HAL
open science

Etude de reproductibilité de la lecture de radiographies de poignets traumatiques sur PACS, film et papier

Carole Paulus

To cite this version:

Carole Paulus. Etude de reproductibilité de la lecture de radiographies de poignets traumatiques sur PACS, film et papier. Sciences du Vivant [q-bio]. 2009. hal-01731832

HAL Id: hal-01731832

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01731832

Submitted on 14 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

UNIVERSITE HENRI POINCARE, NANCY 1
2009

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY
N° 70

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

Carole PAULUS

le 18 septembre 2009

ETUDE DE REPRODUCTIBILITE DE LA LECTURE DE RADIOGRAPHIES DE POIGNETS TRAUMATIQUES SUR PACS, FILM ET PAPIER

Examinateurs de la thèse :

M. A. BLUM	**Professeur**	**Président**
M. H. COUDANE	**Professeur**	**Juge**
M. F. GUILLEMIN	**Professeur**	**Juge**
M. A. PEUTOT	**Docteur en Médecine**	**Juge**

UNIVERSITE HENRI POINCARE, NANCY 1
2009

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY
N°

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

Carole PAULUS

le 18 septembre 2009

ETUDE DE REPRODUCTIBILITE DE LA LECTURE DE RADIOGRAPHIES DE POIGNETS TRAUMATIQUES SUR PACS, FILM ET PAPIER

Examinateurs de la thèse :

M. A. BLUM	**Professeur**	**Président**
M. H. COUDANE	**Professeur**	**Juge**
M. F. GUILLEMIN	**Professeur**	**Juge**
M. A. PEUTOT	**Docteur en Médecine**	**Juge**

UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ, NANCY 1

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université : Professeur Jean-Pierre FINANCE

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice Doyen *Recherche* : Professeur Jean-Louis GUEANT
Vice Doyen *Pédagogie* : Professeur Annick BARBAUD
Vice Doyen *Campus* : Professeur Marie-Christine BÉNÉ

Assesseurs :	
du 1er Cycle :	**M. le Professeur François ALLA**
du 2ème Cycle :	**M. le Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI**
du 3ème Cycle :	**M. le Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT**
Filières professionnalisées :	**M. le Professeur Christophe CHOSEROT**
Prospective :	**M. le Professeur Laurent BRESLER**
FMC/EPP :	**M. le Professeur Jean-Dominique DE KORWIN**

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX
Professeur Jacques ROLAND – Professeur Patrick NETTER

==========

PROFESSEURS HONORAIRES

Pierre ALEXANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Jean BEUREY - Jacques BORRELLY
Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - Jean-Pierre CRANCE
Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Michel DUC
Jean DUHEILLE - Adrien DUPREZ - Jean-Bernard DUREUX - Gabriel FAIVRE – Gérard FIEVE - Jean FLOQUET
Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ
Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Pierre HARTEMANN - Claude HURIET – Christian JANOT - Jacques LACOSTE
Pierre LANDES - Alain LARCAN - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Bernard LEGRAS
Michel MANCIAUX - Jean-Pierre MALLIÉ - Pierre MATHIEU - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT
Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU
Jean PREVOT - Antoine RASPILLER - Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER - Paul SADOUL
Daniel SCHMITT - Jean SOMMELET - Danièle SOMMELET - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TREHEUX
Hubert UFFHOLTZ - Gérard VAILLANT - Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF
Michel WEBER

==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS
PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE
1ère sous-section : *(Anatomie)*
Professeur Gilles GROSDIDIER
Professeur Pierre LASCOMBES – Professeur Marc BRAUN
2ème sous-section : *(Cytologie et histologie)*
Professeur Bernard FOLIGUET
3ème sous-section : *(Anatomie et cytologie pathologiques)*
Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE
1ère sous-section : *(Biophysique et médecine nucléaire)*
Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER
2ème sous-section : *(Radiologie et imagerie médicale)*
Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON
Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER
Professeur René ANXIONNAT

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : *(Biochimie et biologie moléculaire)*

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

2ème sous-section : *(Physiologie)*

Professeur François MARCHAL – Professeur Philippe HAOUZI – Professeur Bruno CHENUEL

3ème sous-section : *(Biologie Cellulaire (type mixte : biologique)*

Professeur Ali DALLOUL

4ème sous-section : *(Nutrition)*

Professeur Olivier ZIEGLER

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1ère sous-section : *(Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)*

Professeur Alain LOZNIEWSKI

3ème sous-section : *(Maladies infectieuses ; maladies tropicales)*

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1ère sous-section : *(Épidémiologie, économie de la santé et prévention)*

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON

Professeur Francis GUILLEMIN – Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

2ème sous-section : *(Médecine et santé au travail)*

Professeur Christophe PARIS

3ème sous-section : *(Médecine légale et droit de la santé)*

Professeur Henry COUDANE

4ème sous-section : *(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)*

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1ère sous-section : *(Hématologie ; transfusion)*

Professeur Thomas LECOMPTE – Professeur Pierre BORDIGONI

Professeur Pierre LEDERLIN – Professeur Jean-François STOLTZ – Professeur Pierre FEUGIER

2ème sous-section : *(Cancérologie ; radiothérapie)*

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Didier PEIFFERT – Professeur Frédéric MARCHAL

3ème sous-section : *(Immunologie)*

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4ème sous-section : *(Génétique)*

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1ère sous-section : *(Anesthésiologie et réanimation chirurgicale)*

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES

2ème sous-section : *(Réanimation médicale)*

Professeur Henri LAMBERT – Professeur Alain GERARD

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT – Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

3ème sous-section : *(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)*

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4ème sous-section : *(Thérapeutique)*

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY – Professeur Faiez ZANNAD

49ème Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP et RÉÉDUCATION

1ère sous-section : ***(Neurologie)***

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Hervé VESPIGNANI

Professeur Xavier DUCROCQ

2ème sous-section : ***(Neurochirurgie)***

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE

Professeur Thierry CIVIT

3ème sous-section : ***(Psychiatrie d'adultes)***

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4ème sous-section : ***(Pédopsychiatrie)***

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC

5ème sous-section : ***(Médecine physique et de réadaptation)***

Professeur Jean-Marie ANDRE – Professeur Jean PAYSANT

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1ère sous-section : ***(Rhumatologie)***

Professeur Jacques POUREL – Professeur Isabelle VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2ème sous-section : ***(Chirurgie orthopédique et traumatologique)***

Professeur Daniel MOLE

Professeur Didier MAINARD – Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3ème sous-section : ***(Dermato-vénéréologie)***

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4ème sous-section : ***(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique)***

Professeur François DAP – Professeur Gilles DAUTEL

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIORESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1ère sous-section : ***(Pneumologie)***

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2ème sous-section : ***(Cardiologie)***

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL

Professeur Christian de CHILLOU

3ème sous-section : ***(Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)***

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT

Professeur Jean-Pierre CARTEAUX – Professeur Loïc MACÉ

4ème sous-section : ***(Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)***

Professeur Denis WAHL

52ème Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1ère sous-section : ***(Gastroentérologie ; hépatologie)***

Professeur Marc-André BIGARD

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

2ème sous-section : ***(Chirurgie digestive)***

3ème sous-section : ***(Néphrologie)***

Professeur Michèle KESSLER – Professeur Dominique HESTIN (Mme) – Professeur Luc FRIMAT

4ème sous-section : ***(Urologie)***

Professeur Philippe MANGIN – Professeur Jacques HUBERT – Professeur Luc CORMIER

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1ère sous-section : ***(Médecine interne)***

Professeur Denise MONERET-VAUTRIN – Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY

2ème sous-section : ***(Chirurgie générale)***

Professeur Patrick BOISSEL – Professeur Laurent BRESLER

Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1ère sous-section : *(Pédiatrie)*

Professeur Pierre MONIN

Professeur Jean-Michel HASCOET – Professeur Pascal CHASTAGNER – Professeur François FEILLET

Professeur Cyril SCHWEITZER

2ème sous-section : *(Chirurgie infantile)*

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Pierre JOURNEAU

3ème sous-section : *(Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)*

Professeur Michel SCHWEITZER – Professeur Jean-Louis BOUTROY

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO

4ème sous-section : *(Endocrinologie et maladies métaboliques)*

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55ème Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1ère sous-section : *(Oto-rhino-laryngologie)*

Professeur Claude SIMON – Professeur Roger JANKOWSKI

2ème sous-section : *(Ophtalmologie)*

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

3ème sous-section : *(Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)*

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeur Etienne SIMON

==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1ère sous-section : *(Anatomie)*

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT

2ème sous-section : *(Cytologie et histologie)*

Docteur Edouard BARRAT

Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

3ème sous-section : *(Anatomie et cytologie pathologiques)*

Docteur Béatrice MARIE

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1ère sous-section : *(Biophysique et médecine nucléaire)*

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE – Docteur Amar NAOUN

2ème sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)

Docteur Damien MANDRY

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : *(Biochimie et biologie moléculaire)*

Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN – Docteur Catherine MALAPLATE-ARMAND

2ème sous-section : *(Physiologie)*

Docteur Nicole LEMAU de TALANCE – Docteur Christian BEYAERT

4ème sous-section : *(Nutrition)*

Docteur Didier QUILLIOT – Docteur Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE
1ère sous-section : ***(Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)***
Docteur Francine MORY – Docteur Véronique VENARD
2ème sous-section : ***(Parasitologie et mycologie)***
Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU – Madame Marie MACHOUART

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ
1ère sous-section : ***(Epidémiologie, économie de la santé et prévention)***
Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE
4ère sous-section : ***(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication***
Docteur Pierre GILLOIS – Docteur Nicolas JAY

