streeter and Step 2007). Ο βαθμός ηχογένειας εξαρτάται από την αναλογία του λιπώδους ιστού, του μυϊκού ιστού και του ινομυώδους διαφράγματος (Rabeling et al. 1998). Η κίνηση των πνευμόνων κατά την αναπνοή είναι συγχρονισμένη και ορατή, τόσο με χαμηλής όσο και με υψηλής συχνότητας κεφαλές (Flock 2004). Ο πλευρικός και ο πνευμονικός υπεζωκότας δεν είναι πάντοτε ορατοί και φυσιολογικά, δεν διαχωρίζονται μεταξύ τους. Όταν εντοπίζονται, απεικονίζονται με τη μορφή λείας υπερηχογενούς γραμμής μεταξύ της επιφάνειας των πνευμόνων και του μυϊκού τμήματος του θωρακικού τοιχώματος (Braun et al. 1996, Flock 2004). Ο υπεζωκότας παρουσιάζει μια μορφή κίνησης, η οποία οφείλεται στις αναπνευστικές κινήσεις, και δημιουργεί την εντύπωση ότι ολισθαίνει επάνω στο θωρακικό τοίχωμα (Rabeling et al. 1998).

Η υπερηχοτομογραφία αποτελεί σημαντικό βοήθημα για την εκτίμηση προβλημάτων της θωρακικής κοιλότητας των μηρυκαστικών ζώων, καθώς και για τη διάγνωση αλλοιώσεων στην επιφάνεια των πνευμόνων τους (αποστήματα, νεοπλασίες, αιματώματα κ.ά.). Η χρήση της βρίσκει άμεση εφαρμογή στη διάγνωση του πνευμονικού εμφυσήματος, της βρογχοπνευμονίας (καταρροϊκής, πυώδους) και της εισροφητικής πνευμονίας (Flock 2004, Streeter and Step 2007). Εν τω βάθει αλλοιώσεις στο πνευμονικό παρέγχυμα δεν μπορούν να εντοπιστούν, αλλά είναι δυνατός ο εντοπισμός ατελεκτασικών περιοχών (Flock 2004, Braun et al. 1997a). Η εκτίμηση όλων των προαναφερόμενων καταστάσεων βασίζεται σε αλλαγές στην ηχογένεια των πνευμόνων, είτε εντοπισμένα είτε διάχυτα, και στη δημιουργία ψευδών τεχνουργημάτων. Ενδοθωρακικά μπορούν να διαγνωστούν διάφορες παθολογικές καταστάσεις, όπως πλευρίτιδα, πλευροπνευμονία, υδροθώρακας, πνευμοθώρακας, αλλά και αποστήματα, νεοπλασίες, κύστεις και συμφύσεις (Braun et al. 1997a, Rabeling et al. 1998, Scott and Gessert 1998, Flock 2004, Mohamed and Oikawa 2007, Streeter and Step 2007). Στα βοοειδή η υπερηχοτομογραφία βοηθάει σημαντικά στον καθορισμό της κατάλληλης περιοχής για βιοψία, καθώς και στη διενέργειά της (Braun et al 1997a, Mohamed and Oikawa 2007).

Καρδιά

Για την απεικόνιση της καρδιάς χρησιμοποιούνται συσκευές τύπου B-mode και M-mode. Ωστόσο, για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας της κρίνεται αναγκαία η χρήση συσκευών τύπου Doppler (Yamaga and Too 1986, Streeter and Step 2007). Παράγοντες

που καθιστούν δύσκολη την εξέταση της καρδιάς είναι στα μικρά μηρυκαστικά και στους μόσχους, το μικρό εύρος των μεσοπλεύριων διαστημάτων, και στα ενήλικα βοοειδή, η εντόπισή της βαθιά στη θωρακική κοιλότητα (Braun et al. 2001b, Streeter and Step 2007). Για την εξέτασή της μπορούν να χρησιμοποιηθούν κεφαλές απλής ή κυρτής γραμμικής διάταξης, με συχνότητες από 3,0 μέχρι 5,0 MHz. Ο έλεγχος στα μηρυκαστικά διενεργείται αμφοτερόπλευρα, από το 3ο μέχρι το 6ο μεσοπλεύριο διάστημα και από το μέσο των πλευρών μέχρι το ύψος του αγκώνα (Yamaga and Too 1984, Streeter and Step 2007). Η ποιότητα απεικόνισης ποικίλλει και εξαρτάται από τη συμπεριφορά και τη θρεπτική κατάσταση του ζώου, το εύρος των μεσοπλεύριων διαστημάτων του και τη δύναμη του εξεταστή. Στην πλειοψηφία των ζώων οι κόλποι, οι κοιλίες και οι βαλβίδες απεικονίζονται ικανοποιητικά. Δυσκολίες ανακύπτουν όταν οι πνεύμονες εκτείνονται αρκετά μπροστά και καλύπτουν την καρδιά, καθώς και σε βοοειδή με ιδιαίτερα στενά μεσοπλεύρια διαστήματα (Braun et al. 2001b). Στην απεικόνιση της αορτικής και της μιτροειδούς βαλβίδας των βοοειδών προκύπτουν δυσκολίες εξαιτίας της επίδρασης του ωοειδούς τρήματος (Yamaga and Too 1984, Streeter and Step 2007).

Οι αλλοιώσεις περιμετρικά της καρδιάς, καθώς και η γενική κατάστασή της εκτιμώνται με συσκευές τύπου B-mode (Yamaga and Too 1986). Η υπερηχοτομογραφία μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο βοήθημα στην προσέγγιση παθήσεων των ενήλικων βοοειδών, όπως οι περικαρδιακές διαταραχές και η βαλβιδική ενδοκαρδίτιδα , καθώς και των μόσχων, όπως οι ανωμαλίες του κοιλιακού διαφράγματος συγγενούς αιτιολογίας (Streeter and Step 2007). Στα βοοειδή επίσης, αποτελεί μέθοδο εκλογής σε περιπτώσεις τραυματικής περικαρδίτιδας ως επιπλοκής της τραυματικής κεκρυφαλοπεριτονίτιδας ή άλλου αιτίου, καθώς παρέχει τη δυνατότητα εκτίμησης της ύπαρξης υδροθώρακα ή ασκίτη (Braun 2008b), αλλά και της συσσώρευσης υγρού περικαρδιακά (Yamaga and Too 1986). Άλλες καρδιακές παθήσεις των μηρυκαστικών, στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαγνωστικά η υπερηχοτομογραφία, είναι τα λεμφοσαρκώματα, οι περικαρδίτιδες αιματογενούς προέλευσης, τα ινοσαρκώματα, η ενδοκαρδίτιδα, η τοξίκωση από μονενσίνη και η καρδιομυοπάθεια (Yamaga and Too 1986, Streeter & Step 2007). Τέλος, η περικαρδιοκέντηση υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση μπορεί να διενεργηθεί με ασφάλεια και ευκολία (Streeter and Step 2007).

