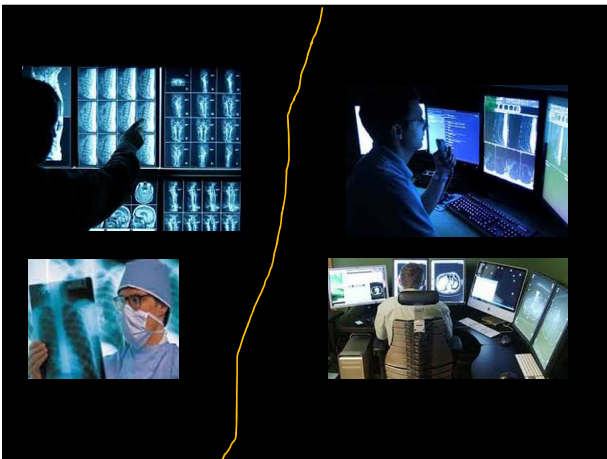


Processamento de imagens médicas e técnicas quantitativas na avaliação do sistema musculoesquelético

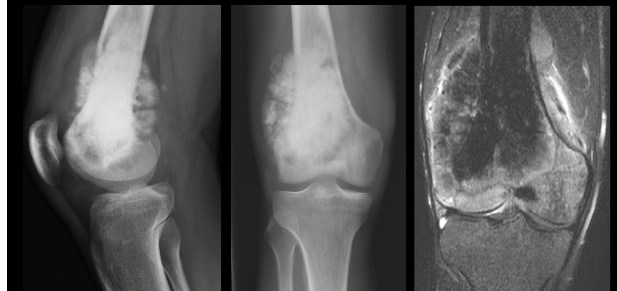


Marcello H. Nogueira-Barbosa
Divisão de Radiologia – CCIFM
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

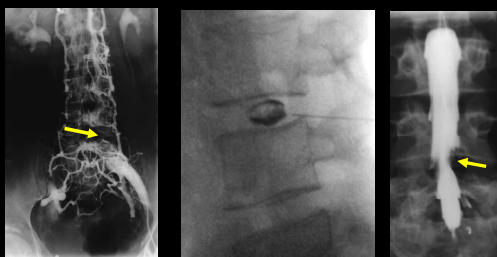
Não há conflito de interesse nesta apresentação



Diagnóstico baseado na experiência do observador – sinais subjetivos



Diagnóstico baseado em técnicas de imagem invasivas

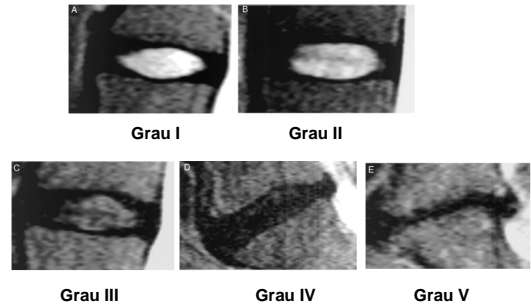


Flebografia epidural Discografia Mielografia

Técnicas semiquantitativas na pesquisa científica clínica

**Estudo da degeneração discal:
Como comparar a progressão em um grupo de pacientes submetido a uma terapia e um grupo controle?**

Pesquisa clínica - classificações semiquantitativas



**Classificação de Pfirrmann e cols. para degeneração discal
Spine 2001; 26:1873 - 1878**

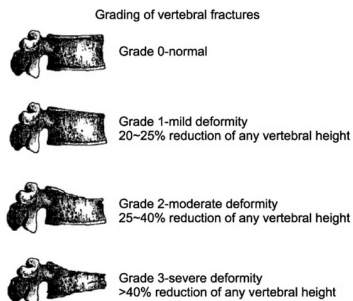
WEB OF SCIENCE™ THOMSON REUTERS

Use as caixas de seleção para remover itens individuais deste relatório de citações ou para restringir a itens publicados entre 1984 e 2015

	2011	2012	2013	2014	2015	Total	Média de citações por ano
1. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration Pfirrmann, CW, Muccioletti, A, Zanetti, M, et al SPINE, Volume 26, Edição 17, Páginas 1873-1878, Publicado SEP 1 2001	87	95	102	150	45	715	142,97

715 citações na base de dados Web of knowledge
Pesquisa realizada dia 15/06/2015
[http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.](http://apps.webofknowledge.com/CitationReport)

Para comparar a prevalência ou incidência de fraturas vertebrais por fragilidade óssea da osteoporose, entre um grupo de pacientes submetido a uma terapia e um grupo controle....