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE
1ère sous-section : ***(Hématologie ; transfusion)***
Docteur François SCHOONEMAN
2ème sous-section : ***(Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique)***
Docteur Lina BEZDETNAYA épouse BOLOTINE
3ème sous-section : ***(Immunologie)***
Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT
4ème sous-section : ***(Génétique)***
Docteur Christophe PHILIPPE

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE
1ère sous-section : ***(Anesthésiologie et réanimation chirurgicale)***
Docteur Gérard AUDIBERT
3ème sous-section : ***(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)***
Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT – Docteur Nicolas GAMBIER
4ème sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
Docteur Patrick ROSSIGNOL

50ème Section : RHUMATOLOGIE
1ère sous-section : ***(Rhumatologie)***
Docteur Anne-Christine RAT

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION
5ème sous-section : ***(Biologie et médecine du développement et de la reproduction)***
Docteur Jean-Louis CORDONNIER

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5ème section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE
Monsieur Vincent LHUILLIER

32ème section : Chimie Organique, Minérale, Industrielle
Monsieur Franck DALIGAULT

40ème section : SCIENCES DU MÉDICAMENT
Monsieur Jean-François COLLIN

60ème section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE
Monsieur Alain DURAND

61ème section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL
Monsieur Jean REBSTOCK – Monsieur Walter BLONDEL

64ème section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
Mademoiselle Marie-Claire LANHERS
Monsieur Franck DALIGAULT

65ème section : BIOLOGIE CELLULAIRE
Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY
Madame Ketsia HESS – Monsieur Pierre TANKOSIC – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS
Madame Natalia DE ISLA

66ème section : PHYSIOLOGIE
Monsieur Nguyen TRAN

67ème section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE
Madame Nadine MUSSE

=======

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale
Professeur associé Alain AUBREGE
Docteur Francis RAPHAEL
Docteur Jean-Marc BOIVIN
Docteur Jean-Louis ADAM
Docteur Elisabeth STEYER

=======

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Pierre BEY - Professeur Michel BOULANGE
Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Jean FLOQUET
Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeur Simone GILGENKRANTZ - Professeur Alain LARCAN
Professeur Pierre MATHIEU - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Guy PETIET - Professeur Luc PICARD
Professeur Michel PIERSON - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Danièle SOMMELET
Professeur Michel STRICKER - Professeur Gilbert THIBAUT - Professeur Paul VERT
Professeur Colette VIDAILHET – Professeur Michel VIDAILHET

=======

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHIELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)
Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Wanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume Uni)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würtzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

A notre maître et président de thèse,

Monsieur le Professeur Alain Blum,

Professeur de Radiologie et Imagerie médicale,

Vous nous avez fait l'honneur de nous guider pour ce travail avec enthousiasme et une grande disponibilité.

Votre esprit d'analyse scientifique et votre dynamisme nous ont impressionnés et motivés.

L'étendue de vos connaissances est pour nous une source d'admiration et une inspiration dans notre pratique médicale.

Que ce travail soit le témoignage de notre gratitude et de notre profond respect.

A notre maître et juge,

Monsieur le Professeur Henry Coudane,

Professeur de Médecine Légale (Option Clinique),

Doyen de la Faculté de Médecine,

Chevalier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur,

Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail et de l'intérêt que vous lui portez.

Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A notre maître et juge,

Monsieur le Professeur Francis Guillemin,

Professeur d'Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail et espérons qu'il saura retenir votre intérêt.

Soyez assuré de notre gratitude et de notre profond respect.

A notre maître et juge,

Monsieur le Docteur Alain Peutot,

Vous nous avez fait l'honneur de vous intéresser à nos travaux et de venir les juger.

Nous avons eu la chance de bénéficier de votre expérience en imagerie ostéo-articulaire au sein de votre service.

Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

A mes parents,

Votre amour, votre soutien inconditionnel et votre bienveillance m'ont toujours portée. Merci pour tous vos sacrifices et votre infinie gentillesse.

A la mémoire de mes grands-parents Georges et Liselotte et de mon grand-père Jean

A Julie, ma cousine adorée

A ma marraine Bernadette et ma tante Nicole, pour leur affection et leur soutien

A Marylène, ma bouffée d'oxygène

A Julie, pour ton amitié infaillible et si précieuse

A Justine, à notre complicité toujours intacte

A Domitille, un seul regard et tout est dit…

A Maeva, mon meilleur souvenir d'anesthésie, pour ton soutien acharné

A Assia, pour ton amitié sincère

A Thomas et Nikias, inimitables et indispensables

A tous mes amis de Nancy, de Strasbourg et d'ailleurs

A l'ensemble du personnel des services de radiologie du CHU de Nancy, de Metz Bonsecours et du Centre Alexis Vautrin.

A Jonathan, mon amour

SERMENT

"Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.
Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.
Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.
Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.
J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.
Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque".

TABLE DES MATIERES

Introduction **16**

I. Etude technique **17**

A. Matériel et méthodes **17**

1. Fantôme et acquisition 17

2. Reproduction et analyse 17

3. Fonction de transfert de modulation 19

B. Résultats **20**

II. Etude clinique **22**

A. Matériels et méthodes **22**

1. Population 22

2. Technique 22

3. Lecture 23

4. Statistiques 23

B. Résultats **24**

C. Discussion **26**

Conclusion **30**

Bibliographie **31**

ANNEXE **34**

Article en anglais **35**

Introduction

Nous assistons depuis plusieurs années en radiologie à l'utilisation de supports de communication de plus en plus variés (film, CD, papier) là où il y a peu de temps encore le film était le seul outil disponible. L'avènement de la lecture des examens sur écran a dû bousculer quelques habitudes tenaces et apporter la preuve de ses qualités, notamment en terme de post-traitement de l'image, pour être finalement largement acceptée.

Par ailleurs, des impératifs économiques évidents ont stimulé l'utilisation très large des CD et du papier comme support des examens d'IRM et de scanner pour la communication avec les praticiens. Cette pratique désormais courante a été adoptée sans difficultés, avant même la réalisation d'études cliniques, finalement peu nombreuses [1-3]. En revanche, concernant la radiographie standard, l'utilisation du papier comme support de communication se heurte à une franche résistance de la part des cliniciens, déjà hostiles à la radiographie numérique [4-6]. Le but de notre travail a donc été d'étudier objectivement la valeur diagnostique de 3 différents supports couramment utilisés, le film, le papier et le PACS (Picture Archiving and Communication System), dans un contexte très spécialisé : les radiographies du poignet pour traumatisme.

Notre étude se décompose en 2 parties :

- une étude technique sur fantôme
- une étude clinique sur les bilans radiographiques de 200 patients ayant subi un traumatisme du poignet

I. Etude technique

Nous avons dans un premier temps réalisé une étude sur un fantôme permettant d'analyser les performances en termes de contraste et de résolution spatiale d'images éditées sur PACS, film et papier.

A. Matériel et méthodes

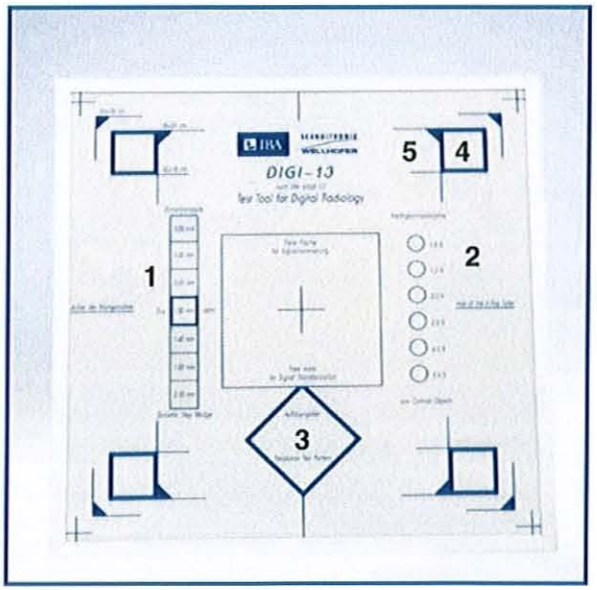
1. Fantôme et acquisition

Nous avons utilisé la plaque de test Digi 13 (Figure 1), destinée initialement aux contrôles de qualité et de constance des systèmes équipés de récepteurs digitaux tels que les plaques ERLM (Ecran Radioluminescent à Mémoire) ou les capteurs plans. L'acquisition a été réalisée sur un ERLM AGFA avec une unité de numérisation de type ADC Compact et un post-traitement des images par l'intermédiaire de paramètres MUSICA. L'image a été centrée afin de ne prendre en considération que les trois des cinq critères d'évaluation pertinents pour notre étude :l'échelle d'absorptiométrie de 7 niveaux en cuivre, la mire d'objets pour le faible contraste et la mire de résolution.

2. Reproduction et analyse

La radiographie ainsi obtenue (Figure 2) a été éditée selon 3 types de reprographies :

- sur le PACS avec la version 5.3 d'Impax et des stations de travail AGFA bi-écran ayant une résolution de 1,3 K
- sur film laser en format 20X25 par l'intermédiaire d'une imprimante Drystar 2000
- sur papier brillant de format A4 avec une qualité de 160g. Deux copies ont été réalisées sur deux imprimantes différentes :
    - une imprimante Xerox Workcentre M24 avec une résolution de 600X600 ppp (imprimante 1)
    - une imprimante Xerox Phaser 7760GX avec une résolution de 1200X1200 ppp (imprimante 2).