Αγγεία

Για την εξέταση των αγγείων στα μηρυκαστικά χρησιμοποιούνται συσκευές τύπου B-mode και Doppler. Η συχνότητα της κεφαλής εξαρτάται από την εντόπιση των αγγείων και συνήθως είναι ίδια με αυτήν που χρησιμοποιείται για την εξέταση των παρακείμενων οργάνων. Με συσκευές τύπου B-mode τα αγγεία απεικονίζονται ως ανηχογενείς δομές (λόγω της ροής αίματος στον αυλό τους), με ποικίλο μέγεθος και σχήμα (σωληνοειδές, ωοειδές, τριγωνικό κ.ά.), που μεταβάλλεται ανάλογα με τη γωνία σάρωσης. Σε ζώα με διάφορα αγγειακά προβλήματα παρατηρούνται αποκλίσεις από το φυσιολογικό σχήμα απεικόνισης (Mohamed et al. 2004b, Braun 2008a).

Η έρευνα για τα αγγειακά προβλήματα των μηρυκαστικών ζώων δεν είναι ιδιαίτερα διευρυμένη και αφορά κατά κύριο λόγο στα βοοειδή. Η θρόμβωση και η διάταση των αγγείων σε παθολογικές καταστάσεις γίνεται αντιληπτή υπερηχοτομογραφικά από μεταβολές στο σχήμα τους (παθολογικά ωοειδές ή κυκλικό), ενώ σπάνια είναι ορατοί οι θρόμβοι ως ηχογενείς δομές (Bueno et al. 2000, Braun et al. 2002b, Mohamed et al. 2004b, Braun 2008a). Στα βοοειδή έχουν μελετηθεί σε φυσιολογικές και παθολογικές περιπτώσεις η πρόσθια και η οπίσθια κοίλη φλέβα, η ηπατική φλέβα, η σπληνική φλέβα, η πυλαία φλέβα, η μυοφρενική φλέβα, η έξω σφαγίτιδα και η κοινή καρωτίδα (Bueno et al. 2000, Braun et al. 2002b, Mohamed et al. 2004b, Braun and Fohn 2005a, Braun 2008a, , Braun et al. 2009). Στα μικρά μηρυκαστικά κατά την εξέταση του ήπατος κυρίως, ελέγχονται η ηπατική, η πυλαία και η οπίσθια κοίλη φλέβα (Soroori et al. 2008). Τόσο στις αγελάδες όσο και στις αίγες έχουν μελετηθεί οι μαστικές φλέβες, με σκοπό τη συσχέτιση μεταξύ της ροής αίματος σε αυτές και της απόδοσης σε γάλα (Christensen et al. 1989, Braun and Hoegger 2008e).

Διάφραγμα

Με χρήση κυρτής γραμμικής κεφαλής, συχνότητας 3,5 MHz, η οποία τοποθετείται μεταξύ 3ου και 5ου μεσοπλεύριου διαστήματος, καθίσταται δυνατή η απεικόνιση του διαφράγματος, αλλά και η εντόπιση διαφόρων παθολογικών καταστάσεων. Για παράδειγμα, σε βούβαλους εντοπίστηκε διαφραγματοκήλη και ρήξη του διαφράγματος ως επιπλοκή της τραυματικής κεκρυφαλοπεριτονίτιδας (Mohindroo et al. 2007).

Πεπτικό σύστημα

Στόμαχοι:

Η περιοχή για την υπερηχοτομογραφική εξέταση του κεκρύφαλου εκτείνεται αριστερά και δεξιά του στέρνου, στο κοιλιακό τμήμα της θωρακικής κοιλότητας στο ύψος του αγκώνα, μεταξύ 6ου-7ου μεσοπλεύριου διαστήματος. Για την απεικόνιση του οργάνου χρησιμοποιείται κεφαλή συχνότητας 3,5 MHz. Απεικονίζεται ως ημισεληνοειδής δομή παρακείμενα του διαφράγματος, η οποία συσπάται σε τακτά χρονικά διαστήματα (Braun 2003, Streeter and Step 2007). Υπερηχοτομογραφικά εκτιμάται η θέση, το μέγεθος, το περίγραμμα (υφή, ύπαρξη προεξοχών κ.α.) και η συσπαστικότητα του οργάνου (συχνότητα, διάρκεια, ταχύτητα, πλάτος) (Braun 2003). Το περιεχόμενό του φυσιολογικά δεν είναι ορατό εξαιτίας της εν μέρη αεριώδους σύστασής του, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει την εντόπιση ξένων σωμάτων. Μεγάλη διαγνωστική αξία έχει η χρήση της υπερηχοτομογραφίας στη διάγνωση και στην εκτίμηση της σοβαρότητας της τραυματικής κεκρυφαλοπεριτονίτιδας των αγελάδων (Braun 2003, Streeter and Step 2007). Σε μία τέτοια περίπτωση εκτιμούνται αλλαγές στο περίγραμμα του κεκρύφαλου, η παρουσία ινωδών αλλοιώσεων ή αποστημάτων στο κεκρύφαλο και η συγκέντρωση υγρών στη γύρω περιοχή (Braun et al. 1998b). Εκτιμώνται, επίσης, μεταβολές στη συσπαστικότητα του οργάνου, καθώς και επέκταση των αλλοιώσεων σε γειτονικά όργανα. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η αδυναμία για την ανίχνευση μεταλλικών ξένων σωμάτων (Braun 2003).

Για την εξέταση του εχίνου χρησιμοποιείται κεφαλή με συχνότητα 3,5 MHz. Ο έλεγχος πραγματοποιείται δεξιά, προσθιοκοιλιακά, μεταξύ 7ου-10ου μεσοπλεύριου διαστήματος, σπανιότερα εντοπίζεται στο 6ο και στο 11ο μεσοπλεύριο διάστημα. Το τοίχωμά του απεικονίζεται ως λεπτή ηχογενής γραμμή, σχήματος ημισεληνοειδούς, ενώ η απεικόνιση των πετάλων του δεν είναι, συνήθως, εφικτή σε υγιή ζώα (Streeter and Step 2007). Εξαιτίας της αεριώδους σύστασης του περιεχομένου του είναι εφικτή η απεικόνιση μόνο του εγγύς προς την κεφαλή τοιχώματός του (Braun and Blessing 2006a, Streeter and Step 2007, Mohindroo et al. 2008). Αν και κατά τους Braun and Blessing (2006a) η κινητικότητά του δεν είναι ορατή υπερηχογραφικά και η παρατηρούμενη κίνηση οφείλεται στις αναπνευστικές κινήσεις, οι Mohindroo et al. (2008) αναφέρουν ότι οι συσπάσεις είναι ορατές, αλλά όχι τόσο έντονα. Στα βουβάλια ο εχίνος είναι ορατός μεταξύ 8ου και 9ου μεσοπλεύριου διαστήματος, ως στρογγυλή ή ωοειδής δομή παρόμοιας ηχογένειας και απεικόνισης με τα βοοειδή και με τα πέταλά του ορατά (Mohindroo et al. 2008). Με την υπερηχοτομογραφία εκτιμάται η θέση, τα όρια προβολής και το μέγεθος του εχίνου. Σε περιπτώσεις όπως η αριστερή μετατόπιση του ηνύστρου, η κεκρυφαλοεχινική στένωση, η τραυματική κεκρυφαλοπεριτονίτιδα και ο ειλεός του λεπτού εντέρου, παρατηρούνται αλλαγές στη φυσιολογική θέση του εχίνου. Αλλαγές στο μέγεθος του εχίνου των βοοειδών παρατηρούνται σε κεκρυφαλοεχινική στένωση, δεξιά μετατόπιση του ηνύστρου, συστροφή του ηνύστρου και ειλεό του λεπτού εντέρου (Braun et al. 2007, Braun et al 2008d).

