

Optimisez la dose de rayonnement avec le système d'imagerie numérique ImageVue DR50



Par Michael Q. Bailey, D.M.V., DACVR; Tonya A. Houde, M.B.A.; Derek Kutasi, B. Sc.; Jeff Worrall, B. Sc.

Lorsque vous analysez les diverses options qui s'offrent à vous en matière de technologie radiologique vétérinaire, il est important de saisir les différences entre les systèmes, comme la qualité de l'image diagnostique et les préoccupations au chapitre de la sécurité liées à l'exposition aux rayonnements, et l'incidence de ces dernières sur le rendement de chacun des systèmes dans leur ensemble.

Le présent article explore des aspects techniques précis du système d'imagerie numérique ImageVue® DR50 et démontre de quelle manière le système s'aligne sur la culture de radioprotection émergente à l'échelle mondiale en médecine vétérinaire¹ à l'aide des principes du plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (ALARA)².

Le système d'imagerie numérique ImageVue DR50 fait partie de la gamme de solutions d'imagerie diagnostique d'IDEXX et comprend un détecteur à écran plat (FPD) à conversion indirecte qui utilise une couche de scintillation à l'iodure de césium dopé au thallium (CsI:TI) combinée à la technologie ISS (*Irradiation Side Sampling*) brevetée. Le système permet d'utiliser une dose de rayonnement optimisée plus faible tout en optimisant la qualité de l'image diagnostique, ce qui réduit la dose de rayonnement émise. En combinant les technologies CsI:TI et ISS avec un scintillateur jumelé à la technologie des substrats de transistor en couches minces (TFT), il est possible d'obtenir un FPD de radiographie numérique nécessitant une dose de rayonnement de 20 à 50 % plus faible (en fonction de l'anatomie) que celle des systèmes de radiographie assistée par ordinateur (RAO)^{3,4}. La combinaison du FPD amélioré à des algorithmes de post-traitement personnalisés adaptés aux diverses parties de l'anatomie permet d'obtenir des images diagnostiques optimales⁴.

Introduction

L'efficacité quantique de détection (EQD) fait référence à la qualité d'image, au contraste et aux niveaux de rayonnement nécessaires pour produire des images radiologiques.

L'utilisation de l'EQD est devenue la référence de facto pour la comparaison des technologies existantes et émergentes des détecteurs de radiographie⁵. Plus l'EQD est élevée, plus la dose de rayonnement requise pour l'obtention d'une image diagnostique optimale est faible. L'EQD relativement élevée du système d'imagerie numérique ImageVue DR50 lui permet d'utiliser la plus faible dose de rayonnement optimisée tout en produisant une qualité d'image diagnostique optimale par rapport aux autres systèmes d'imagerie numérique actuellement offerts sur le marché⁶. La qualité d'image supérieure est le résultat de la combinaison d'un détecteur à écran plat à la conception novatrice, de techniques de fabrication améliorées et d'algorithmes de traitement et de capture d'image exclusifs⁴.

Technologie habilitante

Scintillateur à l'iodure de césium dopé au thallium (CsI:TI)

Le scintillateur CsI:TI convertit les rayons X capturés en un spectre de lumière visible. La diffusion latérale inhérente, ou « l'estompage », de la lumière visible est confinée dans la structure colonnaire des cristaux de CsI:TI, ce qui permet de produire des images plus nettes tout en convertissant l'énergie plus efficacement en rejetant les rayons X diffusés à plus faible énergie. Contrairement aux autres systèmes, l'utilisation de la technologie ISS permet de diriger l'émission de lumière vers le haut de l'écran plutôt que vers le bas, ce qui réduit la distance parcourue par la lumière et conduit par conséquent à une moins grande absorption par dégradation de la lumière par rapport à l'échantillonnage latéral classique (CSS). La couche adhésive améliorée du FPD offre au produit une plus grande durabilité⁶.

La méthode faisant appel à des photons radiographiques permet d'optimiser la conversion de l'énergie des rayons X en

une intensité de lumière émise focalisée. En raison de la conception unique du FPD, le signal est plus fort et le bruit est plus faible, ce qui permet de produire une image optimale⁶.