Classificação de Genant e cols. para fraturas vertebrais por osteoporose

[J Bone Miner Res.](#) 1993; 8:1137-1148

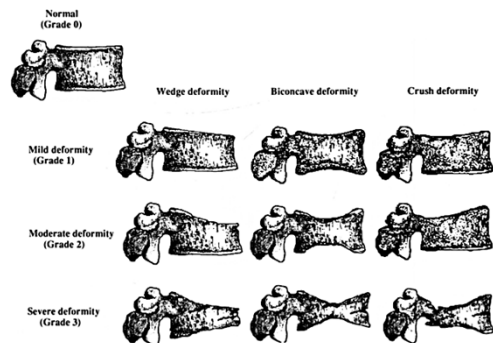


FIG. 1. Semiquantitative visual grading of vertebral deformities: Graphic representation.

[J Bone Miner Res.](#) 1993; 8:1137-1148

VERTEBRAL FRACTURE ASSESSMENT USING A SEMIQUANTITATIVE TECHNIQUE
 Por: GENANT, HK, WU, CY, VANKULIK, C, et al.
 JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH Volume: 8 Edição: 9 Páginas: 1137-1148 Publicado: SEP 1993

116 121 128 134 43 **1264** 54.96

1264 citações na base de dados Web of knowledge
 Pesquisa realizada dia 15/06/2015
<http://apps.webofknowledge.com/CitationReport>.

Se você precisa comparar o desfecho de pacientes com osteoartrite submetidos a determinada terapia, em relação a um grupo controle....

Kellgren-Lawrence (KL) grading scale

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	
CLASSIFICATION	Normal	Doubtful	Mild	Moderate	Severe
DESCRIPTION	No features of OA	Minute osteophyte: doubtful significance	Definite osteophyte: normal joint space	Moderate joint space reduction	Joint space greatly reduced: subchondral sclerosis

Radiological assessment of osteo-arthrosis
ANNALS OF THE RHEUMATIC DISEASES 1957,
 v.16 n.4 p. 494-502

3596 citações na base de dados Web of knowledge
 Pesquisa realizada dia 16/06/2015
<http://apps.webofknowledge.com/CitationReport>.

Qualitative Data	Quantitative Data
<p>Example 1: <i>Oil Painting</i></p> <p>Qualitative data:</p> <ul style="list-style-type: none"> • blue/green color, gold frame • smells old and musty • texture shows brush strokes of oil paint • peaceful scene of the country • masterful brush strokes 	<p>Example 1: <i>Oil Painting</i></p> <p>Quantitative data:</p> <ul style="list-style-type: none"> • picture is 10" by 14" • with frame 14" by 18" • weighs 8.5 pounds • surface area of painting is 140 sq. in. • cost \$300

Imagens médicas não são simplesmente fotos.
Elas contém muitos dados
Precisamos trata-las como conjunto de dados...

Morfometria

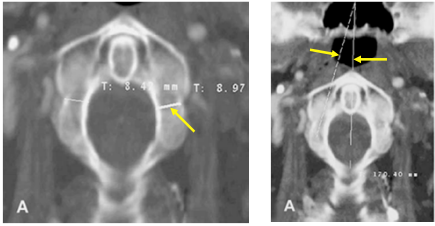
Morfometria:

- Medidas lineares e angulares*
- Área seccional transversa*
- Volumetria

* Ferramentas disponíveis em *softwares/workstations* de visualização

Morfometria

**Avaliação quantitativa:
DICOM - Medidas lineares e angulares**



Eur Spine J (2005) 14: 493–500
Ferramentas disponíveis em *softwares/workstations* de visualização

Morfometria

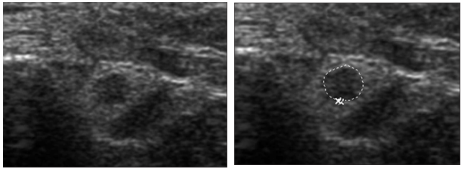


Razão: patela alta/baixa TAGT

Radiographics 2013, 30: 961–981

Morfometria

Área seccional transversa do nervo ulnar significativamente aumentada nos pacientes com neuropatia da Hanseníase