- **Construction du DIGI-13**

Plaque de base en cuivre (300 x 300 x 1.0 mm)
Tests d'acceptance selon la norme DIN V 6868-58
Tests de constance selon la norme DIN 6868-13

- **Echelle de contraste dynamique** (1)

En cuivre , avec différents absorbeurs de rayonnement, 7 échelons en Cu: 0.00 mm, 0.30 mm, 0.30 mm, 1.00 mm, 1.40 mm, 1.85 mm et 2.3 mm pour contrôler la gamme dynamique.

- **Objets à faible contraste** (2)

En disques d'aluminium , avec un diamètre de 10 mm, produisant un contraste de 0.8 %, 1.2 %, 2.0 %, 2.8 %, 4.0 % et 5.6 % à 70 kV, pour la détermination de la résolution en contraste.

- **Test de résolution** (3)

Mire linéaire orientée à 45°, 0.6 - 5.0 pl/mm

- **Zone de marquage** (4)

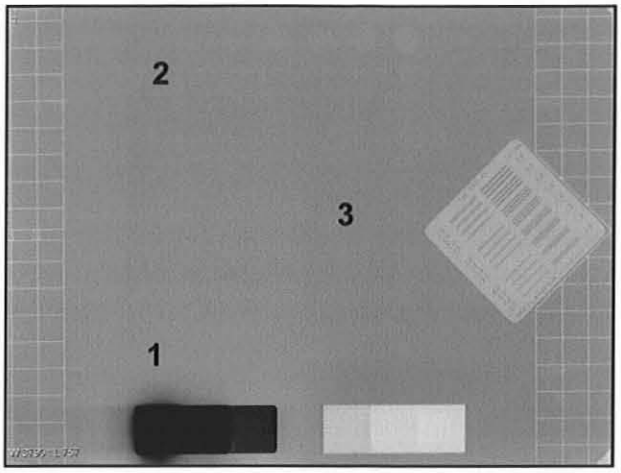
Pour le contrôle du signal et de l'homogénéité

- **Marqueurs d'alignement** (5)

Pour différentes dimensions de cassette

IBA Group

Figure 1. Mire-test Digi 1



1 : 7 carrés, contraste élevé

2 : 6 disques, faible contraste

3 : mire de résolution spatiale de 0,6 à 5,0 pl/mm

Figure 2. Radiographie de la mire-test Digi 13

Les grilles de lecture comportaient trois cadres d'évaluation : une échelle de 0 à 6 pour la détection du nombre de disques de faible contraste, le nombre de paires de lignes discernables et un score de 0 à 7 pour le nombre de carrés visibles dans l'échelle de contrastes élevés.

Cinq lecteurs (2 internes de radiologie, 2 étudiants en médecine et 1 manipulateur en radiologie) ont réalisé une lecture indépendante de la radiographie de la mire-test éditée sur les 3 différents supports. La lecture a été effectuée dans le même ordre pour chaque lecteur : d'abord sur papier puis sur film et enfin sur PACS.

3. Fonction de transfert de modulation

Des courbes FTM (Fonction de Transfert de Modulation) ont été calculées après numérisation du support film et papier.

B. Résultats

Comme l'expose le tableau des résultats (tableau I), le PACS est supérieur au papier et au film pour la résolution en faibles contrastes avec un score moyen de 6/6, le film étant lui-même supérieur au papier avec un score moyen de 4/6 contre 3,4/6. Ce classement est le même pour la performance en résolution spatiale des 3 supports : le PACS arrive en premier avec une moyenne de 3,52 pl/mm, puis le film avec une moyenne de 3,22 pl/mm et le papier avec une moyenne de 2,12 pl/mm. Enfin, il n'y a pas de différence entre les 3 supports dans la détection des différences élevées de contraste. Les résultats de cette étude montrent donc une infériorité du papier comme moyen de reprographie avec une perte non négligeable de sensibilité en terme de résolution spatiale et de résolution en faible contraste. L'étude des courbes FTM est en accord avec cette analyse (figure 3). Notons par ailleurs qu'il n'existe aucune différence entre les deux copies papier issues de deux imprimantes différentes.

Tableau I. Résultats de la lecture de la mire-test par cinq lecteurs, trois paramètres d'étude.

	Disques faible contraste				Paires de lignes/mm				Carrés contraste élevé			
	PACS	Film	Papier		PACS	Film	Papier		PACS	Film	Papier	
			I1	I2			I1	I2			I1	I2
Lecteur 1	6	4	4	4	3,7	3,4	2,2	2,2	7	7	7	7
Lecteur 2	6	4	3	3	3,4	3,1	2,2	2,2	7	7	7	7
Lecteur 3	6	4	4	4	3,4	3,1	2,2	2,2	7	7	7	7
Lecteur 4	6	4	3	3	3,7	3,1	2,0	2,0	7	7	7	7
Lecteur 5	6	4	3	3	3,4	3,4	2,0	2,0	7	7	7	7
Moyenne	**6/6**	**4/6**	**3,4/6**	**3,4/6**	**3,52**	**3,22**	**2,12**	**2,12**	**7**	**7**	**7**	**7**

I1 = *imprimante 1* - **I2** = *imprimante 2*

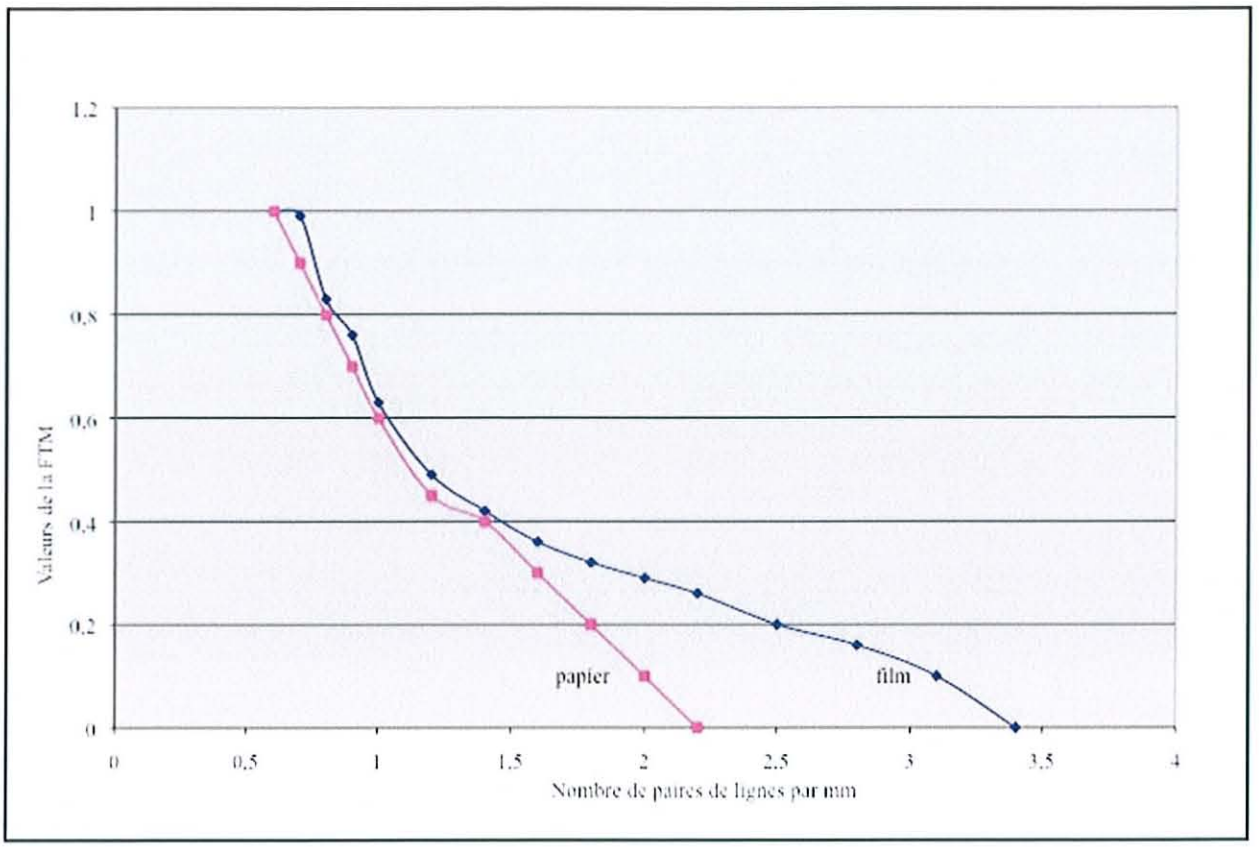


Figure 3. Graphique illustrant la Fonction de Transfert de Modulation des radiographies de la mire-test éditées sur un support film et papier.

II. Etude clinique

A. Matériels et méthodes

1. Population

Nous avons mené une étude sur 200 patients (82 hommes, 118 femmes, âge moyen 48,3, échelle d'âge 16-95 ans) consécutifs ayant consulté aux urgences entre mars et août 2007 pour un traumatisme du poignet. Ces patients ont bénéficié, après un examen clinique réalisé par un médecin urgentiste, d'un bilan radiographique comportant 4 à 6 incidences du poignet. Lorsque cela était réalisable, en particulier en fonction des douleurs, les 4 incidences systématiques étaient face, profil, berge ulnaire (incidence en semi-supination) et poing serré (serrement actif du poing) selon les recommandations habituelles [7-10], plus ou moins deux incidences du scaphoïde en fonction de la suspicion clinique.