Technologie d'échantillonnage latéral irradié (ISS)

Le système d'imagerie numérique ImageVue DR50 utilise un détecteur Fujifilm® qui a été mis au point avec la technologie d'échantillonnage latéral irradié ISS (*Irradiation Side Sampling*) brevetée et conçu de manière à réduire considérablement la dose de rayonnement jusqu'à 10 à 20 % par rapport aux détecteurs classiques et jusqu'à 30 à 75 % par rapport à la radiographie assistée par ordinateur (RAO)⁶. L'EQD du détecteur est 1,4 fois plus élevée que celle des FPD classiques, ce qui donne la possibilité de réduire la dose tout en optimisant la qualité de l'image diagnostique⁶.

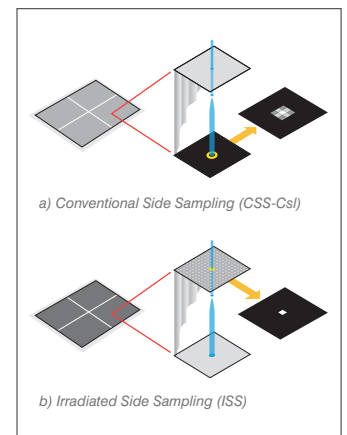


Figure 1. Courbes d'EQD (A) et de FTM (B) du système d'imagerie numérique ImageVue DR50 et d'un FPD classique basées sur une comparaison écran à écran.

Avantages de l'ISS par rapport au CSS

- Sensibilité accrue
- Meilleure qualité d'image
- Efficacité quantique de détection (EQD) plus élevée
- Utilisation optimisée du rayonnement par une meilleure conversion de l'énergie

Par rapport à la méthode CSS, la méthode ISS offre une sensibilité accrue, une meilleure rétention du signal et moins de dégradation (bruit) pouvant nuire à la netteté de l'image par rapport à une couche de scintillation plus épaisse⁷.

Le rendement du système est aussi amélioré par le logiciel de traitement d'images ClearCapture Dx® et les ressources de radioprotection^{1,4}, y compris les diagrammes techniques propres à chaque site à l'appui de la dose de rayonnement optimisée.

Ce qui rend l'ImageVue DR50 unique

Le FPD de l'ImageVue DR50 est le fruit de l'association unique de la technologie CsI:TI à la méthode ISS. Le nouveau FPD CsI:TI combine une structure jumelée par collage à la méthode ISS pour améliorer considérablement la qualité d'image en plus d'optimiser et de réduire l'exposition des patients et du personnel de la clinique aux rayonnements par rapport aux FPD CsI:TI classiques⁶.

Méthodes par couche de conversion pour augmenter l'absorption des rayons X et réduire la dose de rayonnement

La diffusion des rayons X (absorption limitée/réduite), qui contribue à une conversion en lumière non diagnostique, à la perte du signal (augmentation du bruit) et au brouillage (diffusion latérale entraînant une perte de résolution en contraste), peut nuire à la qualité de l'image. Les systèmes d'imagerie gèrent ces facteurs en augmentant l'absorption des rayons X à l'aide de l'une des deux méthodes suivantes :

Les **FPD à conversion indirecte**, comme dans le système d'imagerie numérique ImageVue® DR50, échantillonnent la lumière du scintillateur avec moins d'atténuation, de diffusion et de dispersion aux éléments de photodiodes du substrat de TFT, ce qui augmente le signal et réduit le bruit⁶.

Les **FPD classiques** améliorent l'absorption des rayons X diffusés en augmentant l'épaisseur et la densité de la couche de scintillation. Puisque la lumière produite doit parcourir une plus grande distance avec une plus grande dispersion, il en résulte une augmentation du bruit et possiblement une atténuation ou une perte d'intensité (perte de signal) en raison d'une augmentation de la distance de déplacement de la lumière et de la propagation latérale (entraînant un voile et un flou). En d'autres mots, le signal diminue et le bruit augmente⁶.