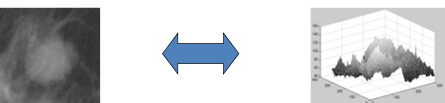
J Ultrasound Med 2009, 28: 1201-1209

Processamento de Imagens Médicas

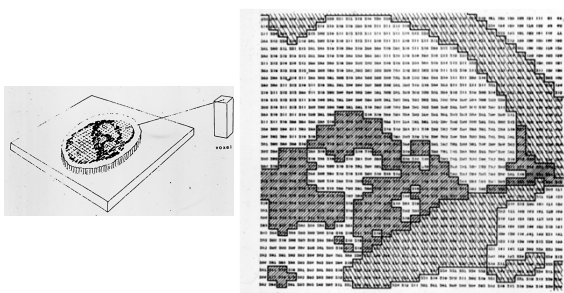
Modelo para Imagens Digitais
Imagem = $f(x,y)$

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} (0,0) & (0,1) & (0,2) \\ (1,0) & (1,1) & (1,2) \\ (2,0) & (2,1) & (2,2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 121 & 133 & 57 \\ 45 & 212 & 134 \\ 0 & 86 & 214 \end{pmatrix}$$

Para cada elemento (x,y) na imagem(pixel) temos um valor $f(x,y)$ correspondente à intensidade luminosa naquele ponto.



Cortesia Prof. Dr. Paulo Mazzoncini Azevedo Marques



Processamento de imagens do sistema musculoesquelético

Processamento de imagens digitais

As informações são processadas por algoritmos para obtenção de parâmetros e para caracterizar os diferentes tecidos

Processamento de imagens

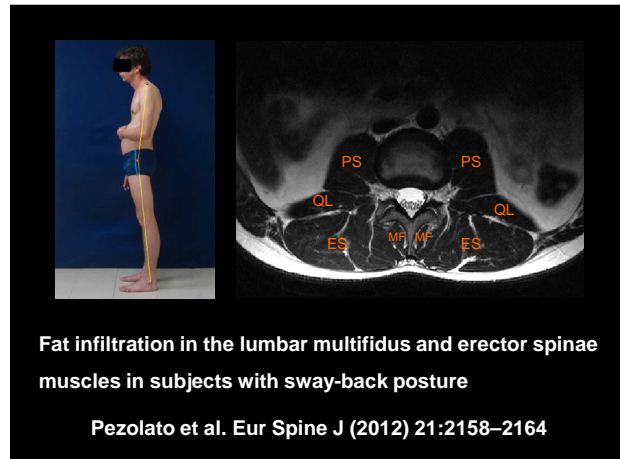
- Extração de características
- Reconhecimento de padrões
- Classificação
- Auxílio diagnóstico por computador (CAD)

Linha de pesquisa em colaboração com pesquisadores Rangaraj M. Rangayyan (U of C) e Paulo M. Azevedo-Marques (USP): Projeto CNPq do programa especial de cooperação internacional

- Segmentação manual
- Limiarização com base no histograma para identificar tecido gorduroso na musculatura paravertebral

Fat infiltration in the lumbar multifidus and erector spinae muscles in subjects with sway-back posture

Pezolato et al. Eur Spine J (2012) 21:2158–2164

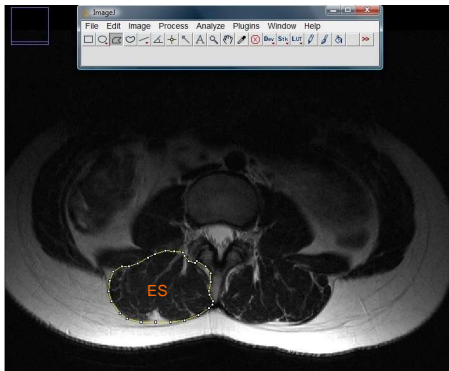


Fat infiltration in the lumbar multifidus and erector spinae muscles in subjects with sway-back posture

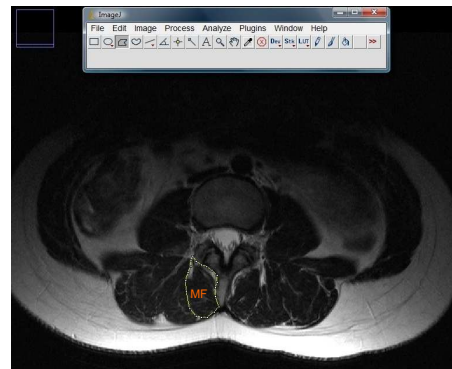
Pezolato et al. Eur Spine J (2012) 21:2158–2164

