

Universidade de Aveiro
Secção Autónoma das Ciências da Saúde

Radiological imaging in digital systems: the effect of exposure parameters in diagnostic quality and patient dose

A imagem radiológica em sistemas de radiografia digital: estudo do efeito dos parâmetros técnicos de exposição na qualidade diagnóstica e na optimização de dose

Luís Jorge Oliveira Carrasco Lança

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Tecnologias da Saúde, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Augusto Marques Ferreira da Silva, Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro e do Prof. Doutor Eduardo Jorge da Costa Alves, Investigador Principal do Departamento de Física do Instituto Tecnológico e Nuclear.

Apoio financeiro da FCT no âmbito do PROTEC – Programa de apoio à formação avançada de docentes do Ensino Superior Politécnico.

O júri

Presidente Doutor Manuel João Senos Matias

Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor Nelson Fernando Pacheco da Rocha

Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutora Maria Filomena Rabaça Roque Botelho

Professora Associada com Agregação da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Doutora Ana Isabel Lourenço Pascoal

Professora Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Portuguesa

Doutor Augusto Marques Ferreira da Silva

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientador)

Doutor Eduardo Jorge da Costa Alves

Investigador Principal do Instituto Tecnológico e Nuclear (Co-Orientador)

RESUMO

Esta tese pretende contribuir para o estudo e análise dos factores relacionados com as técnicas de aquisição de imagens radiológicas digitais, a qualidade diagnóstica e a gestão da dose de radiação em sistema de radiologia digital.

A metodologia encontra-se organizada em duas componentes. A componente observacional, baseada num desenho do estudo de natureza retrospectiva e transversal. Os dados recolhidos a partir de sistemas CR e DR permitiram a avaliação dos parâmetros técnicos de exposição utilizados em radiologia digital, a avaliação da dose absorvida e o índice de exposição no detector. No contexto desta classificação metodológica (retrospectiva e transversal), também foi possível desenvolver estudos da qualidade diagnóstica em sistemas digitais: estudos de observadores a partir de imagens arquivadas no sistema PACS.

A componente experimental da tese baseou-se na realização de experiências em fantasmas para avaliar a relação entre dose e qualidade de imagem. As experiências efectuadas permitiram caracterizar as propriedades físicas dos sistemas de radiologia digital, através da manipulação das variáveis relacionadas com os parâmetros de exposição e a avaliação da influência destas na dose e na qualidade da imagem. Utilizando um fantoma contraste de detalhe, fantasmas antropomórficos e um fantoma de osso animal, foi possível objectivar medidas de quantificação da qualidade diagnóstica e medidas de detectabilidade de objectos.

Da investigação efectuada, foi possível salientar algumas conclusões. As medidas quantitativas referentes à performance dos detectores são a base do processo de optimização, permitindo a medição e a determinação dos parâmetros físicos dos sistemas de radiologia digital. Os parâmetros de exposição utilizados na prática clínica mostram que a prática não está em conformidade com o referencial Europeu. Verifica-se a necessidade de avaliar, melhorar e implementar um padrão de referência para o processo de optimização, através de novos referenciais de boa prática ajustados aos sistemas digitais. Os parâmetros de exposição influenciam a dose no paciente, mas a percepção da qualidade de imagem digital não parece afectada com a variação da exposição. Os estudos que se realizaram envolvendo tanto imagens de fantasmas como imagens de pacientes mostram que a sobreexposição é um risco potencial em radiologia digital. A avaliação da qualidade diagnóstica das imagens mostrou que com a variação da exposição não se observou degradação substancial da qualidade das imagens quando a redução de dose é efectuada. Propõe-se o estudo e a implementação de novos níveis de referência de diagnóstico ajustados aos sistemas de radiologia digital. Como contributo da tese, é proposto um modelo (STDI) para a optimização de sistemas de radiologia digital.

Palavras-chave

Sistemas de radiologia digital, optimização dos parâmetros de exposição, qualidade diagnóstica, dose no paciente

ABSTRACT

In the present study an attempt has been made to contribute for the analysis of the factors related with the technical acquisition, the quality of the diagnostic image and dose management in digital detector systems for projection radiography.

The thesis methodology is organized in two components. The observational component is based on a retrospective and transversal design. The data collected from CR and DR systems allowed the evaluation of exposure parameters from digital images, absorbed dose and exposure index to the detector. Under this classification (retrospective and transversal design) it was also possible to develop diagnostic quality evaluations from digital radiographic images: observer performance studies from digital images stored in the PACS.

Under the experimental component of this thesis several experiments using phantoms were performed in order to evaluate the relation between dose and image quality. The experiments allowed the characterization of physical properties of digital image systems and manipulation of variables such as those related to exposure parameters and evaluation of its influence in dose and image quality. Using a contrast-detail phantom, anthropomorphic phantoms and an animal bone phantom it was possible to provide objective measures concerning the quantification of diagnostic quality and measures of object detectability.

According to the research undertaken several conclusions could be highlighted. Quantitative measures of DR and CR detectors performance provide a basis for optimization, allowing to measure and determinate the physical properties of digital radiology image systems. Exposure parameters being used in digital radiography shows that current routine radiographic practice does not comply with European guidelines concerning exposure techniques. There is a need to evaluate, improve and establish a baseline reference aiming exposure optimization and provide new guidelines for current

digital systems. Exposure parameters influence patient dose in digital radiology but image quality perception seems not to be affected with exposure variation. Studies performed both with phantoms and patients showed that overexposure is a potential risk when working with digital systems. Evaluation of diagnostic quality of digital images when a variation of exposure parameters is provided showed no substantial decrease in image quality when dose reduction is achieved. New dose reference levels should be studied and implemented according to the digital system characteristics and performance.

A conceptual framework (STDI) is proposed as an attempt to provide a practical method to optimize digital radiology systems.

Keywords

Digital radiography systems, exposure parameters optimization, diagnostic quality, patient dose