2. Technique

L'acquisition des images a été réalisée sur un ERLM AGFA avec une unité de numérisation de type ADC Compact permettant un post-traitement des images par l'intermédiaire de paramètres MUSICA, ces paramètres n'étant pas sauvegardés dans le PACS. Les examens ont été édités selon 3 types de reprographies, à l'instar de notre étude clinique:

- sur le PACS avec la version 5.3 d'Impax et des stations de travail AGFA bi-écran ayant une résolution de 1,3 K
- sur film laser en format 20X25 par l'intermédiaire d'une imprimante Drystar 2000
- sur papier de format A4 avec une qualité de 160g, par une imprimante Xerox Workcentre M24 ayant une résolution de 600X600 ppp.

L'étude sur fantôme n'ayant pas montré de différence en fonction du type d'imprimante utilisée, nous n'avons réalisé qu'une seule copie papier de chaque examen, sur une seule et même imprimante.

3. Lecture

La lecture a été réalisée par 2 lecteurs indépendants en une seule séance par modalité, chaque séance étant espacée d'au moins une semaine. Le lecteur 1 était représenté par un radiologue expérimenté en imagerie ostéo-articulaire et le lecteur 2 par un interne en radiologie ayant 18 mois d'expérience en radiologie dont 6 mois en imagerie ostéo-articulaire. Six catégories de réponses étaient proposées : fracture du radius, fracture du scaphoïde, autre fracture, entorse, luxation et RAS s'il n'y avait aucune lésion. Les associations de réponses étaient possibles.

4. Statistiques

L'étude statistique s'est attachée à étudier d'une part la reproductibilité inter-observateur pour les différentes méthodes et d'autre part la reproductibilité inter-méthode par le calcul du coefficient Kappa [11].

B. Résultats

En prenant ici pour référence la lecture sur PACS par le lecteur 1, sur les 200 patients ont été diagnostiquées 19 fractures du radius, 15 fractures du scaphoïde, 7 autres fractures, 0 entorse isolée, 0 luxation isolée, 135 radiographies normales (RAS), 17 fractures du radius associées à une autre fracture, 1 fracture du scaphoïde associée à une entorse, 3 fractures du radius associées à une entorse et 3 autres combinaisons.

Tableau II. Résultats de la lecture de 200 radiologies de poignets traumatiques sur PACS, film et papier par 2 lecteurs indépendants.

	Ecran L1	Ecran L2	Papier L1	Papier L2	Film L1	Film L2
Fracture Radius	19	25	22	22	19	24
Fracture Scaphoïde	15	14	17	10	15	10
Entorse	0	0	0	1	0	0
Luxation	0	0	0	1	0	1
Autre Fracture	7	9	7	8	7	8
RAS	135	130	133	138	135	138
Fracture Radius + Autre Fracture	17	17	14	16	17	15
Fracture Scaphoïde + Entorse	1	1	1	1	1	0
Fracture Radius + Entorse	3	2	3	1	3	1
Autres combinaisons*	3	2	3	2	3	3

L1= lecteur 1
L2= lecteur 2
* : fracture du scaphoïde + luxation, fracture du radius + fracture du scaphoïde + autre fracture

Le calcul de la reproductibilité inter-observateur donne un Kappa pour le PACS égal à 0,83, un Kappa pour le film égal à 0,83 et un Kappa pour le papier égal à 0,80 ceci faisant la démonstration d'une concordance inter-observateur excellente (PACS, film) ou bonne (papier).

Le calcul de le reproductibilité inter-méthode donne un Kappa film/PACS égal à 0,99 pour L1 et 0,90 pour L2, un Kappa film/papier égal à 0,89 pour L1 et 0,86 pour L2 et un Kappa PACS/papier égal à 0,88 pour L1 et 0,84 pour L2. Ainsi la concordance inter-méthode est excellente (tableau IV), quelles que soient les méthodes comparées.

Tableau III. Reproductibilité inter-méthode.

	Lecteur 1	Lecteur 2
Kappa film/PACS	0,99	0,90
Kappa film/Papier	0,89	0,86
Kappa PACS/papier	0,88	0,84

Tableau IV. Degré de reproductibilité et valeur de Kappa.

Reproductibilité	*Kappa*
Excellente	> 0,81
Bonne	0,80 - 0,61
Moyenne	0,60 - 0,21
Mauvaise	0,20 - 0,0
Très mauvaise	< 0,0

C. Discussion

Il est actuellement largement admis que l'utilisation du PACS comporte de nombreux avantages comparativement à la lecture traditionnelle sur film comme par exemple une meilleure accessibilité aux images et aux compte-rendus, une meilleure gestion des examens avec moins de pertes d'examens, d'examens non interprétés et une réduction des coûts [12-14]. Le radiologue dispose également d'outils supplémentaires (comme le fenêtrage, le zoom) qui facilitent notamment l'étude des radiographies thoraciques (petits pneumothorax, syndrome interstitiel, micronodules) [15-17] mais ne semblent pas apporter un plus comparativement au film pour la détection des lésions traumatiques du poignet et en particulier pour les fractures du scaphoïde [18]. De plus, de nombreuses études ont montré l'absence de différence significative de sensibilité diagnostique entre la lecture sur console PACS et sur film d'examens radiographiques réalisés aux urgences [19-22]. En revanche, peu d'études ont comparé le support d'impression papier aux autres modalités [23-25] alors que celui-ci est de plus en plus utilisé, notamment en scanner et en IRM.

Les résultats de l'étude que nous avons réalisée sur la mire-test confirment la perception générale des praticiens d'une dégradation de la qualité en résolution et en contraste de l'impression papier comparativement au PACS et au film. Cette différence significative sur la radiographie d'une mire-test aux caractéristiques contrôlées et standardisées ne se vérifie pas dans la situation clinique réelle que nous avons étudiée, soit les traumatismes du poignet. En effet, notre étude montre que la

nature du support n'a pas d'incidence significative dans la détection des lésions traumatiques sur des radiographies du poignet, la concordance inter-méthode étant excellente. Le corolaire de ces résultats est la substitution théoriquement possible de ces supports entre eux sans perte de sensibilité diagnostique statistiquement significative. Néanmoins, la perte de qualité du papier sur la radiographie de la mire-test comparativement aux autres supports ne permet pas d'envisager une substitution par le papier pour le diagnostic. Les études cherchant à évaluer la qualité des images radiologiques imprimées sur papier sont peu nombreuses et nous ne pouvons bien sûr pas élargir les conclusions de notre étude à tous les champs d'activité de la radiologie standard (thorax, ASP, rachis…).

Cette évaluation est dictée par des impératifs financiers qui demandent une gestion raisonnée des budgets dans tous les domaines d'activité médicale. Cette attitude n'est bien sûr acceptable qu'à la condition qu'elle n'ait pas de conséquence délétère sur la prise en charge du patient. L'intention d'utiliser le support papier ne s'envisage que dans la mesure où les services sont dotés d'un système de lecture sur écran des examens radiographiques. Prenons l'exemple du fonctionnement du service de radiologie de l'accueil des urgences dans notre institution: pour tout bilan radiologique, le diagnostic est fait sur écran dans le service de radiologie ou aux urgences. Une fois que le dossier clinique, biologique et radiologique est complet et en fonction du diagnostic : soit le patient est hospitalisé dans un autre service du CHU où les examens seront également disponibles en ligne sur le réseau interne de l'hôpital, soit le patient est transféré dans un autre établissement qui n'est pas en réseau avec le PACS du CHU, soit le patient est sortant. Actuellement, pour tous les

patients, chaque examen radiographique est systématiquement édité sur film laser puisque au moment où le bilan est réalisé, la destination du patient n'est pas encore connue. Une solution serait de n'imprimer les films que pour les patients qui ne seront pas hospitalisés au CHU. On peut imaginer alors certains problèmes d'organisation si les films ne devaient être édités qu'au cas par cas à la demande des cliniciens avant la sortie du patient, avec forcément des retards et des oublis. Une autre attitude économiquement acceptable serait de continuer l'impression systématique de tous les examens réalisés aux urgences non plus sur film laser mais sur papier, ce support n'étant pas à visée diagnostique. Il servirait à compléter le dossier du patient destiné au médecin généraliste ou spécialiste, étayé du courrier de sortie précisant les résultats des examens et les différentes anomalies cliniques, biologiques et radiographiques trouvées lors de la consultation aux urgences. Par contre ce support peut être insuffisant dans certaines situations, par exemple pour un chirurgien orthopédique qui n'aurait pas accès au réseau PACS du service de radiologie des urgences, dans les cas d'une hospitalisation hors du CHU d'origine. Dans ce cas, la gravure d'un CD-Rom peut être envisagée.

L'objet de l'étude étant représenté par l'examen de radiographies du poignet traumatique, il est important de garder à l'esprit la sensibilité diagnostique insatisfaisante de la radiographie standard dans la détection de certaines lésions, notamment les fractures du scaphoïde [7-10]. Notre étude n'a pas pour but de remettre en question les stratégies diagnostiques des lésions traumatiques du poignet [26-29] mais de tenter d'apporter une base de réflexion scientifique à l'enthousiasme des uns

et au scepticisme des autres devant une éventuelle utilisation du support papier dans la transmission des examens de radiographie conventionnelle aux cliniciens.

Cette transmission des images radiographiques sur papier se heurte actuellement à une forte réticence des cliniciens. Or cette exigence des correspondants externes ne semble pas justifiée pour de nombreux examens, comme le montre par exemple notre étude. Evidemment ces propos sont à nuancer en fonction du type d'examen et du mode de fonctionnement interne de chaque structure hospitalière, mais un établissement doté d'un PACS avec un bon système de communication entre les services de radiologie et les autres services devrait pouvoir se passer du film et le remplacer par le papier avec une réduction substantielle des coûts [30-31].