Segmentação manual - AST psoas**AST quadrado lombar**

AST eretores

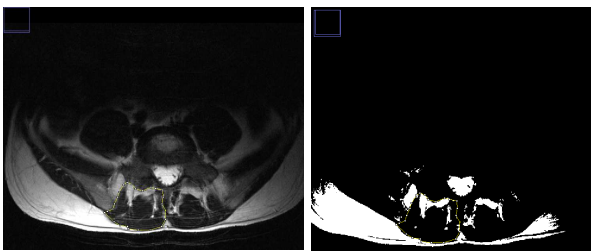


AST multifidus



AST X ASTF

- Para todos os músculos

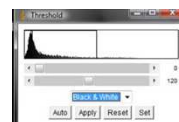
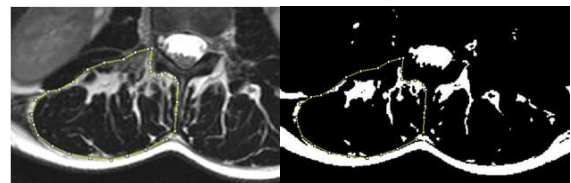


Total
(tecido muscular + gordura)

Funcional
(tecido muscular)

Técnicas de processamento de imagens

Área seccional transversa – porcentagem gordura



Software Image-J

Pezolato et al. Eur Spine J (2012) 21:2158–2164

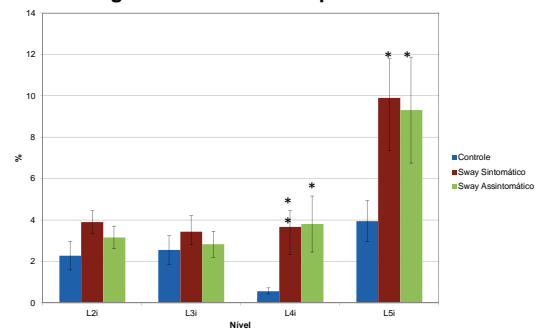
AST FUNCIONAL

- Determinada por um threshold (mínimo= 0 e máximo=120)
- Inclui somente os pixels da intensidade de sinal do tecido muscular (sinal de baixa intensidade).



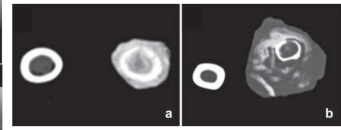
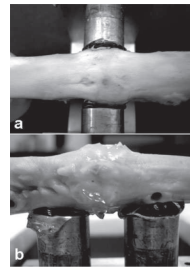
RESULTADOS

% gordura - Eretores Espinhais direito



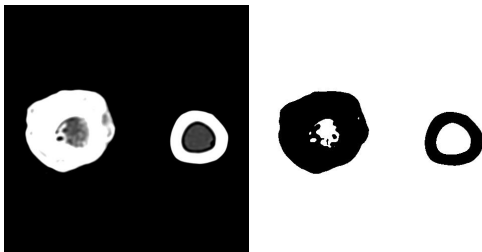
Individuals with sway-back posture may be susceptible to morphological changes in their lumbar erector spinae and lumbar multifidus muscles, both due to the presence of pain and as a consequence of their habitual posture

Pezolato et al. Eur Spine J (2012) 21:2158–2164

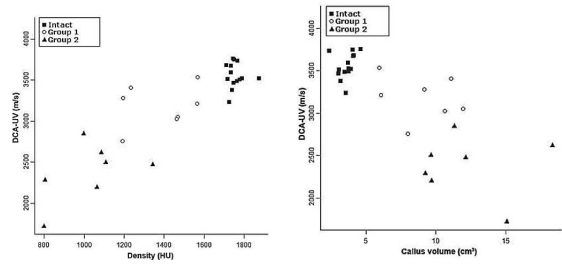


A comparative analysis between ultrasonometry and computer-aided tomography to evaluate bone healing

