Sudan University of Science and Technology

College of Graduate Studies

Characterization of Benign and Malignant Liver lesions using Ultrasonography, and Texture Analysis

توصيف اورام الكبد الحميده والخبيثه باستخدام الموجات فوق الصوتيه والتحليل النسيجي

A thesis Submitted for Fulfillment of PhD Degree in Medical Diagnostic Ultrasound

By:

Abdelrafia Ballah Mohamed Saad

Supervisor:

Prof.Mohammed Elfadil

Co-Supervisor:

Dr. Asmaa Ibrahim Ahmed

2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

﴿٢٥٥﴾ اللَّهُ لَا إِلَٰهَ إِلَّا هُوَ
الْحَيُّ الْقَيُّومُ ۚ لَا تَأْخُذُهُ سِنَةٌ وَلَا نَوْمٌ ۚ لَّهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ
وَمَا فِي الْأَرْضِ ۗ مَن ذَا الَّذِي يَشْفَعُ عِندَهُ إِلَّا بِإِذْنِهِ ۚ يَعْلَمُ
مَا بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَمَا خَلْفَهُمْ ۖ وَلَا يُحِيطُونَ بِشَيْءٍ مِّنْ عِلْمِهِ إِلَّا
بِمَا شَاءَ ۚ وَسِعَ كُرْسِيُّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ ۖ وَلَا يَئُودُهُ حِفْظُهُمَا ۚ
وَهُوَ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ ﴿٢٥٥﴾

Dedication

Praise and love be to my family,

To Soul of my father

My respective mother

To my wife who have been my constant source of inspiration.

Lovely sisters and brother

My daughter

And to everyone who contribute to this work

Acknowledgement

I would like to thank Prof. Mohammed Elfadil Mohammed, my Supervisor for his kind advice, true guidance, great help and valuable critics: I'm very grateful to Dr, Asma Ibrahim, my co- supervisor for her full advice, encouragement and great help.

I would like also to thank Dr. Ahmed Mustafa Abu Kuna, Dean of college of Medical Radiological Sciences for his help and good advice.

I would sincerely like to thank my both special friends ustaz, Abd Elrahman Hassan and Dr Babiker for their close support and thanks are also extended to Dr Osman Abdalwahab, Dr khawad and Dr Elsir Ali Saied for their help and support.

المستخلص

هذه دراسه وصفيه تحليليه لتوصيف آفات الكبد الحميدة والخبيثة باستخدام الموجات فوق الصوتية والتحليل النسيجي تهدف إلى توصيف آفات الكبد مثل الكيسات الكبدية المنتقلة والانتشار والتمييز بينهما جنبا إلى جنب مع الكبد الطبيعي في الصور بالموجات فوق الصوتية عن طريق تحليل الملمس وطرق التصنيف باستخدام برنامج معالجة الصورو نظام لغة البيانات التفاعلية عن طريق إنشاء صور في شكل منسق لاستخدامها كمتغيرات لغة البيانات التفاعلية التي لها ثلاث ميزات من النظام البقائي من الدرجة الأولى والتي كانت تعني الانتروبيا والطاقة المتنازعة من دالة الكثافة من الصور وتم حساب جميع الصور باستخدام حجم نافذة 3 × 3 والبيانات التي تم إعدادها من تحليل التمييز الخطي الحكيم والتحليل التمييزي الخطي.
أجريت الدراسة خلال الفترة من 2016 إلى 2019 في مستشفى ابن سينا التعليمي وعيادة الدكتور عثمان عبد الوهاب الخاصة. اشتملت الدراسه 260 مريضا منهم 156 من الذكور و 104 الإناث الذين تتراوح أعمارهم بين 4 إلى 90 سنة ذوي حالات معروفة من آفات الكبد تم فحصهم بالموجات فوق الصوتية باستخدام نظام التشخيص بالموجات فوق الصوتية مع التحقيق منحنى خطي 3.5 ميغاهرتز. أظهرت النتائج أن أكثر آفات الكبد شيوعًا التي تم تشخيصها بواسطة الموجات فوق الصوتية كانت 112 (43٪) من الحالات حيث أن النقائل تليها 49 (18.58٪) من الحالات كسرطان كبدى 43 (16.5٪) كورم دموي بينما الآخرون 22 (8.5٪) ، 16 (6.2٪) ، 12 (4.6٪) ، 3 (1.2٪) ، 2 (0.8٪) و 1 (0.4٪) من الحالات كأكياس. الخراجات. الخراجات المائية. سرطان الغدد الليمفاوية. الورم الحميد. وسرطان الاوعيه الصفراويه داخل الكبد علي التوالي . ظهرت معظم آفات الكبد ناقصة الصدى في الأنبثاث من قبل فرط الصدى في الورم الوعائي الدموي ، ونمط الصدى المتغاير في سرطان الخلية. لتحليل النسيج ، أسفرت الدراسة عن وجود تركيز جيد للميزات حول مركز الفصول الذي أعطى اختلافًا ملحوظًا بين الفصول مع دقة تصنيف كل فئة حيث تم تعديل 92.2٪ من الكبد الطبيعي بشكل صحيح و 75.6٪ و 81.4٪ و 100.0٪ و 100.0٪ من حساسية التصنيف لكيس الكبد والسرطان الكبدي والكيس المائي ونقائل الكبد على التوالي مع أعلى تصنيف عام للتنبؤ دقة 89.1 ٪. وخلصت الدراسة إلى أن الموجات فوق الصوتية تعتبر الطريقه المثلي في تشخيص آفات الكبد. ثم أن نظام التشخيص بمساعدة الكمبيوتر زاد من دقة تصنيف آفات الكبد. ويستخدم التحليل الملمس كطريقة ثانية لأداء المزيد من خصائص الآفة. أوصت الدراسة أنه إذا كان هناك دلالة على اضطرابات في الكبد عن طريق الفحص بالموجات فوق الصوتية المريض وعند وضع الصوره علي برنامج

التحليل النسيجي بالاضافه الي التشخيص بالموجات فوق الصوتيه يؤديان الي درجه عاليه من الدقه في التشخيص .