Notre étude comporte un certain nombre de limites à commencer par l'absence d'examen de référence (scanner ou IRM par exemple). L'existence d'un gold standard nous aurait en effet permis d'élargir le champ de l'étude à la sensibilité et la spécificité diagnostique de chaque support notamment pour les fractures du scaphoïde [32]. De plus, il aurait été intéressant d'ajouter un critère d'évaluation de la qualité de l'image selon les observateurs au moment de la lecture afin d'avoir la corrélation entre la qualité subjective d'un support ressentie par le lecteur et les résultats finalement obtenus. Soulignons par ailleurs l'imprécision de la catégorie diagnostique 'autre fracture' qui incluait aussi bien les fractures de l'ulna, les fractures des os du carpe autre que le scaphoïde ainsi que les fractures de la main. La dernière limite à souligner est l'absence d'anonymisation des examens sur les différents supports, le

nom et l'âge du patient étant toujours visibles. Ceci pouvait d'une part induire un biais de mémorisation, cependant limité par la lecture dans un ordre aléatoire des 200 dossiers, en une seule séance par modalité, chaque séance de lecture étant espacée d'une semaine minimum. D'autre part, notons une possible influence de l'âge sur le diagnostic évoqué par le lecteur, la prévalence des différentes catégories diagnostiques n'étant pas la même chez l'adulte jeune ou chez le vieillard, ce biais ayant finalement peu d'importance dans cette étude puisque présent sur les trois types de support.

Conclusion

Notre étude a donc démontré une excellente reproductibilité inter-méthode entre la lecture sur film, écran et papier du diagnostic des lésions post-traumatiques du poignet, permettant d'envisager la substitution du film par le papier pour la communication de l'information. L'étude sur la mire-test confirme néanmoins l'infériorité du papier dans la résolution en faibles contrastes, excluant une utilisation à visée diagnostique.

Bibliographie

[1] Reiner BI, Siegel EL, Hooper FJ. Accuracy of interpretation of CT scans: comparing PACS monitor displays and hard-copy images. AJR Am J Roentgenol 2002;179(6):1407-10.

[2] Beard DV, Hemminger BM, Perry JR, et al. Interpretation of CT studies: single-screen workstation versus film alternator. Radiology 1993;187(2):565-9.

[3] Kundel HL, Polansky M, Dalinka MK, et al. Reliability of soft-copy versus hard-copy interpretation of emergency department radiographs: a prototype study. AJR Am J Roentgenol 2001;177(3):525-8.

[4] Wade FA, Oliver CW, McBride K. Digital imaging in trauma and orthopaedic surgery: is it worth it? J Bone Joint Surg Br 2000;82(6):791-4.

[5] Wilson AJ, Hodge JC. Digitized radiographs in skeletal trauma: a performance comparison between a digital workstation and the original film images. Radiology 1995;196(2):565-8.

[6] Wegryn SA, Piraino DW, Richmond BJ, et al. Comparison of digital and conventional musculoskeletal radiography: an observer performance study. Radiology 1990;175(1):225-8.

[7] Schernberg F. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 2: Stress views. J Hand Surg Br 1990;15(2):220-8.

[8] Blum A, Sauer B, Detreille R, et al. The diagnosis of recent scaphoid fractures: review of the literature. J Radiol 2007;88(5 Pt 2):741-59.

[9] Temple CL, Ross DC, Bennett JD, Garvin GJ, King GJ, Faber KJ. Comparison of sagittal computed tomography and plain film radiography in a scaphoid fracture model. J Hand Surg Am 2005;30(3):534-42.

[10] Demondion X, Boutry N, Khalil C, Cotten A. Plain radiographs of the wrist and hand. J Radiol 2008;89(5 Pt 2):640-51; quiz 52-3.

[11] Roberts C. Modelling patterns of agreement for nominal scales. Stat Med 2008;27(6):810-30.

[12] Siegel EL, Diaconis JN, Pomerantz S, Allman R, Briscoe B. Making filmless radiology work. J Digit Imaging 1995;8(4):151-5.

[13] Langlotz CP, Even-Shoshan O, Seshadri SS, et al. A methodology for the economic assessment of picture archiving and communication systems. J Digit Imaging 1995;8(2):95-102.

[14] Pizer SM, Beard DV. Medical image work stations: functions and implementation. J Digit Imaging 1989;2(4):185-93.

[15] Elam EA, Rehm K, Hillman BJ, Maloney K, Fajardo LL, McNeill K. Efficacy of digital radiography for the detection of pneumothorax: comparison with conventional chest radiography. AJR Am J Roentgenol 1992;158(3):509-14.

[16] Thaete FL, Fuhrman CR, Oliver JH, et al. Digital radiography and conventional imaging of the chest: a comparison of observer performance. AJR Am J Roentgenol 1994;162(3):575-81.

[17] Steckel RJ, Batra P, Johnson S, et al. Comparison of hard- and soft-copy digital chest images with different matrix sizes for managing coronary care unit patients. AJR Am J Roentgenol 1995;164(4):837-41.

[18] Khaliq W, Blakeley CJ, Maheshwaran S, Hashemi K, Redman P. Comparison of a PACS Workstation with Laser Hard Copies for Detecting Scaphoid Fractures in the Emergency Department. J Digit Imaging 2008.

[19] Kundel HL, Gefter W, Aronchick J, et al. Accuracy of bedside chest hard-copy screen-film versus hard- and soft-copy computed radiographs in a medical intensive care unit: receiver operating characteristic analysis. Radiology 1997;205(3):859-63.

[20] Weatherburn G, Bryan S, Nicholas A, Cocks R. The effect of a picture archiving and communications system (PACS) on diagnostic performance in the accident and emergency department. J Accid Emerg Med 2000;17(3):180-4.

[21] Ueda K, Iwasaki S, Nagasawa M, et al. Hard-copy versus soft-copy image reading for detection of ureteral stones on abdominal radiography. Radiat Med 2003;21(5):210-3.

[22] Youmans DC, Don S, Hildebolt C, Shackelford GD, Luker GD, McAlister WH. Skeletal surveys for child abuse: comparison of interpretation using digitized images and screen-film radiographs. AJR Am J Roentgenol 1998;171(5):1415-9.

[23] Ibbott GS, Zhang Y, Mohiuddin M, Adams E. Reproduction of radiologic images on plain paper. Radiographics 1998;18(3):755-60.

[24] Denslow S. Desktop publishing and medical imaging: paper as hardcopy medium for digital images. J Digit Imaging 1994;7(3):140-5.

[25] Lyttkens K, Kirkhorn T, Kehler M, et al. Evaluation of the image quality of ink-jet printed paper copies of digital chest radiographs as compared with film: a receiver operating characteristic study. J Digit Imaging 1994;7(2):61-8.

[26] Mack MG, Keim S, Balzer JO, et al. Clinical impact of MRI in acute wrist fractures. Eur Radiol 2003;13(3):612-7.

[27] Karantanas A, Dailiana Z, Malizos K. The role of MR imaging in scaphoid disorders. Eur Radiol 2007;17(11):2860-71.

[28] Kaewlai R, Avery LL, Asrani AV, Abujudeh HH, Sacknoff R, Novelline RA. Multidetector CT of carpal injuries: anatomy, fractures, and fracture-dislocations. Radiographics 2008;28(6):1771-84.

[29] Peer R, Lanser A, Giacomuzzi SM, et al. Storage phosphor radiography of wrist fractures: a subjective comparison of image quality at varying exposure levels. Eur Radiol 2002;12(6):1354-9.

[30] Hilsenrath PE, Smith WL, Berbaum KS, Franken EA, Owen DA. Analysis of the cost-effectiveness of PACS. AJR Am J Roentgenol 1991;156(1):177-80.

[31] Singer ME, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. Radiology 2001;219(3):611-20.

[32] Remplik P, Stabler A, Merl T, Roemer F, Bohndorf K. Diagnosis of acute fractures of the extremities: comparison of low-field MRI and conventional radiography. Eur Radiol 2004;14(4):625-30.

ANNEXE

Interobserver and intermethod agreement in the reading of wrist trauma radiographs on PACS, film and paper

C Paulus(1), C Baumann(2), H Coudane(3), D Winninger(4), B Taine(1), A Blum(1)

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the interobserver and intermethod agreement between standard radiographs of traumatic lesions of the wrist read on PACS, laser film and paper. The study was carried out on 200 consecutive adult patients consulted for wrist traumas at the casualty department. These comprised of 82 men and 118 women with a mean age of 48.3 years who all received a radiographic assessment. Two independent readers interpreted the radiographs in one session per type of media: PACS, laser film and paper. The possible diagnostic categories were: radius fracture, scaphoid fracture, other fracture, sprain, dislocation and normal if no injury were found. Multiple responses were possible. Our results show the interobserver agreement is excellent for the PACS (K = 0,83) and for film (K=0,83) and good for paper (K=0,80). The intermethod agreement is excellent for all the medias compared: Kappa film/PACS R1=0,99 and R2=0,90, Kappa film/paper R1=0,89 and R2=0,86, Kappa PACS/paper R1=0,88 and R2=0,84. Therefore, for radiographs following wrist traumas, an excellent intermethod agreement exists between readings made on PACS, film and paper.

Keywords: Digital radiography - Wrist trauma - Conventional radiography - Plain paper - laser film - PACS

Introduction

The medias available in radiology are becoming more and more varied (film, CD, paper) where previously laser film was the only media available for the communication of radiological images. The introduction of digital radiography has revolutionised communication between radiologists and clinicians. This emergence of readings on electronic displays has forced a change in working methods and has silenced its initial critics due to its many advantages, notably in terms of image post processing so that today the reading of radiological images on screen is largely accepted.