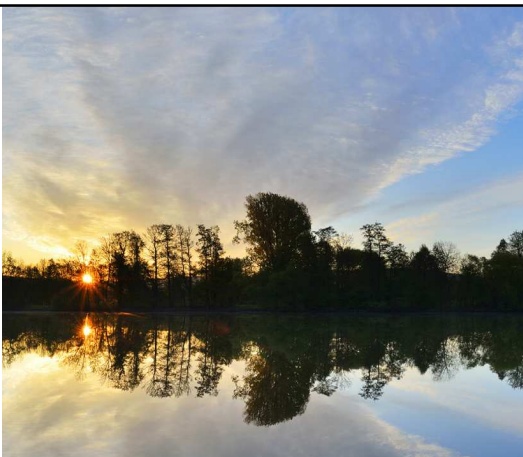
[J Orthop Res.](#) 2012;30:1076-1082



[J Orthop Res.](#) 2012;30:1076-1082

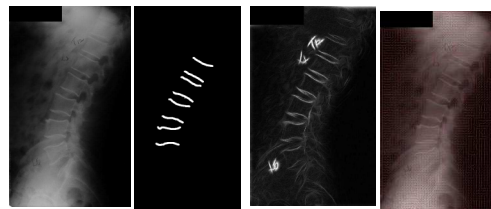


[J Orthop Res.](#) 2012;30:1076-1082



Detection of Vertebral Plateaus in Lateral Lumbar Spinal X-ray Images with Gabor Filters

Eduardo Alvarez Ribeiro, Marcelo Henrique Nogueira-Barbosa, Rangaraj M. Rangayyan, Fellow, IEEE, Paulo M. Azevedo-Marques*, Member, IEEE



Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.;2010:4052-5.

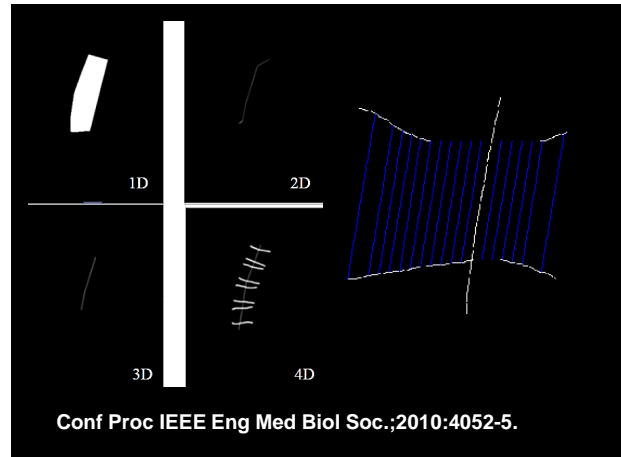
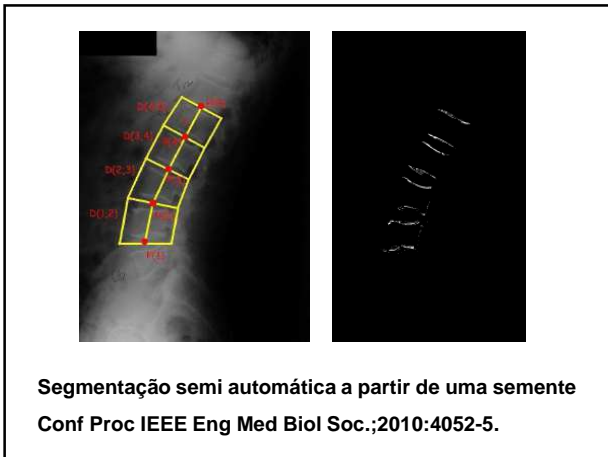


TABLE I
 ACCURACY OF DETECTION OF VERTEBRAL PLATEAUS L1-L4 IN 41 IMAGES IN TERMS OF OVERLAP BETWEEN THE DETECTED PLATEAUS AND THE MANUALLY DELINEATED PLATEAUS. STD. = STANDARD DEVIATION.

Images	Overlap	Std
All 41 images	0.917	0.14
Normal control group (22)	0.923	0.012
Insufficiency fractures (19)	0.911	0.015

Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2010;2010:4052-5.

Detection of Vertebral Compression Fractures in Lateral Lumbar X-ray Images

Table 3: Results of semiautomatic diagnosis of vertebral fracture. The reference is the diagnosis made by the expert radiologist based on visual examination of the X-ray images.