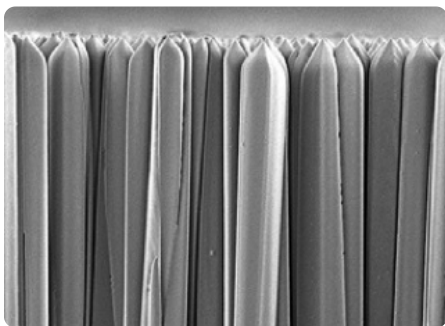


Figure 2. Image de cristaux CsI⁴ au microscope électronique à balayage

Gadox versus césium

Le césium augmente le débit de traitement et l'efficacité de l'imagerie tout en exposant le personnel et les patients à une plus faible dose de rayonnement⁶. Les scintillateurs à l'iodure de césium (CsI) réagissent à une plus faible dose de rayonnement pour produire une image diagnostique optimale que ceux à l'oxysulfure de gadolinium (gadox ou GOS). Cette capacité s'explique par

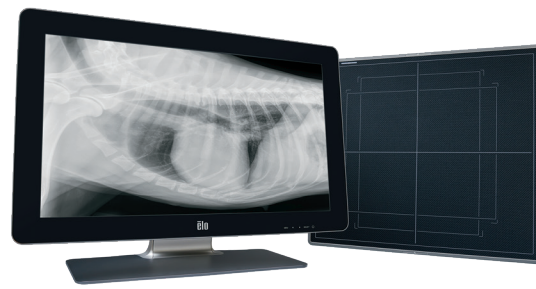


Figure 3. Système d'imagerie numérique ImageVue DR50

l'EQD plus élevée du CsI que celle de l'écran luminescent GOS granulaire non structuré. La résolution supérieure des écrans au CsI est également attribuable aux structures aciculaires parallèles discrètes des scintillateurs au CsI et au contraste supérieur résultant de la quantité inférieure de rayons diffusés recueillis par les cristaux. Les détecteurs au césium nécessitent une plus faible dose de rayonnement pour produire une image diagnostique optimale en raison du rendement lumineux plus élevé du CsI, ce qui permet d'exposer le personnel et les patients à une plus faible dose de rayonnement⁶. Puisque les systèmes au CsI sont de 4 à 5 fois plus sensibles à la dose de rayonnement que les systèmes au GOS, une légère augmentation de la dose soumise aux structures à base de CsI se traduit par l'obtention d'une qualité d'image

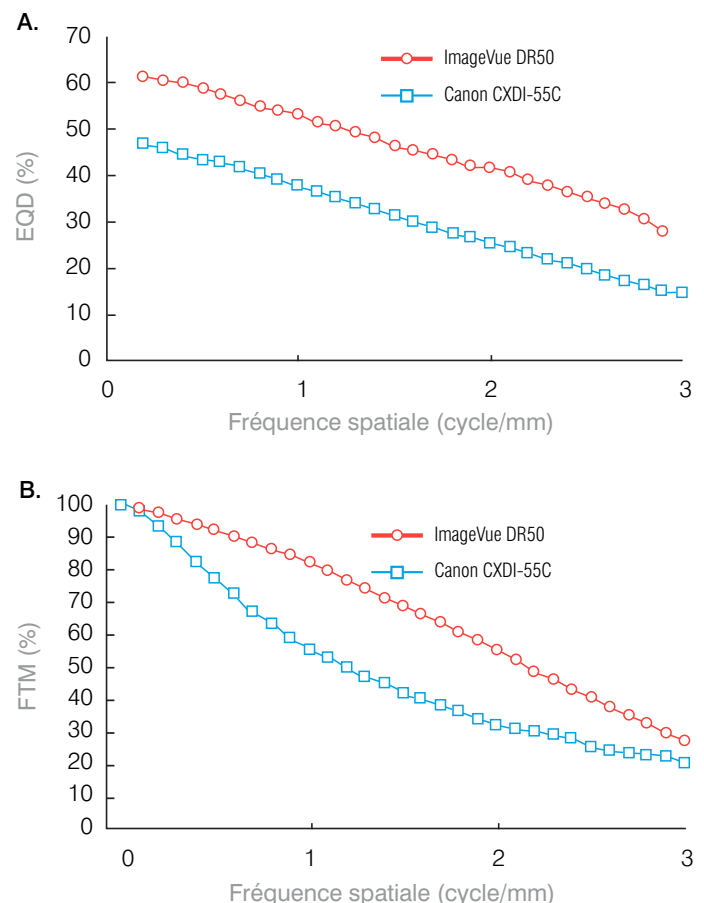


Figure 4. Courbes EQD (A) et FTM (B) du système d'imagerie numérique ImageVue DR50 et du FDP conventionnel sur la base d'une comparaison panneau-à-panneau⁶.

nettement supérieure⁶.