Η εξέταση του ηνύστρου πραγματοποιείται με κεφαλές συχνότητας 3,5 και 5,0 MHz στα βοοειδή (Braun 1997c) και 5,0 MHz στα μικρά μηρυκαστικά (Scott et al. 1997). Φυσιολογικά εντοπίζεται περίπου 10 εκατοστά ουραίως της ξιφοειδούς απόφυσης, κατά μήκος της κοιλιακής μέσης γραμμής και στην αριστερή και δεξιά παράμεση περιοχή, μεταξύ 8ου – 10ου μεσοπλεύριου διαστήματος (Braun et al. 1997c). Το τοίχωμά του εμφανίζεται ως λεπτή ηχογενής γραμμή, η οποία δεν είναι πάντα καλά ορατή, ενώ το περιεχόμενό του είναι ετερογενές, μέτριας ηχογένειας, με διάστικτες υπερηχογενείς περιοχές (Braun et al. 1997c, Braun 2003, Streeter and Step 2007). Περιστασιακά απεικονίζονται οι πτυχές του με τη μορφή ηχογενών δομών εντός του εσωτερικού του, ενώ οι συσπάσεις του δεν είναι ορατές (Braun et al. 1997c). Ο πυλωρός σπάνια εντοπίζεται σε υγιή ζώα (Braun et al. 1997c). Υπερηχοτομογραφικά εκτιμάται η θέση, το μέγεθος, τα όρια, το περίγραμμα και η σύσταση του περιεχομένου του. Σε αμφίβολες περιπτώσεις συστροφής ή αριστερής/δεξιάς μετατόπισης του ηνύστρου, η υπερηχοτομογραφία αποτελεί ένα χρήσιμο διαγνωστικό μέσο (Braun et al. 1997b, Braun 2003, Braun and Feller 2008c). Μπορεί, επίσης, να συμβάλει στην προσέγγιση διαταραχών κένωσης του ηνύστρου, όπως σε περιπτώσεις λειτουργικής ή μηχανικής πυλωρικής στένωσης και ειλεού του λεπτού εντέρου. Η παρακέντηση του οργάνου υπό υπερηχογραφικό έλεγχο καθίσταται ασφαλής και εύκολη (Braun 2003).

Λεπτό και παχύ έντερο:

Ο υπερηχοτομογραφικός έλεγχος του λεπτού εντέρου των βοοειδών γίνεται από τη δεξιά πλευρά του ζώου, στην περιοχή που ορίζεται από τα ισχιακά ογκώματα μέχρι το 8ο μεσοπλεύριο διάστημα και από

τις εγκάρσιες αποφύσεις των σπονδύλων μέχρι τη λευκή γραμμή. Για την εξέτασή του χρησιμοποιείται κεφαλή συχνότητας 3,5 MHz. Στα βοοειδή συνήθως εμφανίζεται υπερηχογενές, λόγω της συγκέντρωσης τροφής και βλέννας, ενώ σπανιότερα εμφανίζεται υποηχογενές εξαιτίας της συγκέντρωσης υγρών ή μόνο βλέννας (Braun and Marmier 1995a, Braun 2003). Λόγω έλλειψης συγκέντρωσης αερίων εντός του αυλού του η εξέταση του μεγαλύτερου του τμήματος είναι εφικτή υπερηχογραφικά (Streeter and Step 2007). Όταν, σε σπάνιες περιπτώσεις, υπάρχει συγκεντρωμένη μεγάλη ποσότητα αερίων εντός του αυλού του, δημιουργείται πρόβλημα στην απεικόνιση εξαιτίας της δημιουργίας ακουστικής σκιάς και απεικονίζεται μόνο η μία πλευρά του (Braun and Marmier 1995a, Braun 2003). Η διάμετρος του λεπτού εντέρου δεν μεταβάλλεται σημαντικά σε υγιή αγελάδες σε καμία φάση. Σε περίπτωση ειλεού του λεπτού εντέρου των αγελάδων μπορούμε να εκτιμήσουμε με την υπερηχοτομογραφία δύο σημαντικές παραμέτρους, τη διάμετρο και την κινητικότητα του οργάνου αυτού (Braun 2003). Ωστόσο, η εξακρίβωση του αιτίου του ειλεού δεν είναι δυνατή υπερηχοτομογραφικά παρά μόνο σε πολύ λίγες περιπτώσεις (Braun et al. 1995b). Η υπερηχοτομογραφία μπορεί, επίσης, να βοηθήσει διαγνωστικά στον εγκολεασμού του λεπτού εντέρου της αγελάδας (Nuss et al. 2006), χωρίς όμως να δίνει οριστική διάγνωση, καθώς και σε περιπτώσεις αιμορραγικού συνδρόμου των βοοειδών (Streeter and Step 2007).

Ο έλεγχος του παχέος εντέρου στα βοοειδή πραγματοποιείται από τη δεξιά πλευρά στην περιοχή που ορίζεται από το λαγόνιο οστό μέχρι το 8ο μεσοπλεύριο διάστημα και από τις εγκάρσιες αποφύσεις μέχρι το ύψος του γόνατος (Braun and Amrein 2001a, Braun et al. 2002a). Η απεικόνισή του είναι δύσκολη, εξαιτίας του αεριώδους περιεχομένου του, το οποίο ωστόσο κάνει εύκολη τη διάκρισή του από το λεπτό έντερο (Braun 2003). Το τυφλό εντοπίζεται ραχιαία, στην περιοχή του κενεώνα και στο 12ο μεσοπλεύριο διάστημα, ενώ η μετάβασή του στο εγγύς ανιόν κόλον δεν είναι φυσιολογικά ορατή. Το εγγύς προς την κεφαλή τοίχωμα απεικονίζεται ως λεπτή, υπερηχογενής γραμμή σε σχήμα μισοφέγγαρου (Braun and Amrein 2001a). Η επέκταση των ορίων προβολής του τυφλού των αγελάδων, μετά από υπερηχοτομογραφικό έλεγχο, είναι καθοριστικής σημασίας για τη διάγνωση της διάτασής του (Braun et al. 2002a).