Obvious economic factors have stimulated the increasing use of CD and paper as media for the communication of MRI and CT Scan examinations with practitioners. These widespread changes in practice have been implemented without difficulty and before a large number of clinical studies were even completed [1-3]. On the other hand, in conventional radiography the use of paper media suffers strong resistance from clinicians, already hostile towards digital radiography [4-6]. The aim of this study is therefore to look objectively at the diagnostic value of three commonly used media types, film, paper and PACS (Picture Archiving and Communication System) in a very specific context: the radiographs of wrist traumas.

Materials and method

The study is formed of two parts:

- A preliminary study using a phantom test tool
- A clinical study of 200 wrist trauma radiographs

A. Technical evaluation

An initial study was carried out using a phantom test tool. This allowed an analysis of the performance in terms of contrast and spatial resolution of images viewed on the PACS, film and paper.

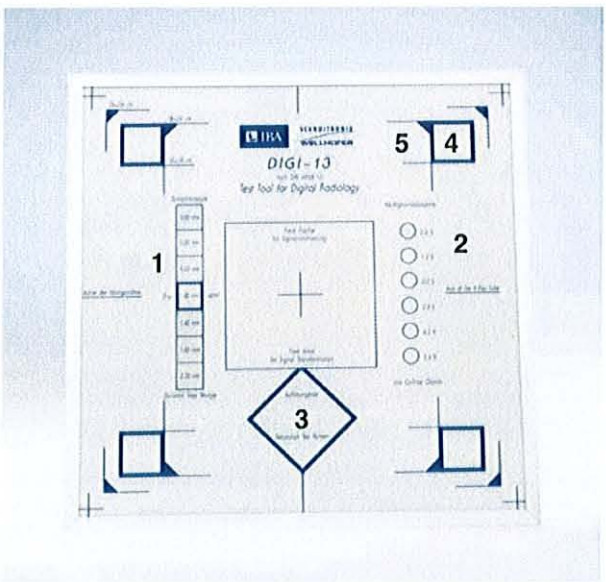
Phantom and acquisition

The phantom used was a Digi 13 test tool (Figure 1), normally used for quality control tests and calibration of projection radiography systems with digital image receptors. The image acquisition was realised using an AGFA DLR with an ADC compact type digitizer and MUSICA advanced image processing. These parameters were not saved in the PACS. The image was centred to consider three criteria: the dynamic step wedge of 7 levels of copper, low contrast objects and the resolution test.

Reproduction and analysis

The radiography obtained (Figure 2) was then reproduced in the three medias being compared in this study:

- On PACS with Impax version 5.3 and an AGFA workstation with dual screens with a resolution of 1.3k
- On 20x25cm format laser film using an AGFA Drystar 2000 printer
- On 160g A4 paper. Two copies were produced using two different printers :
    - A Xerox Workcentre M24 with a resolution of 600X600 ppp (printer 1)
    - A Xerox Phaser 7760GX with a resolution of 1200X1200 ppp (printer 2).



Construction of the test tool DIGI-13
Basic copper plate (300 x 300 x 1.0 mm)
Acceptance tests according to norm DIN V 6868-58
Constancy tests according to norm DIN 6868-13

Dynamic step wedge (1)
Made of copper with different radiation absorption, 7 steps ascending: 0.00, 0.30, 0.65. 1.00, 1.40, 1.85 and 2.3 mm Cu, for controlling the dynamic range

Low contrast objects (2)
Made of aluminium disks with a diameter of 10 mm, producing a contrast of 0.8 %, 1.2 %, 2.0 %, 2.8 % , 4.0 % and 5.6 % at 70 kV, for determination of contrast resolution

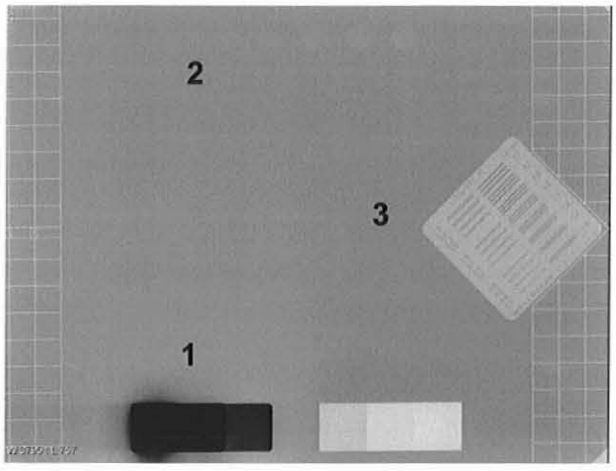
Resolution test (lead foil) (3)
0.6 – 5.0 lp/mm 45° rotated, for checking spatial resolution

Marked areas (4)
For signal standarization and homogenity check

Alignment marks (5)
For different cassette sizes

IBA Group

Figure 1. Test tool Digi 13



1: 7 squares, contrast ascending

2: 6 disks, low contrast

3: Spatial resolution test of 0,6 to 5,0 lp/mm

Figure 2. Radiography of the test tool Digi 13

The table of readings comprised of three types of evaluation: a scale of 0 to 6 for the detection of the number of discs of low contrast, the number of line pairs visible and a score of 0 to 7 for the number of squares visible on the scale of high contrast.

Five readers each made independent interpretations of the test radiographs on the three different medias. These were carried out in the same order by each reader: first on paper, then film and finally on the PACS.

MTF measurements

MTF (Modulation Transfer Function) curves were calculated after digitizing the film and paper (paper 2) studies (Figure 3).

Results

As can be seen from the table of results (Table 1) the PACS proved to be superior to paper and film for resolutions in low contrast with an average score of 6/6, the film was itself superior to paper with an average score of 4/6 against 3.4/6. This order of ranking is the same for the three medias in their performance in spatial resolution: the PACS first with a mean value of 3.52 lp/mm, the film with a mean value of 3.22 pl/mm and then paper with a mean value of 2.12 lp/mm. Finally, no difference was found in the performance of the three medias in the detection of high contrast difference. The results of this study show paper to be inferior as a reprographic media with lower spatial and low contrast resolution. Observing that no difference was identified between the two paper copies produced by the two different printers. MTF measurements are in agreement with the previous analysis (Figure 3).

Table I. Results of the test tool readings by five readers on the three media types.

	Low contrast disks				Pairs of lines/mm				Squares of ascending contrast			
	PACS	Film	Paper		PACS	Film	Paper		PACS	Film	Paper	
			P1	P2			P1	P2			P1	P2
Reader 1	6	4	4	4	3,7	3,4	2,2	2,2	7	7	7	7
Reader 2	6	4	3	3	3,4	3,1	2,2	2,2	7	7	7	7
Reader 3	6	4	4	4	3,4	3,1	2,2	2,2	7	7	7	7
Reader 4	6	4	3	3	3,7	3,1	2,0	2,0	7	7	7	7
Reader 5	6	4	3	3	3,4	3,4	2,0	2,0	7	7	7	7
Average	**6/6**	**4/6**	**3,4/6**	**3,4/6**	**3,52**	**3,22**	**2,12**	**2,12**	**7**	**7**	**7**	**7**

P1 = printer 1
P2 = printer 2

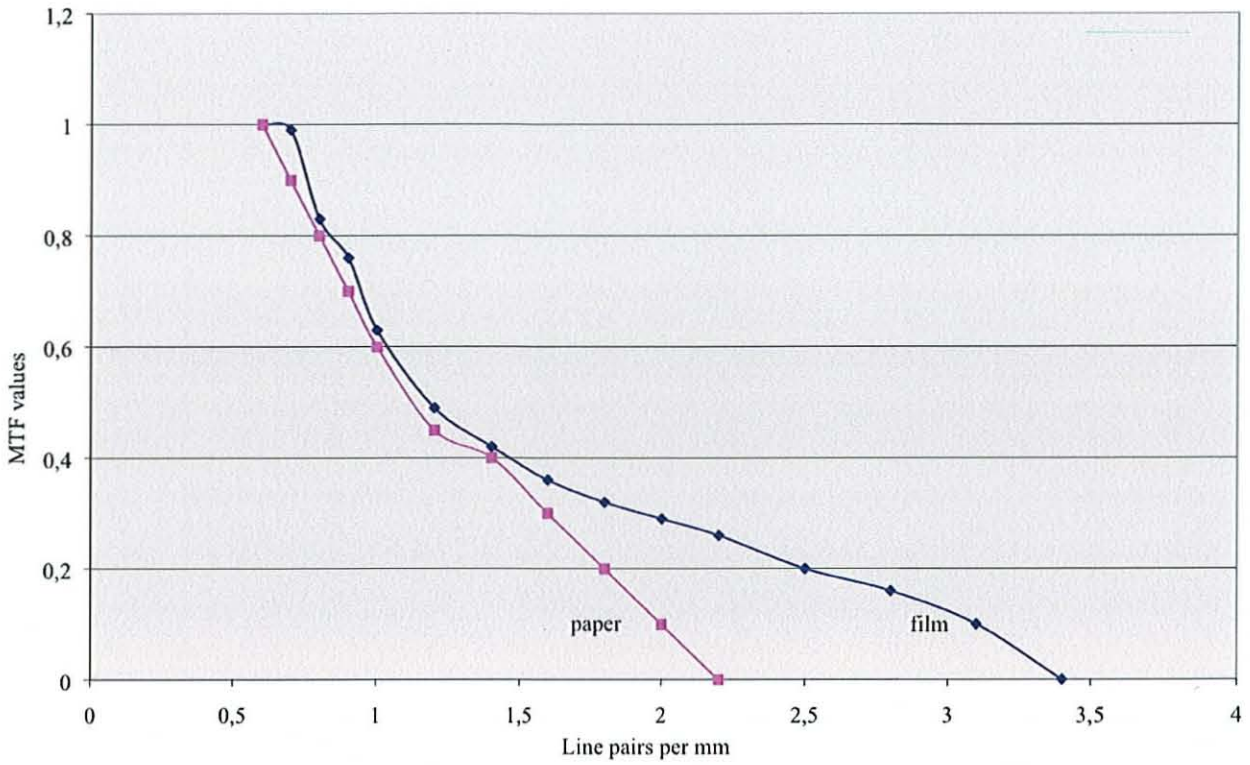


Figure 3. Graph illustrating the estimated modulation transfer function (MTF) of film and paper images of the test tool.