Rendement du système ImageVue DR50

La Figure 4 présente les résultats de la fonction de transfert de modulation (FTM) et de l'EQD du détecteur de l'ImageVue DR50 et d'un FPD classique au CsI:TI (Canon CXDI-55C Digital Radiography System[®]) obtenus dans les mêmes conditions d'évaluation⁶. La qualité du faisceau de rayons X est RQA5 conformément à la norme CEI⁹, à une dose de 1 mR. Le FPD de l'ImageVue DR50 offre une EQD environ 1,4 fois plus élevée que celle du système Canon CXDI-55C à 1 cycle/mm et permet, en principe, de réduire l'exposition du patient aux rayonnements⁶. Le FPD de l'ImageVue DR50 offre également une meilleure FTM dans la plage de 1 à 2 cycles/mm, ce qui améliore la visualisation des structures anatomiques fines comme les travées osseuses, les vaisseaux sanguins pulmonaires, etc.

Résumé

La division Imagerie diagnostique d>IDEXX et Fujifilm se sont associés pour mettre au point un modèle de FPD de meilleure qualité, l'ImageVue DR50. Ce dernier tire parti du potentiel des scintillateurs au CsI:TI, ce qui n'est pas possible dans les FPD classiques, et présente une EQD supérieure 1,4 fois plus élevée que les FPD classiques^{1,6}. En plus du FPD, l'intégration du logiciel de traitement d'images ClearCapture Dx[®] est avantageuse pour la promotion d'une culture de radioprotection en rendant possible la réduction de la dose de rayonnement tout en améliorant la qualité de l'image^{1,4}, comme le décrit l'article *Radiation Safety Culture Management in Veterinary Medicine* d>IDEXX. Le système d'imagerie numérique ImageVue DR50 nécessite la plus faible dose de rayonnement optimisée pour produire une qualité d'image diagnostique optimale par rapport aux autres systèmes d'imagerie numérique actuellement offerts sur le marché^{4,6}. Le système a la capacité unique de soutenir la prestation rapide et précise de soins cliniques de qualité.

IDEXX se consacre à l'avancement des soins médicaux vétérinaires de qualité et sécuritaires.

Références

1. Bailey M, Houde T, Kutasi D, Worrall J. Radiation Safety Culture Management in Veterinary Medicine. Westbrook, ME: IDEXX Laboratories; 2019.
2. Do KH. General principles of radiation protection in fields of diagnostic medical exposure. *J Korean Med Sci*. 2016; 31: S6-9. doi:10.3346/jkms.2016.31.S1.S6.
3. Papp J. Quality control of digital x-ray systems. In: Papp J. Quality Management in the Imaging Sciences. 6e édition. St Louis, MO: Elsevier; 2019:171–173.
4. Données internes d>IDEXX Laboratories, Inc., Westbrook, Maine, É.-U.
5. Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ, Reiser MF, Treitl M. Advances in digital radiography: physical principles and system overview. *RadioGraphics*. 2007; 27(3):675–686.
6. Innovations in Digital Radiography and Dose Reduction. Stamford, CT: Fujifilm Medical Systems U.S.A., Inc.; 2015.
7. Sato K, Nariyuki F, Kuwabara T, et al. Development of "CALNEO", an indirect-conversion digital radiography system with high-conversion efficiency. *Fujifilm Res Dev*. 2010; 55:10–13.
8. Aksoy M, Kamasak M, Akkur E, Ucgul A, Ba ak M, Alaca H. Evaluation and comparison of image quality for indirect flat panel systems with CsI and GOS scintillators. In: 2012 7th International Symposium on Health Informatics and Bioinformatics. Piscataway, NJ: IEEE; 2012:57–62. doi:10.1109/HIBIT.2012.6209043.
9. Commission électrotechnique internationale. CEI 62220-1-1: Appareils électromédicaux – caractéristiques des dispositifs d'imagerie à rayonnement X— Partie 1 : Détermination de l'efficacité quantique de détection – Détecteurs utilisés en imagerie radiographique. Genève, Suisse : Commission électrotechnique internationale; 2015.