Περιτόναιο:

Η υπερηχοτομογραφική εξέταση του περιτοναίου πραγματοποιείται στην οπίσθια μοίρα της ομφαλικής κοιλότητας, ανάλογα με την εντόπιση του οργάνου που θέλουμε να εξετάσουμε παράλληλα, στο 7ο-12ο μεσοπλεύριο διάστημα αμφοτερόπλευρα (Braun et al. 1998a, Braun 2003). Με την υπερηχοτομογραφία εκτιμάται στα μηρυκαστικά η συσσώρευση υγρού ή η παρουσία μαζών στην κοιλιακή κοιλότητα και η έκτασή τους. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών της υπερηχοτομογραφίας, με διαγνωστική αξία στα βοοειδή, είναι το ουροπεριτόναιο, το αιμοπεριτόναιο, η περιτονίτιδα, τα μεσοθηλιώματα και η θυλακίτιδα του επίπλουν. Κύριο πλεονέκτημα της υπερηχοτομογραφίας είναι ο καθορισμός του είδους και της έκτασης των αλλοιώσεων εντός της περιτοναϊκής κοιλότητας, όπως επίσης και ο καθορισμός του σημείου παρακέντησης και η διενέργειά της (Braun et al. 1998a). Στα μικρά μηρυκαστικά μπορεί να εκτιμηθεί υπερηχοτομογραφικά η ύπαρξη ουροπεριτόναιου ή η συσσώρευση άλλων υγρών εντός της περιτοναϊκής κοιλότητας (Braun et al. 1992b).

Ήπαρ και χοληφόρο σύστημα

Με την υπερηχοτομογραφική εξέταση εκτιμάται λεπτομερώς η θέση, το μέγεθος, η υπερηχογραφική δομή του ήπατος και ελέγχονται τα αγγεία του (πυλαία φλέβα, ηπατική φλέβα). Ελέγχεται, επίσης, η χοληδόχος κύστη και εκτιμάται η θέση και το μέγεθός της. Στα βοοειδή χρησιμοποιούνται κεφαλές συχνότητας 2,5 ή 3,5 MHz, ωστόσο σε ζώα με καλή θρεπτική κατάσταση υπάρχει το ενδεχόμενο να μην επαρκεί το βάθος διείσδυσης για την εξέταση του ζώου (Braun 1990). Στα μικρά μηρυκαστικά προτιμούνται γραμμικές κεφαλές με μικρότερο βάθος διείσδυσης, 6,0 – 13,0 MHz (Soroori et al. 2008). Η εξέταση πραγματοποιείται στη δεξιά πλευρά της θωρακικής κοιλότητας, από το 7ο μέχρι το 12ο μεσοπλεύριο διάστημα (Braun 1990, Soroori et al. 2008), ωστόσο μεταξύ 7ου-9ου μεσοπλεύριου διαστήματος μικρό μόνο τμήμα του ήπατος παρατηρείται εξαιτίας της επικάλυψής του από τους πνεύμονες (Braun and Gerber 1994). Φυσιολογικά το ήπαρ απεικονίζεται ως ομοιογενής περιοχή με πολυάριθμες υποηχογενείς εστίες. Η πυλαία και η ηπατική φλέβα εμφανίζονται εντός του φυσιολογικού παρεγχύματος, ενώ οι χοληφόροι πόροι δεν είναι φυσιολογικά ορατοί (Braun 1990, Soroori et al. 2008). Η χοληδόχος κύστη είναι ορατή συνήθως από ένα

μόνο μεσοπλεύριο διάστημα, το 10ο ή το 11ο, ποτέ όμως από το 12ο (Braun 1990). Απεικονίζεται ως μία κυψελίδα γεμάτη με υγρό, ανηχογενής, σε σχήμα αχλαδιού και μέγεθος που ποικίλλει (Braun and Gerber 1992a, Soroori et al. 2008).

Σε περιπτώσεις ηπατοκυτταρικών διαταραχών παρατηρούνται μεταβολές στην ηχογένεια του ήπατος (Acorda et al. 1994). Διάχυτες ή εστιακές ηπατικές αλλοιώσεις, όπως σε περιπτώσεις λιποείδωσης, αποστημάτων, όγκων και ασβεστοποιήσεων των χοληφόρων πόρων, είναι ορατές υπερηχοτομογραφικά (Mohamed et al. 2004a, Braun et al. 2005b, Streeter and Step 2007). Ωστόσο, η τεχνική περιορίζεται σε επιφανειακές αλλοιώσεις, με αποτέλεσμα εν τω βάθει αλλοιώσεις με εντόπιση στο παρέγχυμα να μην είναι ορατές. Επίσης, περιπτώσεις χολόστασης μπορούν να διαγνωστούν με τη βοήθεια της υπερηχοτομογραφίας (Braun et al. 1995c). Υπό υπερηχοτομογραφική καθοδήγηση πραγματοποιείται με ασφάλεια και επιτυχία διαδερμική παρακέντηση του ηπατικού παρεγχύματος για βιοψία, διαδερμική χολοκυστεοκέντηση, καθώς και διαδερμικός καθετηριασμός της πυλαίας φλέβας για πειραματικούς κυρίως σκοπούς (Braun and Gerber 1992a, Braun et al. 2000, Mohamed 2003a). Η υπερηχοτομογραφία μπορεί, επίσης, να συμπληρώσει την εξέταση σε περιπτώσεις παρασίτωσης από *F. hepatica* και *E. granulosus* και σε ρήξη της χοληδόχου κύστης (Scott et al. 2005, Lahmar et al. 2007, Streeter and Step 2007).

Ομφαλός

Σε νεογέννητους μόσχους εκτιμάται υπερηχοτομογραφικά η κατάσταση του ομφαλού. Προτείνεται η χρήση γραμμικής κεφαλής συχνότητας 7,5 MHz. Ο έλεγχος πραγματοποιείται οπισθίως της ξιφοειδούς απόφυσης κατά μήκος της λευκής γραμμής και στη βάση του ομφαλού σε εγκάρσια τομή (Lischer and Steiner 1993). Η απεικόνιση των αγγείων είναι σαφής μόνο κατά την πρώτη εβδομάδα της ζωής των μόσχων, ενώ ο ουραχός σπάνια απεικονίζεται (Streeter and Step 2007). Ο ομφαλικός ιστός απεικονίζεται ως λεπτή, ομοιογενής με κοκκιώδη εμφάνιση, υποηχογενής δομή, η οποία περιβάλλεται από ένα ανηχογενές δαχτυλίδι. Η υπερηχοτομογραφία είναι σημαντικό βοήθημα για τη διαγνωστική διερεύνηση, αλλά και την ασφαλή πρόγνωση της ομφαλοφλεβίτιδας, της ομφαλοουραχίτιδας και της ομφαλοαρτηρίτιδας. Έτσι, εκτιμάται η κατάσταση των αγγείων και των παρακείμενων οργάνων, ώστε να επιλεχθεί η κατάλληλη μέθοδος αντιμετώπισης, και παρακολουθείται η μετεγχειρητική πορεία των μόσχων (Steiner et al. 1993, Streeter and Step 2007).

Σπλήνα

Ο έλεγχος του οργάνου στα βοοειδή πραγματοποιείται από αριστερά μεταξύ 6ης και 12ης πλευράς, και ο σπλήνας είναι πάντα ορατός στην περιοχή μεταξύ 7ου – 11ου μεσοπλεύριου διαστήματος (Braun and Sicher 2006c). Για την εξέτασή του χρησιμοποιούνται κεφαλές με συχνότητα 3,5, 5,0 και 7,5 MHz. Η εικόνα του είναι ομοιογενής με πολυάριθμες υποηχογενείς εστίες διασκορπισμένες σε ολόκληρη την επιφάνεια του οργάνου. Η κάψα του εμφανίζεται ως λεπτή ηχογενής γραμμή, με την παρουσία αγγείων εντός του οργάνου. Υπερηχοτομογραφικά μπορεί να διαπιστωθούν αλλαγές στη θέση και το μέγεθος του οργάνου, καθώς και η ύπαρξη ινωδών συμφύσεων και αποστημάτων (Braun and Sicher 2006c).

Πάγκρεας

Ο υπερηχοτομογραφικός έλεγχος στα βοοειδή διενεργείται με γραμμική κεφαλή 3,5 MHz, από τη δεξιά πλευρά, οπισθίως του πλευρικού τόξου και στο 10ο–12ο μεσοπλεύριο διάστημα (Pusterla and Braun 1997). Το πάγκρεας απεικονίζεται ομοιογενές σε όλη την έκτασή του και διαχωρίζεται σαφώς από τα παρακείμενα όργανα. Αλλαγές στην ηχογένειά του έχουν μελετηθεί μόνο πειραματικά (Mohamed et al. 2003c). Μεγάλη βοήθεια προσφέρει η υπερηχοτομογραφία στη διενέργεια παρακέντησης του οργάνου για βιοψία, καθώς ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο τρώσης παρακείμενων οργάνων (Mohamed et al. 2003b).

Ουροποιητικό σύστημα

Ο έλεγχος του ουροποιητικού συστήματος πραγματοποιείται είτε διαδερμικά είτε διαμέσου του απευθυσμένου, ανάλογα με το όργανο που επιθυμούμε να εξετάσουμε. Η εξέταση του δεξιού νεφρού και δεξιού ουρητήρα των βοοειδών πραγματοποιείται διαδερμικά, προσθιοραχιαία στη δεξιά υποσφυϊκή περιοχή, στο τελευταίο μεσοπλεύριο διάστημα και στην παρακείμενη οσφυϊκή χώρα, με κεφαλή συχνότητας 3,5 MHz. Ο αριστερός νεφρός και ουρητήρας, η ουροδόχος κύστη και η ουρήθρα εξετάζονται διαμέσου του απευθυσμένου με κεφαλή συχνότητας 5,0 ή 7,5 MHz (Streeter and Step 2007). Στα μικρά μηρυκαστικά

οι νεφροί και οι ουρητήρες εξετάζονται από την περιοχή του κενεώνα, ενώ η ουρήθρα και η ουροδόχος κύστη διαμέσου του απευθυσμένου. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιείται κεφαλή συχνότητας 5,0 MHz (Braun et al. 1992b).

Σε υγιείς αγελάδες η λοβώδης δομή του νεφρού είναι εμφανής υπερηχοτομογραφικά (Streeter and Step 2007). Στα μηρυκαστικά η πύλη του νεφρού εμφανίζεται άμεσα, ως υπερηχογενής δομή. Η φλοιώδης μοίρα απεικονίζεται περισσότερο υπερηχογενής από τη μυελώδη. Το παρέγχυμα απεικονίζεται υποηχογενές, ενώ το νεφρικό άντρο ως υπερηχογενής περιοχή (Braun et al. 1992b, Streeter and Step 2007). Η εντόπιση του σύστοιχου ουρητήρα στα μηρυκαστικά δεν είναι εφικτή (Braun et al. 1992b, Ozturk et al. 2005, Streeter and Step 2007), ωστόσο οι Streeter και Step (2007) αναφέρουν ότι στα μικρά μηρυκαστικά, σε ορισμένες περιπτώσεις και συχνότερα από τα βοοειδή, είναι εφικτή η εντόπισή τους. Η ουροδόχος κύστη εμφανίζεται ανηχογενής, με σχήμα και μέγεθος που ποικίλλει ανάλογα με την πληρότητά της, ενώ το τοίχωμά της απεικονίζεται υπερηχογενές (Braun et al. 1992b, Ozturk et al. 2005). Η ουρήθρα φυσιολογικά απεικονίζεται μόνο κατά την ούρηση, ως ανηχογενής δομή. Μετά από καθετηριασμό της είναι εφικτή η απεικόνιση του έσω ουρηθρικού στομίου (Braun et al. 1992b, Ozturk et al. 2005).

Η υπερηχοτομογραφία συμβάλλει στη διαγνωστική προσέγγιση της πυελονεφρίτιδας και της ουρολιθίασης (Braun et al. 1992b, 2006b, 2008f, Streeter and Step 2007). Η διόγκωση των νεφρών, η συσσώρευση ηχογενών υλικών στο εκφορητικό τους σύστημα, η διόγκωση του ουρητήρα, οι νεοπλασίες και οι νεφρικές κύστεις μπορούν να διαγνωσθούν με τη βοήθεια της υπερηχοτομογραφίας (Streeter and Step 2007, Braun et al. 2008f). Πολύ χρήσιμη είναι η συμβολή της υπερηχοτομογραφίας στην εντόπιση ουρολίθων εντός του νεφρικού συστήματος των μηρυκαστικών ζώων (πέος, κύστη, ουρητήρα, νεφρά), ρήξης του ουρογεννητικού τους σωλήνα και στην εκτίμηση ύπαρξης ουροπεριτοναίου και υδρονέφρωσης (Braun et al. 1992b, 2006b, Streeter and Step 2007). Οι ουρόλιθοι εντός της ουροδόχου κύστης εμφανίζονται με τη μορφή εστιακών υπερηχογενών ζωνών, με παρουσία προεξέχουσας ακουστικής σκιάς που ξεκινάει από την έσω επιφάνειά της. Οι ουρητήρες που φυσιολογικά δεν είναι ορατοί, κατά την αποφρακτική ουρολιθίαση, την υδρονέφρωση και την πυελονεφρίτιδα απεικονίζονται εξαιτίας της διάτασής τους. Υπερηχοτομογραφικά εκτιμάται η βαρύτητα της κατάστασης και η πορεία της ίασης της, καθώς παράλληλα ελέγχεται η πιθανότητα ύπαρξης αμφοτερόπλευρης προσβολής (Streeter and Step 2007).

Μυοσκελετικό σύστημα

Η υπερηχοτομογραφία του μυοσκελετικού συστήματος εφαρμόζεται κυρίως στα βοοειδή. Κύρια πλεονεκτήματά της είναι η δυνατότητα που παρέχει για καλύτερο έλεγχο των αρθρώσεων που καλύπτονται από μεγάλες μυϊκές μάζες, όπως η ωμοπλάτη και τα ισχία, καθώς και η δυναμική αποτίμηση σε πραγματικό χρόνο των δομών με ταυτόχρονο έλεγχο τόσο της ανατομίας όσο και της ιστικής λειτουργίας τους (Nuss 2007).

Υπερηχοτομογραφικά είναι δυνατή η διαφοροποίηση εντοπισμένων μυϊκών προβλημάτων από τραυματισμούς νεύρων και επιπλέον η παρακολούθηση του σταδίου και της διάρκειας επούλωσης κάθε τύπου ιστικής αλλοίωσης, ακόμα και κατάγματος. Η επιλογή της συχνότητας της κεφαλής εξαρτάται από το βάθος της ανατομικής δομής που επιθυμούμε να εξετάσουμε, και έτσι για επιφανειακές δομές, όπως τένοντες, περιτονίες, συνδέσμους και επιφανειακούς μύες (βάθος 3-4 εκ.) προτείνεται η χρήση κεφαλών 10,0 – 12,0 MHz, για βαθύτερους ιστούς κεφαλές συχνότητας 5,0 – 7,5 MHz, ενώ για πολύ βαθιές δομές, όπως οι αρθρώσεις των ισχίων, κεφαλές συχνότητας 2,5 – 3,5 MHz (Nuss 2007).

Τα οστά εμφανίζουν τη μέγιστη ηχητική αντίσταση, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η απεικόνιση μόνο της επιφάνειάς τους, ως συνεχής, ομαλή, υπερηχογενής γραμμή. Στα μακρά οστά είναι δυνατή η απεικόνιση των χόνδρινων επιφυσιακών γραμμών ως στενές ανηχογενείς ζώνες, που διακόπτονται από την υπερηχογενή επιφάνεια των οστών (Kofler 1996, 2000). Οι αρθρώσεις απεικονίζονται ως ανηχογενείς περιοχές που διακόπτουν τη συνέχεια των οστών, χωρίς να είναι δυνατή η λεπτομερής απεικόνιση των αρθρικών δομών (Kofler and Edinger 1995, Kofler 1996, Alternbrunner-Martinek et al. 2007), οι οποίες εμφανίζουν χοανοειδές σχήμα (Kofler 1995, 2000). Η έγχυση φυσιολογικού ορού ενδοαρθρικά ή η χρήση σιλικονούχου υποστρώματος (stand-off pad) βελτιώνει την απεικόνιση της αρθρικής κοιλότητας (Kofler and Edinger 1995, Kofler 1996, Macrae and Scott 1999, Alternbrunner-Martinek et al. 2007). Οι τένοντες απεικονίζονται ως ηχογενείς περιοχές και η μετάβαση στο μυ είναι ορατή (Alternbrunner-Martinek et al. 2007). Το κεράτινο πέλμα των χηλών

των βοοειδών απεικονίζεται ως ετερογενής υποηχογενής περιοχή, ενώ οι υποκείμενοι ιστοί είναι έντονα ανηχογενείς (Kofler et al. 1999).

Στην κλινική πράξη η υπερηχοτομογραφία χρησιμοποιείται προεγχειρητικά ως διαγνωστικό μέσο σε σηπτική και τραυματική αρθρίτιδα στα βοοειδή (Kofler 1996). Πάσχουσες αρθρώσεις, που έχουν διογκωθεί, απεικονίζονται πολύ πιο καθαρά και οι δομές τους, όπως ο αρθρικός θύλακος και το τενόντιο έλυτρο, είναι ευδιάκριτες (Kofler and Edinger 1995, Kofler 1996, Macrae and Scott 1999). Σε περίπτωση χρόνιας αρθρίτιδας στα μικρά μηρυκαστικά εκτιμάται η ύπαρξη υπερπλασίας ή υπερτροφίας της αρθρικής μεμβράνης και η ύπαρξη ίνωσης στην αρθρική κάψουλα (Macrae and Scott 1999). Εν αντιθέσει με την ακτινοδιαγνωστική ο υπέρηχος αποτελεί ένα χρήσιμο βοήθημα για τον έλεγχο προσβολής της αρθρικής μεμβράνης, του αρθρικού υγρού, των συνδέσμων, των τενόντων και για τον έλεγχο της προσβολής των περιαρθρικών μαλακών ιστών (Munroe and Gauvin 1994, Kofler 1996).

Εφαρμογές στα υπόλοιπα συστήματα

Η περισσότερο διαδεδομένη εφαρμογή της υπερηχοτομογραφίας στα μηρυκαστικά ζώα αφορά στο γεννητικό σύστημα, στο μαστικό παρέγχυμα και στις θηλές, αντικείμενο το οποίο θα αναλυθεί σε μία δεύτερη ανασκόπηση. Παρ' όλα αυτά η χρήση της υπερηχοτομογραφίας μελετάται σε πληθώρα νέων εφαρμογών που δύναται να χρησιμοποιηθούν στην καθημερινότητα της κτηνιατρικής πράξης. Μερικές από αυτές είναι η εξέταση και ο προσδιορισμός του μεγέθους και της υπερηχοτομογραφικής εικόνας των λεμφογαγγλίων (Kofler et al. 1998), καθώς και ο έλεγχος της διαστρωμάτωσης και της λειτουργίας της μεγάλης κοιλίας (Tschuor and Clauss 2008). Πιο εξειδικευμένες εφαρμογές της υπερηχοτομογραφίας αφορούν μελέτες στους οφθαλμούς των μηρυκαστικών για την απεικόνιση των ανατομικών δομών τους (El-Maghraby et al. 1995, Potter et al. 2008).

Επίλογος

Από τη δεκαετία του 1960, οπότε και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η υπερηχοτομογραφία για διαγνωστικούς σκοπούς στην κτηνιατρική, μέχρι και σήμερα πληθώρα νέων εφαρμογών έχουν μελετηθεί και ενσωματωθεί στη διαγνωστική κτηνιατρική των παραγωγικών ζώων. Η εφαρμογή της υπερηχοτομογραφίας στο πεπτικό των βοοειδών, σε παθήσεις όπως η τραυματική κεκρυφαλοπεριτονίτιδα και στο αναπνευστικό τόσο των βοοειδών όσο και των μικρών μηρυκαστικών, προσφέρει άμεσα αποτελέσματα στη δυναμική αποτίμηση του είδους και της έκτασης των αλλοιώσεων. Παράλληλα, νέες εφαρμογές σε αυτά τα συστήματα, καθώς και στα υπόλοιπα, με έμφαση στο ουροποιητικό και το μυοσκελετικό, μελετώνται με στόχο την αποτελεσματικότερη διαγνωστική προσέγγιση των παθήσεών τους. Οι εφαρμογές αυτές, σε συνδυασμό με τη διαδεδομένη χρήση της υπερηχοτομογραφίας στο γεννητικό σύστημα και στο μαστό των παραγωγικών ζώων, καθιστούν τη μέθοδο αυτή ως ένα ιδιαίτερα πολύτιμο μέσο στα χέρια του κλινικού κτηνιάτρου.

Βασικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή της υπερηχοτομογραφίας από πλευράς κτηνιάτρου είναι η χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού ανάλογα με το όργανο εξέτασης, η πολύ καλή γνώση της ανατομικής περιοχής που επιθυμεί να εξετάσει και η καλή, αρχικά, κλινική εξέταση του πάσχοντος ζώου. Καίριας σημασίας είναι η πολύ καλή συγκράτηση του ζώου, ο καλός καθαρισμός της περιοχής που θα εξετάσουμε υπερηχοτομογραφικά και η απομάκρυνση του τριχώματος του ζώου. Τα κύρια πλεονεκτήματα της υπερηχοτομογραφίας, έναντι άλλων απεικονιστικών τεχνικών, είναι το σχετικά μικρό κόστος απόκτησης του εξοπλισμού, η δυνατότητα εξέτασης του ζώου γρήγορα και μη επεμβατικά, καθώς και η απεικόνιση των δομών σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, ο κτηνίατρος οφείλει να γνωρίζει ότι η υπερηχοτομογραφία δεν αντικαθιστά την κλινική εξέταση του ζώου, αλλά τη συμπληρώνει.

REFERENCES - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Acorda J.A., Yamada H., Chamsari S.M. (1994) "Ultrasonographic features of diffuse hepatocellular disorders in dairy cattle." Veterinary Radiology & Ultrasound 35(3): 196-200.

Altenbrunner-Martinek B., Grubelnik M., Kofler J. (2007) "Ultrasonographic examination of important aspects of the bovine shoulder – physiological findings." The Veterinary Journal 173: 317-324.

Braun U. (1990). "Ultrasonographic examination of the liver in cows." American Journal of Veterinary Research 51(10): 1522-1526.

Braun U. (2003). "Ultrasonography in gastrointestinal disease in cattle." The Veterinary Journal 166: 112-124.

Braun U. (2008a). "Clinical findings and diagnosis of thrombosis of the caudal vena cava in cattle." The Veterinary Journal 175: 118-125.

Braun U. (2008b). "Traumatic pericarditis in cattle: Clinical, radiographic and ultrasonographic findings." The Veterinary Journal.

Braun U. and Amrein E. (2001a). "Ultrasonographic examination of the caecum and the proximal and spiral ansa of the colon of cattle." The Veterinary Record 149: 45-48.

Braun U., Amrein E., Koller U., Lischer C. (2002a). "Ultrasonographic findings in cows with dilatation, torsion and retroflexion of the caecum." The Veterinary Record 150: 75-79.

Braun U. and Blessing S. (2006a). "Ultrasonographic examination of the omasum in 30 healthy cows." The Veterinary Record 159: 812-815.

Braun U., Blessing S., Lejeune B., Hassig M. (2007) "Ultrasonography of the omasum in cows with various gastrointestinal diseases." The Veterinary Record 160(25): 865-869.

Braun U. and Feller B. (2008c). "Ultrasonographic findings in cows with right displacement of the abomasum and abomasal volvulus." The Veterinary Record 162: 311-315.

Braun U. Feller B., Haessig M., Nuss K. (2008d). "Ultrasonographic examination of the omasum, liver and small and large intestines in cows with right displacement of the abomasum and abomasal volvulus." American Journal of Veterinary Research 69(6): 777-784. (abstract only)

Braun, U., Fluckiger M., Feige K., Pospischil A. (2002b). "Diagnosis by ultrasonography of congestion of the caudal vena cava secondary to thrombosis in 12 cows." The Veterinary Record 150: 209-213.

Braun U. and Fohn J. (2005a). "Duplex ultrasonography of the common carotid artery and external jugular vein of cows." American Journal of Veterinary Research 66(6): 962-965. (abstract only)

Braun U. and Gerber D. (1992a). "Percutaneous ultrasound-guided cholecystocentesis in cows." American Journal of Veterinary Research 53(7): 1079-1084.

Braun U. and Gerber D. (1994). "Influence of age, breed and stage of pregnancy on hepatic ultrasonographic findings in cows." American Journal of Veterinary Research 55(9): 1201-1205.

Braun U. and Hoegger R. (2008e). "B-mode and colour Doppler ultrasonography of the milk vein in 29 healthy Swiss braunvieh cows." The Veterinary Record 163(2): 47-49.

Braun U., Hoegger R., Haessig M. (2009). "Colour-Doppler sonography of the musculophrenic vein in cows." The Veterinary Journal 179(3): 451-454.

Braun U., Koller-Wild K., Bettschart-Wolfensberger R. (2000). "Ultrasound-guided percutaneous portocentesis in 21 cows." The Veterinary Record 147: 623-626.

Braun U. and Marmier O. (1995a). "Ultrasonographic examination of the small intestine of cows." The Veterinary Record 136(10): 239-244.

Braun U., Marmier O., Pusterla N. (1995b). "Ultrasonographic examination of the small intestine of cows with ileus of the duodenum, jejunum or ileum." The Veterinary Record 137(9): 209-215. (abstract only)

Braun U., Nuss K., Soldati G., Ossent P. (2005b). "Clinical and ultrasonographic findings in four cows with liver tumours." The Veterinary Record 157: 482-484.

Braun U., Nuss K., Sydler T., Lischer C. (2006b). "Ultrasonographic findings in three cows with ureteral obstruction due to urolithiasis." The Veterinary Record 159(22): 750-752.

Braun U., Nuss K., Wehbrink D., Rauch S., Pospischil A. (2008f). "Clinical and ultrasonographic findings, diagnosis and treatment of pyelonephritis in 17 cows." The Veterinary Journal 175: 240-248.

Braun U., Pospischil A., Pusterla N., Winder C. (1995c). "Ultrasonographic findings in cows with cholestasis." The Veterinary Record 137(21): 537-543.

Braun U., Pusterla N., Anliker H. (1998a). "Ultrasonographic findings in three cows with peritonitis in the left flank region." The Veterinary Record 142: 338-340.

Braun U., Pusterla N., Fluckiger M. (1997a). "Ultrasonographic findings in cattle with pleuropneumonia." The Veterinary Record 141: 12-17.

Braun U., Pusterla N., Schonmann M. (1997b). "Ultrasonographic findings in cows with left displacement of the abomasum." The Veterinary Record 141: 331-335.

Braun U., Schefer U., Fohn J. (1992b). "Urinary tract ultrasonography in normal rams and in rams with obstructive urolithiasis." Canadian Veterinary Journal 33: 654-659.

Braun U., Schweizer T., Pusterla N. (2001b). "Echocardiography of the normal bovine heart: technique and ultrasonographic appearance." The Veterinary Record 148: 47-51.

Braun U. and Sicher D. (2006c). "Ultrasonography of the spleen in 50 healthy cows." The Veterinary Journal 171: 513-518.

Braun U., Sicher D., Pusterla N. (1996). "Ultrasonography of the lungs, pleura and mediastinum in healthy cows." American Journal of Veterinary Research 57(4): 432-438.

Braun U., Iselin U., Lischer C., Fluri E. (1998b). "Ultrasonographic findings in five cows before and after treatment of reticular abscesses." The Veterinary Record 142: 184-189.

Braun U., Wild K., Guscetti F. (1997c). "Ultrasonographic examination of the abomasum of 50 cows." The Veterinary Record 140: 93-98.

Bueno A.C.D., Watrous B.J., Parker J.E., Hedstrom O.R. (2000). "Ultrasonographic diagnosis: Cranial vena cava thrombosis in a cow." Veterinary Radiology & Ultrasound 41(6): 551-553.

Christensen K., Nielsen M.O., Bauer R., Hilden K. (1989). "Evaluation of mammary blood-flow measurement in lactating goats using the ultrasound Doppler principle." Comparative Biochemistry and Physiology a-Physiology 92(3): 385-392.

El-Maghraby H.M., Nyland T.G., Bellhorn R.W. (1995). "Ultrasonographic and biometric evaluation of sheep and cattle eyes." Veterinary Radiology & Ultrasound 36(2): 148-151.

Flock M. (2004). "Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease." The Veterinary Journal 167: 272-280.

King A.M. (2006). "Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals." The Veterinary Journal 171(3): 408-420.

Kofler J. and Edinger K. H. (1995). "Diagnostic ultrasound imaging of soft tissues in the bovine distal limb." Veterinary Radiology & Ultrasound 36(3): 246-252.

Kofler J. (1996). "Arthrosonography - The use of diagnostic ultrasound in septic and traumatic arthritis in cattle - A retrospective study of 25 patients." British Veterinary Journal 152: 683-698.

Kofler J., Schilcher F., Buchner A. (1998). "Ultrasonographic appearance of normal superficial cervical and subiliac lymph nodes in cattle." The Veterinary Record 142: 425-428.

Kofler J. (2000). "Ultrasonographic Examination of the Carpal Region in Cattle Normal Appearance." The Veterinary Journal 159: 85-96.

Kofler J., Kubber P., Henninger W. (1999). "Ultrasonographic Imaging and Thickness Measurement of the Sole Horn and the Underlying Soft Tissue Layer in Bovine Claws." The Veterinary Journal 157: 322-331.

Lahmar S., Chehida B.F., Petavy A.F., Hammou A., Lahmar J., Ghannay A., Gharbi H.A., Sarciron M.E. (2007). "Ultrasonographic screening for cystic echinococcosis in sheep in Tunisia." Veterinary Parasitology 143(1): 42-49.

Lindahl I.L. (1966). "Detection of Pregnancy in Sheep by means of Ultrasound." Nature 212(5062): 642-643.

Lischer C.J. and Steiner A. (1993). "Ultrasonography of umbilical structures in calves." Schweizer Archiv für Tierheilkunde 135: 221-230.

Macrae A.I. and Scott P.R. (1999). "The Normal Ultrasonographic Appearance of Ovine Joints and the Uses of Arthrosonography in the Evaluation of Chronic Ovine Joint Disease." The Veterinary Journal 158(2): 135-143.

Mohamed T., Oikawa S., Nakada K., Kurosawa T., Sawamukai Y., Sato H.(2003a). "Percutaneous Ultrasound-Guided Over-the-Wire Catheterization of the portal and hepatic vessels in cattle." Journal of the Veterinary Medical Science 65(7): 821-824.

Mohamed T., Sato H., Kurosawa T., Oikawa S. (2003b). "Transcutaneous ultrasound-guided pancreatic biopsy in cattle and its safety: a preliminary report." The Veterinary Journal 166: 188-193.

Mohamed T., Sato H., Kurosawa T., Oikawa S., Nitanai A. (2003c). "Ultrasonographic Imaging of Experimentally Induced Pancreatitis in Cattle." The Veterinary Journal 165: 314-324.

Mohamed T.,Oikawa S., Kurosawa T., Takehana K., Hosaka Y., Okada H., Koiwa M., Sato H. (2004a). "Focal fatty liver in a heifer: Utility of ultrasonography in diagnosis." Journal of the Veterinary Medical Science 66(3): 341-344.

Mohamed T. and Oikawa S. (2007). "Ultrasonographic Characteristics of Abdominal and Thoracic Abscesses in Cattle and Buffaloes." Journal of Veterinary Medical Association 54: 512-517.

Mohamed T., Sato H., Kurosawa T., Oikawa S. (2004b). "Ultrasonographic localisation of thrombi in the caudal vena cava and hepatic veins in a heifer." The Veterinary Journal 168: 103-106.

Mohindroo J., Kumar A., Sangwan V., Udehiya R., Singh S.S. (2008). "Ultrasonographic evaluation of the omasum in cows and buffaloes." Veterinary Radiology & Ultrasound 49(3): 295-299.

Mohindroo J., Kumar M., Kumar A., Singh S.S. (2007). "Ultrasonographic diagnosis of reticular diaphragmatic hernias in buffaloes." The Veterinary Record 161: 757-758.

Munroe G.A. and Cauvin E.R. (1994). "The use of arthroscopy in the treatment of septic arthritis in two highland calves." British Veterinary Journal 150(5): 439-449.

Nuss K. (2007). "Ultrasonography of musculoskeletal disorders in cattle: A practical tool for veterinary surgeons." The Veterinary Journal 173: 239-240.

Nuss K., Lejeune B., Lischer C., Braun U. (2006). "Ileal impaction in 22 cows." Veterinary Journal 171(3): 456-461.

Ozturk S., Demirkan I., Kibar M., Bumin A., Pekkaya S. (2005). "Transrectal Ultrasonographic Examination of the Urinary System in Holstein Cows." Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 29(2): 263-267.

Park D.R., Nyland T.G., Lattimer J.C., Miller C.W., Lebel J.L. (1981). "B-mode gray scale ultrasound: Imaging artifacts and interpretation principles." Veterinary Radiology & Ultrasound 22(5): 204-210.

Potter T.J., Hallowell G.D., Bowen M.I. (2008). "Ultrasonographic anatomy of the bovine eye." Veterinary Radiology & Ultrasound 49(2): 172-175.

Pusterla N. and Braun U. (1997). "Ultrasonic examination of the pancreas in healthy cows." Veterinary Radiology & Ultrasound 38(1): 63-68.

Rabeling B., Rehage J., Dopfer D., Scholz H. (1998). "Ultrasonographic findings in calves with respiratory disease." The Veterinary Record 143: 468-471.

Rantanen N.W. and Ewing III R.L. (1981). "Principles of ultrasound application in animals." Veterinary Radiology & Ultrasound 22(5): 196-203.

Scott P.R. and Gessert M.E. (1998). "Ultrasonographic Examination of the Ovine Thorax." The Veterinary Journal 155: 305-310.

Scott P.R., Gessert M.E., Marsh D. (1997). "Ultrasonographic examination of the abomasum of neonatal lambs." The Veterinary Record 141: 524.

Scott P.R., Sargison N.D., Macrae A., Rhind S.R. (2005). "An outbreak of subacute fasciolosis in Soay sheep: Ultrasonographic biochemical and histological studies." The Veterinary Journal 170: 325-331.

Soroori S., Raoofi A., Vajhi A.R., Ghorbani Nezami S. (2008). "Ultrasonographic Examination of the Goat Liver." Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 32(5): 385-388.

Steiner A., Lischer J.C., Oertle C. (1993). "Marsupialization of Umbilical Vein Abscesses With Involvement of the Liver in 13 Calves." Veterinary Surgery 22(3): 184-189.

Streeter R. N. and Step D.L. (2007). "Diagnostic Ultrasonography in Ruminants." Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 23(3): 541-574.

Temple R.S., Stonaker H.H., Howry D., Posakeny G., Hazaieus M.H. (1956). "Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle." Prec. Western Sec. Am. Soc. An. Prod. 7: 477. (abstract only)

Tschuor A. and Clauss M. (2008). "Investigations on the stratification of forestomach contents in ruminants: an ultrasonographic approach." European Journal of Wildlife Research 54: 627-633.

Yamaga Y. and Too K. (1984). "Diagnostic ultrasound imaging in domestic animals: Two-Dimensional and M-mode Echocardiography." Japanese Journal of Veterinary Science 46: 493-503.

Yamaga Y. and Too K. (1986). "Echocardiographic detection of bovine cardiac diseases." Japanese Journal of Veterinary Research 34(3-4): 251-267.