B. Clinical study

Population

We included 200 adult patients (82 men, 118 women, mean age 48.3, from 16-95 years). The patients were consulted consecutively at the emergency department during a 6 month period for wrist traumas. After clinical examination by practitioners in the casualty these patients received a radiographic assessment including four to six images of the wrist. When it was possible, taking into account the pain experienced, the four images obtained systematically were postero-anterior view, lateral view, semi-supinated oblique view and clenched-fist stress view following the usual guidelines [7-10], then two scaphoid views (ulnar deviation and wrist extension) depending upon the suspected diagnosis.

Method

The images were acquired using an ERLM AGFA with an ADC compact type digitizer allowing post processing of the images through Musica parameters. These parameters were not saved in the PACS. The examinations were edited using three types of media:

- On PACS with Impax version 5.3 and an AGFA workstation with dual screens with a resolution of 1.3k

- On 20x25cm format laser film using a Drystar 2000 printer
- On 160g A4 paper using a Xerox Workcentre M24 with a resolution of 600X600 ppp

As the study using a phantom did not identify any differences between the two types of printer used, only a single paper copy was produced for each examination using the same printer (printer 1, Xerox Workcentre M24).

Reading

The readings were made by two independent readers who interpreted the 200 patients' radiographs consecutively in one session for each type of media. There was a period of at least one week between each session. Reader number one was a radiologist experienced in musculoskeletal disorders and the reader number two was a junior doctor with eighteen months experience in radiology including six months in musculoskeletal imaging. Six categories of response were possible: radius fracture, scaphoid fracture, other fracture, sprain, dislocation and normal if no injury were found. Multiple responses were possible.

Statistics

The statistical study was carried out to find the interobserver agreement for the different methods and the intermethod agreement by calculating the Cohen's Kappa coefficient [11].

Results

Taking the readings on the PACS by reader one, the following were diagnosed for the 200 patients: 19 radius fractures, 16 scaphoid fractures, 7 other fractures, 3 sprains, 2 dislocations, 135 normal, 17 radius fractures asscociated with another fracture and 1 scaphoid fracture associated with a sprain.

The calculation of the interobserver agreement gave a Kappa value for the PACS of 0.83, a Kappa value for the film of 0.83 and a Kappa value for paper of 0.80. This indicates an excellent interobserver agreement between PACS and film and a good agreement for paper.

Table II. Results of the 200 radiology readings of wrist injuries on PACS, film and paper by 2 independent readers.

	Screen R1	Screen R2	Paper R1	Paper R2	Film R1	Film R2
Radius Fracture	19	25	22	22	19	24
Scaphoid Fracture	15	14	17	10	15	10
Sprain	0	0	0	1	0	0
Dislocation	0	0	0	1	0	1
Other Fracture	7	9	7	8	7	8
Normal	135	130	133	138	135	138
Radius Fracture + Other Fracture	17	17	14	16	17	15
Scaphoid Fracture + Sprain	1	1	1	1	1	0
Radius Fracture + Sprain	3	2	3	1	3	1
Other combinations*	3	2	3	2	3	3

R1= reader 1
R2= reader 2
* fracture of scaphoid + dislocation, fracture of radius + fracture of scaphoid + other fracture

The calculation of the intermethod agreement gave a Kappa value for film/PACS of 0.99 for R1 and 0.90 for R2, a Kappa value film/paper of 0.89 for R1 and 0.86 for R2 and a Kappa value PACS/paper of 0.88 for R1 and 0.84 for R2. Therefore the intermethod agreement is excellent for all the methods compared.

Table III. Intermethod agreement.

	Reader 1	Reader 2
Kappa film/PACS	0,99	0,90
Kappa film/Paper	0,89	0,86
Kappa PACS/paper	0,88	0,84

Discussion

Today it is widely recognised that the use of PACS brings a number of advantages when compared to the traditional reading of radiographs on film. For example, easier image and report access, improved management of examinations with fewer being lost or un-interpretable and also cost reductions [12-14]. There is also an increased range of tools available to the radiologist, such as windowing or zoom, which facilitate most notably the study of thoracic radiographs (small pneumothorax, alveolar-interstitiel syndrome, micronodules) [15-17] but do not appear to bring advantages over film for the detection of wrist injuries and in particular scaphoid fractures [18]. Many studies show there is little difference in the diagnostic accuracy between interpreting on the PACS or on film radiographs made in the casualty department [19-22]. On the other hand, few studies have compared printed paper

media to the other medias available [23-25] despite this seeing increased use, most notably for CT Scans and MRI.

The results of this study show that the test tool confirms the practitioners' general perception that there is a reduction in the resolution quality and in contrast of printed paper media compared with PACS and film (Table I, Figure 3) . This significant difference on the radiography of a test tool, which is controlled and standardised, does not verify the real clinical situation that has been studied in the case of wrist injuries. Actually, the study shows that the type of media used for radiographs of the wrist does not have a significant effect upon the detection of injuries, with the intermethod agreement being excellent. The corollary of these results is the possibility to interchange these medias without a significant loss in statistical accuracy. However, the reduced quality of paper, compared to the other medias, as demonstrated by the test tool shows that paper should not be used for diagnostic purposes. There are very few studies evaluating the quality of radiographical images printed on paper, therefore we are unable to expand the conclusions of this study to other fields of conventional radiography (chest, abdomen, spine, etc).

This evaluation is dictated by financial constraints, which demand the reasonable management of budgets in all areas of medical activity. This approach is only acceptable if it does not have a degenerating effect on patient care. The idea of using paper media could only be envisaged where systems for viewing radiographic images on screen are available. Taking the example of the casualty department radiology service in our institution where the diagnosis of each radiology examination is made on screen. Once the clinical, biological and radiological examinations are complete

the patients course depends upon their diagnosis; either the patient is hospitalised within another department of the University Hospital where their examinations are available on line via the hospitals internal network; or the patient is transferred to another hospital which is not connected to the network with the PACS of the University Hospital; or the patient is discharged. Currently every patient's radiological examination is systematically edited on laser film at the time that the exam is conducted, due to the destination of the patient at this moment being unknown. One solution would be to only print the films for those patients who will not be hospitalised at the University Hospital. In this instance it is possible to imagine this would raise organisational problems if films should only be printed on a case-by-case basis, if demanded by the clinician before the patient leaves. Here there is likely to be a strong chance of delays and missing films. Another economically acceptable procedure would be to continue the systematic printing of all examinations made by the casualty department but to use paper instead of film. This would serve to keep patients files complete for sending to their general practitioners or specialist, whilst they would be accompanied by precise details in the patients report explaining the examination results and the different clinical, biological and radiographic problems found following their consultation. In certain cases this media may be unsatisfactory, an example being for an orthopaedic surgeon who does not have access to the PACS network of the casualties radiology department due to being outside the University Hospital. In this instance the writing of a CD-Rom could be a practical solution.

The purpose of the study is represented by the examination of radiographs of wrist injuries. It is important to consider the unsatisfactory accuracy of conventional radiography for the diagnosis of certain lesions, notably scaphoid fractures [7-10].

This study does not set out to question the diagnostic strategies applied for traumatic lesions of the wrist [26-29] but attempts to bring a basis of scientific reflection to the enthusiasm of some and the scepticism of others concerning an eventual increase in the use of paper media in the communication of conventional radiography examinations to clinicians.

There is currently a strong reluctance among clinicians towards the use of paper radiography images. This reluctance seems unjustified for many examinations as demonstrated by this study. Clearly this depends on the type of examination, the internal structure of each hospital and how it functions. Nevertheless, a hospital using PACS with a good communication system between radiology and the other departments should be able to replace film by paper thus bringing substantial cost reductions [30, 31].

This study includes a certain number of limits, the first being the absence of a reference examination (CT Scan or MRI for example): having a 'gold standard' examination would have allowed the field of study to be enlarged and shown the diagnosis sensitivity and specificity of each media, especially for scaphoid fractures [32]. In addition it would have been interesting to add an evaluation criteria for the quality of the images according to the observer at the time of reading in order to understand the correlation between the subjective quality of a media and the final results obtained. It should also be noted the imprecision of the 'other fracture' diagnosis category which includes fractures of the ulna, carpal bone fractures as well as scaphoid and hand fractures. The final limit to highlight is the absence of anonymity in the examinations in their various medias. The names and age of the

patients were always visible. This could lead to a memorisation bias although the effect should be limited due to 200 examinations being read in a single sitting per media and the reading of different medias being separated by at least one week. In another way the diagnosis of the reader may be influenced by the patient's age with the prevalence of certain diagnostic categories not being the same in young adults as in the aged. This bias ultimately changes little within this study because it is present in all three types of media.

In conclusion this study has demonstrated there is an excellent intermethod agreement between readings on film, screen and paper for the diagnosis of wrist traumas. Thus, plain paper radiograph printing could reasonably be used for the communication of radiological images to practitioners provided it is not to be used for diagnostic purposes.