Abstract

This is a descriptive analytic study of characterization of benign and malignant liver lesion using ultrasonography and texture analysis, aimed to characterize liver lesions such as cysts, hydated cyst, hepatocelullar carcinoma, and metastases using ultrasonography and to differentiate between them along with normal liver in ultrasound images by texture analysis and classification methods, using image processing program,(interactive data language IDL), by created an images in a tiff format in order to used as IDL variables. Three features from FOS which were mean, entropy and energy computed from the intensity function of the image and were calculated for each region of interest through all images using 3x3 window size and data prepared for SW-LD analysis, and linear discriminate analysis.

The study carried out during the period from 2016 to 2019 in (Ibn Siena Teaching Hospital and DR Osman Abdalwahab private clinic) in Khartoum, Sudan.

A total of 260 patients, 156 were male and 104 were females, whom aged between 4 to 90 years old known case of liver lesions were performed . All patients examined by ultrasound scanning using ultrasound machine Xario Diagnostic system with 3.5 MHz curve-linear probe. The result showed that the most common liver lesions diagnosed by ultrasound were 112(43%)cases as metastases ,followed by 49(18.85%)cases as HCC , 43(16.5%)cases as haemangioma. while the others were, 22(8.5%), 16 (6.2%) , 12(4.6%),3(1.2%),2(0.8%) and 1(0.4%)of cases as cyst, abscesses, hydated cyst, lymphoma, adenoma, and intrahepatic choliangiocarcinoma respectively. The majority of liver lesions were appear hypo echoic in metastases followed by hyper echoic in haemangioma, and heterogeneous echo pattern in hepatocelullar carcinoma.

For texture analysis, the study showed resulted there was a well concentration of features around the classes centre which gave a remarkable difference among the

classes with classification accuracy of each classes in which 92.2% of normal liver was correctly classified and 75.6%, 81.4%, 100.0%and 100.0%, of classification sensitivity for liver cyst, HCC, Hydated Cyst, and Liver metastases respectively with highest predictive overall classification accuracy of 89.1%.

the study recommended that if there is indication of liver disorder by ultrasound screening ,the patents image must be analyzed by IDL program ,then the histopathology will be done only for confirmation , if it is not available, no need for it. Because the prediction of ultrasound and texture analysis tools together is very high

The study concluded that the ultrasound is considered as first line of liver lesions diagnosis.

In addition, the study concluded that the computer aided diagnostic system increased the accuracy of liver lesions classification. Texture analysis serves as second methods to perform more characterization of the lesion.

List of content

List of tables

List of figures

List of abbreviations

FLL	Focal liver lesion
CRLM	Colorectal liver metastases
HCC	Hepatocelullar carcinoma
US	Ultrasound
MET	Metastases
CAD	Computer-aided diagnostic
FNH	Focal nodular hyperplasia
RBCs	Red blood cells
TA	Texture analysis
R0I	Region of interest
GLH	Gray level histogram
COM	Co-Occurrence Matrices
RLM	Run length matrix
GLDM	Gray level Difference Matrices
GM	Gradient matrix
TFCM	Texture Feature Coding Method
TFN	Texture Feature Number
AC	Autocorrelation Coefficients

FM	Fractal Model
DWT	Discrete Wavelet Transform
LTE	Laws' Texture Energy
CT	Computerize Tomography
MRI	Magnetic Resonance Image
PCLD	Adult polycystic liver disease
ADPCKD	Autosomal dominant polycystic kidney disease
MBH	Multiple biliary hamartomas
HIV	Human immunodeficiency virus
AIDS	Acquired immune deficiency syndrome
HAE	Hepatic alveolar Echonococcus
PHL	Primary hepatic lymphoma
GI	Gastro Intestinal
TAUS	Trans abdominal ultrasound scanning
MHz	Megahertz
SVM	Support vector machine
CFS	Correlation-based feature selection
GLCM	Gray Level Co- occurrence Matrix
MATLAB	Matrix laboratory

GVF	Gradient vector flow
FNAC	Fine needle aspiration cytology
IROIs	Inside region of interest
SROIs	Surrounding region of interest
PCA	Principal component analysis
NN	Neural network
NNE	Neural network ensemble
B-Mode	Brightness
0AA	One against all
FOS	First order statistic
FPS	Fourier power spectrum
CAIA	Computer aided image analysis
HAEM	Haemangioma
SPSS	Statistical Package for Social Science
USSG	Ultrasound guided
FNAC	Fine needle aspiration cytology
(IDL	Interactive Data Language
0AA	One against all
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medical