Visual	Normal	Abnormal
CAD		
Normal	54	10
Abnormal	3	35

Sensitivity of 0.78 and specificity of 0.95

XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica – XXIII CBEB

Detection of Vertebral Compression Fractures in Lateral Lumbar X-ray Images

Table 4: Results of computer-aided grading of vertebral fracture using the method proposed by Genant et al. The results of manual measures are shown in the rows and the results of the proposed CAD methods are shown in the columns.

Manual	0	1	2	3
CAD				
0	54	0	0	0
1	10	25	2	0
2	0	1	3	1
3	0	0	0	6

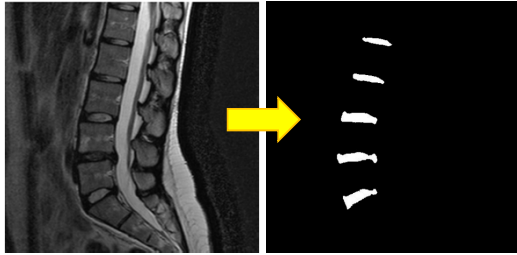
XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica – XXIII CBEB

Semiautomatic classification of intervertebral disc degeneration in magnetic resonance images of the spine

Marcelo da Silva Barreiro, Marcello H. Nogueira-Barbosa, Rangaraj M. Rangayyan *Fellow*, IEEE, Rafael de Menezes Reis¹ Lucas Calabrez Pereyra, Paulo M. Azevedo-Marques *Member*, IEEE

Técnicas quantitativas de imagem – pós processamento

Classificação semiautomática da degeneração do disco intervertebral em imagens de RM

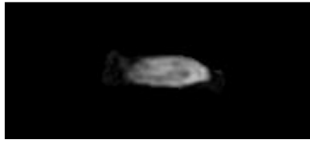


Máscaras obtidas da segmentação manual das imagens originais

Técnicas quantitativas de imagem – pós processamento

Depois da normalização, o algoritmo reconhece, separa, e analisa cada disco individualmente.

A matriz de coocorrência dos níveis de cinza foi calculada para cada disco segmentado e 14 atributos de textura de Haralick et al foram derivados.




Técnicas quantitativas de imagem – pós processamento

Resultados preliminares:

Classificação de Pfirrmann

	TP rates	FP rates	AUC
Grau 1	0.135	0.052	0.706
Grau 2	0.902	0.577	0.717
Grau 3	0.440	0.038	0.861
Grau 4	0.813	0.005	0.991
W. Avg.	0.705	0.377	0.753

TP = sensibilidade
 1-FP = especificidade
 AUC = área sob a curva ROC (receiver operating characteristic)



RM ponderação T1: Fratura benigna vs. maligna

Investigação: sistema diagnóstico auxiliado por computador (CAD) pode ajudar?

Técnicas quantitativas de imagem – processamento de imagens

Classificação Semiautomática de fraturas vertebrais nas imagens de RM da coluna

Aluno Mestrado: Lucas Frighetto

Colaboração com pesquisadores Rangaraj M. Rangayyan (U of C) and Paulo M. Azevedo-Marques (USP- RP)

TABLE I. DATABASE OF VCFs. DISTRIBUTION WITH DISCRIMINATION OF BENIGN VS MALIGNANT FRACTURES AND LUMBAR LEVEL AFFECTED.

	L5	L4	L3	L2	L1	TOTAL
BENIGN	6	8	9	10	21	54
MALIGNANT	9	11	10	10	9	49
TOTAL	15	19	19	20	30	103

Semiautomatic classification of benign versus malignant vertebral compression fractures using texture and gray-level features in magnetic resonance images

TABLE IV. CLASSIFICATION RESULTS AFTER SELECTING ATTRIBUTES.

KNN (k value)	Correct Classification	Sensitivity	Specificity	AUROC
1	86.41%	0.857	0.870	0.848
3	84.46%	0.878	0.815	0.913
5	85.44%	0.878	0.833	0.907
7	84.47%	0.918	0.778	0.880
9	84.47%	0.837	0.852	0.894
11	79.61%	0.776	0.815	0.855

Classificação Semiautomática de fraturas vertebrais

Kasai et al, 2006

Chest X-Ray

Automatic CAD vertebral fractures

Ribeiro et al, 2012

Lumbar spine X-Ray, 2012

Vertebral fracture detection

Al-Helo et al, 2013

CT

Vertebral fracture detection



Não estudaram diferenciação entre fraturas vertebrais malignas e benignas