(1) Service d'Imagerie Guilloz, CHU de Nancy, Hôpital Central, 29 Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny, 54035 Nancy
(2) Service d'Informatique médicale, Epidémiologie, Statistiques, Hôpital Marin, CHU de Nancy, 54037 Nancy
(3) Service de Chirurgie Arthroscopique, Traumatologique et Orthopédique de l'appareil locomoteur, CHU de Nancy, Hôpital Central, 29 Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny, 54035 Nancy

References

[1] Reiner BI, Siegel EL, Hooper FJ. Accuracy of interpretation of CT scans: comparing PACS monitor displays and hard-copy images. AJR Am J Roentgenol 2002;179(6):1407-10.

[2] Beard DV, Hemminger BM, Perry JR, et al. Interpretation of CT studies: single-screen workstation versus film alternator. Radiology 1993;187(2):565-9.

[3] Kundel HL, Polansky M, Dalinka MK, et al. Reliability of soft-copy versus hard-copy interpretation of emergency department radiographs: a prototype study. AJR Am J Roentgenol 2001;177(3):525-8.

[4] Wade FA, Oliver CW, McBride K. Digital imaging in trauma and orthopaedic surgery: is it worth it? J Bone Joint Surg Br 2000;82(6):791-4.

[5] Wilson AJ, Hodge JC. Digitized radiographs in skeletal trauma: a performance comparison between a digital workstation and the original film images. Radiology 1995;196(2):565-8.

[6] Wegryn SA, Piraino DW, Richmond BJ, et al. Comparison of digital and conventional musculoskeletal radiography: an observer performance study. Radiology 1990;175(1):225-8.

[7] Schernberg F. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 2: Stress views. J Hand Surg Br 1990;15(2):220-8.

[8] Blum A, Sauer B, Detreille R, et al. [The diagnosis of recent scaphoid fractures: review of the literature]. J Radiol 2007;88(5 Pt 2):741-59.

[9] Temple CL, Ross DC, Bennett JD, Garvin GJ, King GJ, Faber KJ. Comparison of sagittal computed tomography and plain film radiography in a scaphoid fracture model. J Hand Surg Am 2005;30(3):534-42.

[10] Demondion X, Boutry N, Khalil C, Cotten A. [Plain radiographs of the wrist and hand]. J Radiol 2008;89(5 Pt 2):640-51; quiz 52-3.

[11] Roberts C. Modelling patterns of agreement for nominal scales. Stat Med 2008;27(6):810-30.

[12] Siegel EL, Diaconis JN, Pomerantz S, Allman R, Briscoe B. Making filmless radiology work. J Digit Imaging 1995;8(4):151-5.

[13] Langlotz CP, Even-Shoshan O, Seshadri SS, et al. A methodology for the economic assessment of picture archiving and communication systems. J Digit Imaging 1995;8(2):95-102.

[14] Pizer SM, Beard DV. Medical image work stations: functions and implementation. J Digit Imaging 1989;2(4):185-93.

[15] Elam EA, Rehm K, Hillman BJ, Maloney K, Fajardo LL, McNeill K. Efficacy of digital radiography for the detection of pneumothorax: comparison with conventional chest radiography. AJR Am J Roentgenol 1992;158(3):509-14.

[16] Thaete FL, Fuhrman CR, Oliver JH, et al. Digital radiography and conventional imaging of the chest: a comparison of observer performance. AJR Am J Roentgenol 1994;162(3):575-81.

[17] Steckel RJ, Batra P, Johnson S, et al. Comparison of hard- and soft-copy digital chest images with different matrix sizes for managing coronary care unit patients. AJR Am J Roentgenol 1995;164(4):837-41.

[18] Khaliq W, Blakeley CJ, Maheshwaran S, Hashemi K, Redman P. Comparison of a PACS Workstation with Laser Hard Copies for Detecting Scaphoid Fractures in the Emergency Department. J Digit Imaging 2008.

[19] Kundel HL, Gefter W, Aronchick J, et al. Accuracy of bedside chest hard-copy screen-film versus hard- and soft-copy computed radiographs in a medical intensive care unit: receiver operating characteristic analysis. Radiology 1997;205(3):859-63.

[20] Weatherburn G, Bryan S, Nicholas A, Cocks R. The effect of a picture archiving and communications system (PACS) on diagnostic performance in the accident and emergency department. J Accid Emerg Med 2000;17(3):180-4.

[21] Ueda K, Iwasaki S, Nagasawa M, et al. Hard-copy versus soft-copy image reading for detection of ureteral stones on abdominal radiography. Radiat Med 2003;21(5):210-3.

[22] Youmans DC, Don S, Hildebolt C, Shackelford GD, Luker GD, McAlister WH. Skeletal surveys for child abuse: comparison of interpretation using digitized images and screen-film radiographs. AJR Am J Roentgenol 1998;171(5):1415-9.

[23] Ibbott GS, Zhang Y, Mohiuddin M, Adams E. Reproduction of radiologic images on plain paper. Radiographics 1998;18(3):755-60.

[24] Denslow S. Desktop publishing and medical imaging: paper as hardcopy medium for digital images. J Digit Imaging 1994;7(3):140-5.

[25] Lyttkens K, Kirkhorn T, Kehler M, et al. Evaluation of the image quality of ink-jet printed paper copies of digital chest radiographs as compared with film: a receiver operating characteristic study. J Digit Imaging 1994;7(2):61-8.

[26] Mack MG, Keim S, Balzer JO, et al. Clinical impact of MRI in acute wrist fractures. Eur Radiol 2003;13(3):612-7.

[27] Karantanas A, Dailiana Z, Malizos K. The role of MR imaging in scaphoid disorders. Eur Radiol 2007;17(11):2860-71.

[28] Kaewlai R, Avery LL, Asrani AV, Abujudeh HH, Sacknoff R, Novelline RA. Multidetector CT of carpal injuries: anatomy, fractures, and fracture-dislocations. Radiographics 2008;28(6):1771-84.

[29] Peer R, Lanser A, Giacomuzzi SM, et al. Storage phosphor radiography of wrist fractures: a subjective comparison of image quality at varying exposure levels. Eur Radiol 2002;12(6):1354-9.

[30] Hilsenrath PE, Smith WL, Berbaum KS, Franken EA, Owen DA. Analysis of the cost-effectiveness of PACS. AJR Am J Roentgenol 1991;156(1):177-80.

[31] Singer ME, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. Radiology 2001;219(3):611-20.

[32] Remplik P, Stabler A, Merl T, Roemer F, Bohndorf K. Diagnosis of acute fractures of the extremities: comparison of low-field MRI and conventional radiography. Eur Radiol 2004;14(4):625-30.

VU

NANCY, le **27 juillet 2009**
Le Président de Thèse

Professeur A. BLUM

NANCY, le **30 juillet 2009**
Le Doyen de la Faculté de Médecine
Par délégation

Mme le Professeur M.C. BÉNÉ

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE

NANCY, **24 août 2009**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY 1
Par délégation

Madame C. CAPDEVILLE-ATKINSON

RESUME

Il s'agissait d'étudier la reproductibilité inter-observateur et inter-méthode du diagnostic des lésions post-traumatiques du poignet en radiographie standard sur PACS, film laser et papier. Cette étude incluait 200 patients consécutifs (82 hommes, 118 femmes) de 48,3 ans d'âge moyen ayant bénéficié aux urgences d'un bilan radiographique pour traumatisme du poignet. La lecture a été réalisée par 2 lecteurs indépendants en une seule séance par modalité de lecture : PACS, film laser et papier. Les catégories diagnostiques retenues étaient : fracture du radius, fracture du scaphoïde, autre fracture, entorse, luxation, RAS, les associations de réponses étant possibles. La reproductibilité inter-observateur est excellente pour le PACS (K = 0,83) et le film (K=0,83) et bonne pour le papier (K=0,80). La reproductibilité inter-méthode est excellente quels que soient les supports comparés : Kappa film/PACS L1=0,99 et L2=0,90, Kappa film/papier L1=0,89 et L2=0,86 , Kappa PACS/papier L1=0,88 et L2=0,84
En conclusion, pour les radiographies post-traumatiques du poignet, il existe une excellente reproductibilité inter-méthode entre la lecture sur PACS, film et papier.

TITRE EN ANGLAIS: Interobserver and intermethod agreement in the reading of wrist trauma radiographs on PACS, film and paper

---

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the interobserver and intermethod agreement between standard radiographs of traumatic lesions of the wrist read on PACS, laser film and paper. The study was carried out on 200 consecutive adult patients consulted for wrist traumas at the casualty department. These comprised of 82 men and 118 women with a mean age of 48.3 years who all received a radiographic assessment. Two independent readers interpreted the radiographs in one session per type of media: PACS, laser film and paper. The possible diagnostic categories were: radius fracture, scaphoid fracture, other fracture, sprain, dislocation and normal if no injury were found. Multiple responses were possible. Our results show the interobserver agreement is excellent for the PACS (K = 0,83) and for film (K=0,83) and good for paper (K=0,80). The intermethod agreement is excellent for all the medias compared: Kappa film/PACS R1=0,99 and R2=0,90, Kappa film/paper R1=0,89 and R2=0,86, Kappa PACS/paper R1=0,88 and R2=0,84. Therefore, for radiographs following wrist traumas, an excellent intermethod agreement exists between readings made on PACS, film and paper.

THESE : MEDECINE SPECIALISEE – ANNEE 2009

MOTS-CLEFS : Radiographie numérique – Traumatismes du poignet – Radiographie standard – Film – Papier – PACS

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Faculté de Médecine de Nancy
9, Avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex