



Centro de Ciências da Imagem e Física Médica
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo



RCM 5898

Ferramentas quantitativas e funcionais em radiologia torácica

Prof. Dr. Marcel Koenigkam Santos

Radiologia torácica e cardiovascular

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP



Contexto / importância:

- Avanços dos exames de imagem = maior acurácia diagnóstica, classificação e gradação das doenças, informações mais objetivas e reprodutíveis (biomarcador)
- Correlação histopatológica → correlação com fisiopatologia e função → correlação genética / biologia molecular
- Proc. inflamatório → agente infeccioso e resistência a drogas
- Neoplasia → tipo histológico, estadiamento e prognóstico
- DPOC / asma / DIP → função, resposta ao tto
- Malformação → genótipo



Objetivos:

- Entender os princípios da análise quantitativa das imagens de TC de tórax e como é feita a correlação com dados funcionais e prognósticos em diferentes doenças
- Conhecer os principais aspectos da radiômica de imagens médicas, com enfoque na avaliação da neoplasia pulmonar



TCq de enfisema e vias aéreas:

- Pq quantificar enfisema e doença da via aérea na imagem?
- Estratificação clínica / controle de tto em DPOC e outras = limitação do fluxo aéreo
- Avaliação global e não regional / compartimentar da doença
- Baixa sensibilidade para alterações iniciais
- Não mostra heterogeneidade da doença e distúrbios mistos
- Depende do operador e paciente



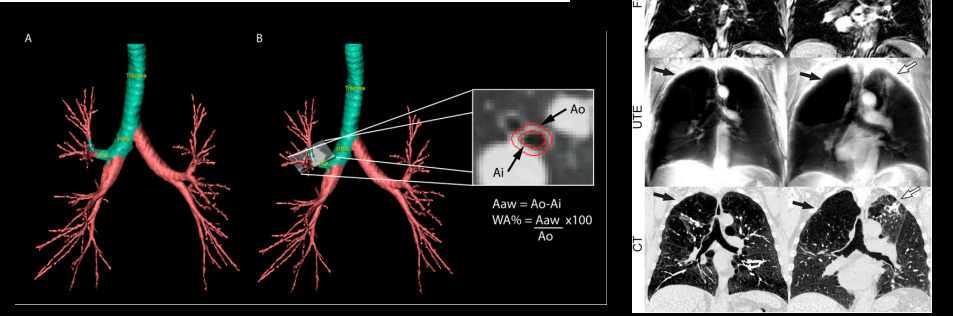


Using Pulmonary Imaging to Move Chronic Obstructive Pulmonary Disease beyond FEV₁

Harvey O. Coxson^{1,2}, Jonathon Leipsic^{1,2}, Grace Parraga^{3,4,5}, and Don D. Sin^{2,6}

¹Department of Radiology, Vancouver General Hospital, Vancouver, British Columbia, Canada; ²James Hogg Research Centre, The University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada; ³Imaging Research Laboratories, Roberts Research Institute, ⁴Department of Medical Biophysics, and ⁵Department of Medical Imaging, Western University, London, Ontario, Canada; and ⁶Division of Respiriology, Department of Medicine, The University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

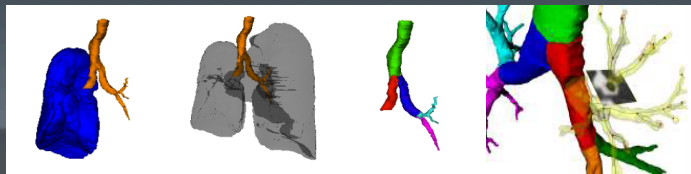
Am J Respir Crit Care Med Vol 190, Iss 2, pp 135-144, Jul 15, 2014
 Copyright © 2014 by the American Thoracic Society
 Originally Published in Press as DOI: 10.1164/rccm.201402-0256PP on May 29, 2014
 Internet address: www.atsjournals.org



TCq de enfisema e vias aéreas:

• 4 passos:

1. Segmentação: pulmões, brônquios, vasos
2. Determinação dos limiares de atenuação (enfisema < -950UH) e algoritmos de análise (FWHW, IBM)
3. Obtenção dos valores e medidas
4. Correlação com avaliação clínica e laboratorial

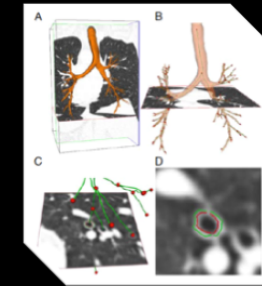
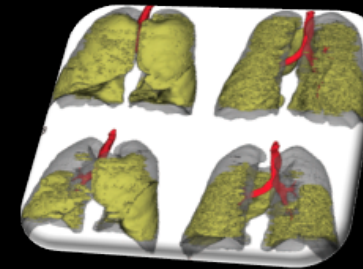
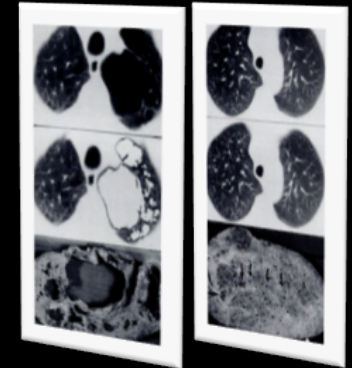


"Density Mask"

An Objective Method to Quantitate Emphysema Using Computed Tomography

Nestor L. Müller, M.D., Ph.D., F.C.C.P.;† Catherine A. Staples, M.D.;†
 Roberta R. Miller, M.D., F.C.C.P.;‡ and
 Raja T. Abboud, M.D., F.C.C.P.§

- Começou em 1988 - correlação com patologia
- Evolução das máquinas (MDTC, AR 3D), programas (IR, ECG) e pós processamento (segmentação, análise) - correlação com função



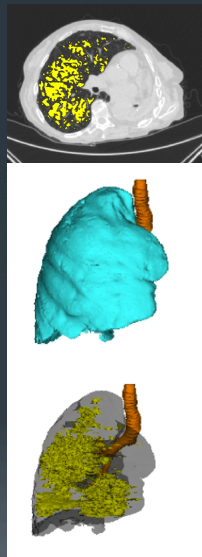
DPOC:

- Volumes pulmonares por TC ↔ VPT e outros volumes da espirro
- Volume e índice enfisema ↔ VR, VEF1 e GOLD
- IE ≥ 35% ou AWT > 1,75 mm ↔ doença grave e > risco de exacerbações agudas
- TCq detecta progressão da doença e alterações pós cirurgia / EBV
- TCq como desfecho de ensaio clínico em def A1AT



DPOC:

- Enfisema de predomínio LLII é pior que de predomínio em LLSS
- Enfisema central tem impacto > na Dico
- Área luminal, espessura da parede brônquica (3-6a geração) e retenção aérea ↔ VEF1%
- TCq detecta alterações brônquicas antes dos sinais / sintomas do DPOC



Tiffeneau = 30,3% / VEF1 = 0,881 (39%)
VR = 5,41 (254%) / Dco = 23,1%

Results For Search Region : Lung
#Lungvoxel: 149487516
High-Left-Ratio: 8233,725
LungVolume (cm³): 8233,725 (1133,75 g)
#Voxel labeled as emphysema/bronchiectases: 39582
#Trachevoxel: 260092
TracheVolume (cm³) in ROI of Lung: 143,27
#Slices with Lung: 295
#EmphysemaVoxel: 7287767 (679146 + 568621) / 4014,41 cm³ (4014,41 g)
#EmphysemaCluster: 144200 = 967 + 1064 + 14122 + 10413 + 11678
EmphysemaVoxel = Sum of Voxel in each Class: 7287767 = 6345762 + 1651311
Bullae Index (EI) / RT: 6,83 / 0,82
Emphysema Typ I (0 means no bullae): 33,09
Emphysema Typ II (0 means no peripheral emphysema): 27,60
Emphysema Typ III (0 means no peripheral emphysema): 28,22
Diagnosis for Search Region: severe centrilobular emphysema / severe panlob

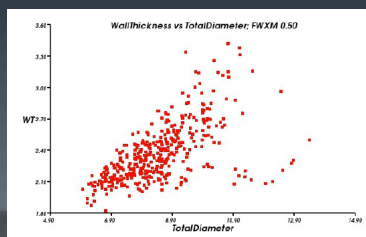
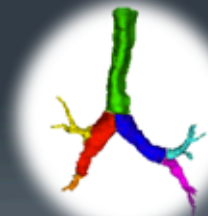
Results For Search Region : RightLung
#Lungvoxel: 678621
LungVolume (cm³): 6787,848 (500,25 g)
#Voxel labeled as RightLung and Bronchiectases: 6489
#Trachevoxel: 88751
TracheVolume (cm³) in ROI of Lung: 61,02
#Slices with Lung: 242
#EmphysemaVoxel: 120198 (114800 + 141298) / 549,05 cm³ / 549,05 g
#EmphysemaCluster: 10340 = 259 + 421 + 8454 + 9400 + (91744)
EmphysemaVoxel = Sum of Voxel in each Class: 120198 = 42994 + 8326 + 39580 + 86124 + (94764)
Bullae Index (EI) / RT: 7,28 / 0,23
Emphysema Typ I (0 means no bullae): 19,08
Emphysema Typ II (0 means no peripheral emphysema): 40,59
Emphysema Typ III (0 means no peripheral emphysema): 31,3

Tiffeneau = 31,7% / VEF1 = 0,551 (29%)
VR = 4,21 (223%) / Dco = 28,3%

Results For Search Region : LeftLung
#Lungvoxel: 6167873
LungVolume (cm³): 6167,873 (424,43 g)
#Voxel labeled as LeftLung and Bronchiectases: 4354
#Trachevoxel: 2228
TracheVolume (cm³) in ROI of Lung: 30,68
#Slices with Lung: 248
#EmphysemaVoxel: 143384 (132869 + 146974) / 631,75 cm³ / 631,75 g
#EmphysemaCluster: 10575 = 238 + 439 + 8626 + 8231 + (10109)
EmphysemaVoxel = Sum of Voxel in each Class: 143384 = 82915 + 8842 + 39760 + 8051 + (93859)
Bullae Index (EI) / RT: 24,46 = 13,57 + 1,48 + 6,31 + 1,39 + (11,54)
Emphysema Typ I (0 means no bullae): 12,46
Emphysema Typ II (0 means no peripheral emphysema): 48,14
Emphysema Typ III (0 means no peripheral emphysema): 31,4

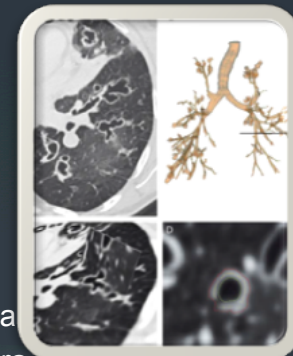
Asma:

- TC detecta as alterações brônquicas relacionadas à asma (inflamação, remodelamento)
- TCq (espessura, densidade parede, área luminal) ↔ duração da asma persistente, gravidade, obstrução ao fluxo aéreo



Fibrose cística:

- Na FC, mais brônquios são avaliados quando comparados aos normais (bronquiectasias)
- Diâmetro, área luminal e espessura da parede correlacionam com escores clínicos e provas de função
- Pacientes com CF também podem ter enfisema principalmente nos mais velhos, contribuindo para a limitação ao fluxo aéreo





Radiômica:

- Radiômica = extração massiva de características quantitativas (atributos) das imagens médicas e o subsequente reconhecimento de padrões para o auxílio computadorizado ao diagnóstico e obtenção de outras informações, como marcadores prognósticos e correlação com dados genéticos (genômica)

Radiology

Radiomics: Images Are More than Pictures, They Are Data¹

Robert J. Gillies, PhD
Paul E. Kinahan, PhD
Hedvig Hricak, MD, PhD, Dr(hc)

In the past decade, the field of medical image analysis has grown exponentially, with an increased number of pattern recognition tools and an increase in data set sizes. These advances have facilitated the development of processes for

ORIGINAL RESEARCH ■ SPECIAL REPORT



Radiômica:

Radiology

Radiomics Signature: A Potential Biomarker for the Prediction of Disease-Free Survival in Early-Stage (I or II) Non-Small Cell Lung Cancer¹

Yangf Huang, MD
Zaiyi Liu, MD
Lan He, MPH
Xin Chen, MD
Dian Pan, MD
Zelan Ma, MD
Caishan Liang, MD
Jie Tian, PhD
Changhong Liang, MD

Purpose: To develop a radiomics signature to estimate disease-free survival (DFS) in patients with early-stage (stage I-II) non-small cell lung cancer (NSCLC) and assess its incremental value to the traditional staging system and clinical-pathologic risk factors for individual DFS estimation.

Materials and Methods: Ethical approval by the institutional review board was ob-

¹From the Department of Radiology, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, 106 Zhongshan Er Road, Guangzhou 510080, China (YH, ZL, LH, DP, ZM, Caishan Liang, Changhong Liang); Graduate College, Southern Medical University, Guangzhou, China (YH, ZM, Caishan Liang); School of Medicine, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, China (JH); Department of Radiology, the Affiliated Guangzhou First People's Hospital, Guangzhou Medical University, Guangzhou, China (XC); Key Laboratory of Molecular Imaging, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China (J.T.); Received October 27, 2015; revision requested January 14, 2016, and received January 27; accepted March 28; final version accepted April 6. Address correspondence to Changhong Liang (e-mail: qf.jchm@vip.163.com).

Supported by the National Natural Scientific Foundation of China (nos. 81271569, 81271654, and U1301258).

YH and ZL contributed equally to this work.

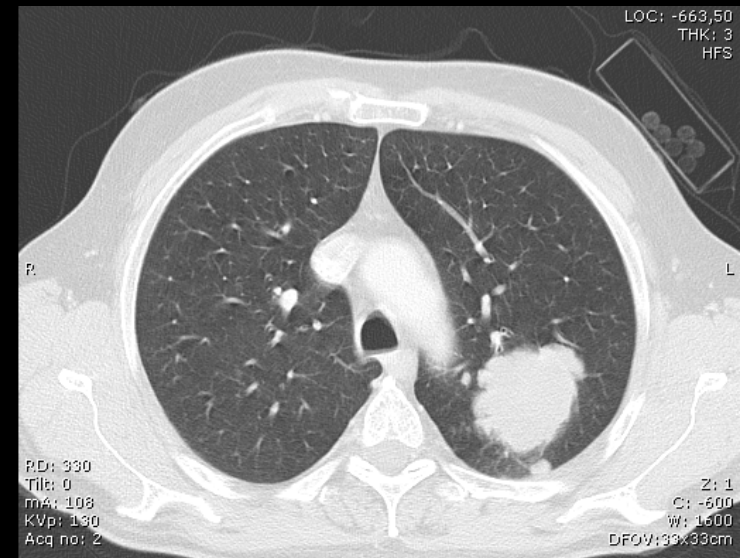
© RSNA, 2016

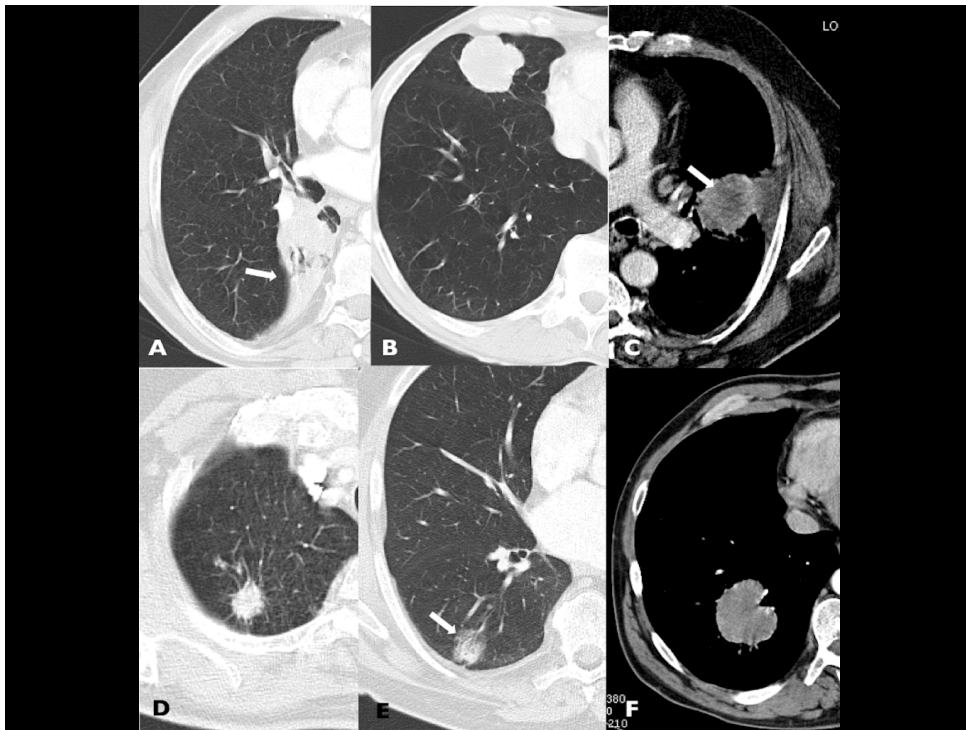
ORIGINAL RESEARCH ■ THORACIC IMAGING

Conclusion: The radiomics signature is an independent biomarker for the estimation of DFS in patients with early-stage NSCLC. Combination of the radiomics signature, traditional staging system, and other clinical-pathologic risk factors performed better for individualized DFS estimation in patients with early-stage NSCLC, which might enable a step forward precise medicine.

© RSNA, 2016

Online supplemental material is available for this article.





Radiologic Implications of the 2011 Classification of Adenocarcinoma of the Lung¹

Radiology

John H. M. Austin, MD
Kavita Garg, MD
Doris Aberle, MD
David Yankelwitz, MD
Keiko Kuriyama, MD
Hyun-Ju Lee, MD
Elisabeth Brambila, MD, PhD
William D. Travis, MD

Now the leading subtype of lung can receive a new classification in 2011 rized previously as bronchioloalveolar criteria and terminology had not b 2011 classification provided four new *in situ* (AIS), representing small (≤ 3 -cm), noninvasive lepidic g pted tomography (CT) is usually no *invasive adenocarcinoma*, represent

Premalignant AAH
A localized BAC
B localized BAC with foci of structural collapse
C localized BAC, active fibroblastic proliferation
D, E, F poorly differentiated tubular, papillary adenocarcinoma

C likely mixed BAC/invasive adenocarcinoma
C mixed BAC/invasive adenocarcinoma
C mixed BAC/invasive adenocarcinoma
A localized BAC
D, E, F poorly differentiated, tubular, papillary adenocarcinoma
B localized BAC with foci of structural collapse

ORIGINAL ARTICLE

The Pseudocavitation Sign of Lung Adenocarcinoma A Distinguishing Feature and Imaging Biomarker of Lepidic Growth

Tina D. Tallie, MD*, Roxey A. Schmidt, MD, PhD†, Keith D. Eaton, MD, PhD,‡, Douglas E. Wood, MD§ and Sudhakar N. J. Pipavath, MD*

Contents lists available at ScienceDirect
European Journal of Radiology
journal homepage: www.elsevier.com/locate/ejrad

Morphological computed tomography features of surgically resectable pulmonary squamous cell carcinomas: Impact on prognosis and comparison with adenocarcinomas

Marcel Koenigkam Santos^{a,b,c,e,*}, Thomas Muley^{d,f}, Arne Warth^e, Wagner Diniz de Paula^{a,d}, Mathieu Lederlin^{a,b}, Philipp Albert Schnabel^{e,f}, Heinz-Peter Schlemmer^b, Hans-Ulrich Kauczor^{a,b}, Claus Peter Heussel^{d,f}, Michael Puderbach^{b,d,f}

^a Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University of Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 110, 69120 Heidelberg, Germany
^b German Cancer Research Center (Deutsches Krebsforschungszentrum – DKFZ), Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg, Germany
^c Department of Radiology, University Hospital of the School of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Av. Bandeirantes 3900, Cx. Universitário Monte Alegre, 14048-900 Ribeirão Preto, SP, Brazil
^d Chest Clinic (Thoraxklinik) of University of Heidelberg, Amalienstr. 5, 69126 Heidelberg, Germany
^e Institute of Pathology, Heidelberg University, Im Neuenheimer Feld 224, 69120 Heidelberg, Germany
^f Translational Lung Research Center (TLRC), Member of the German Center for Lung Research (DZL), Im Neuenheimer Feld 350, 69120 Heidelberg
^g Department of Radiology, University of Brasília, Brasília, Brazil
^h Department of Thoracic and Cardiovascular Imaging, University of Bordeaux, Bordeaux, France

Fig. 3. Patient presenting a peripheral SQCC cavitated mass in left lower lobe (CT transversal images, lung window in A, mediastinal window in B). Gas inside the lesion (arrows) can be noticed in both windows. This patient had a T3N1 tumor and was submitted to left pneumonectomy, but later presented brain metastasis and m surgery.

Fig. 4. Association of cavitation and survival. The differences for overall, disease-specific and disease-free survival in dependence of cavitation on CT are represented for the population of 123 patients with SQCC.

Eur Radiol (2016) 26:32–42
DOI 10.1007/s00330-015-3814-0

CHEST

CT Radiogenomic Characterization of EGFR, K-RAS, and ALK Mutations in Non-Small Cell Lung Cancer

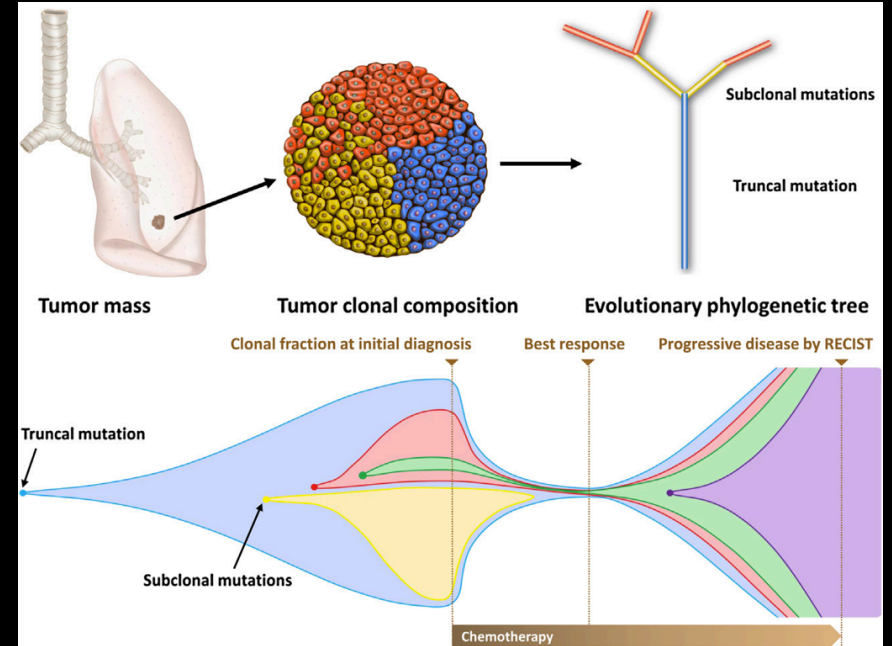
Stefania Rizzo¹ · Francesco Petrella² · Valentina Buscarino³ · Federica De Maria³ · Sara Raimondi⁴ · Massimo Barberis⁵ · Caterina Fumagalli⁵ · Gianluca Spitaleri⁶ · Cristiano Rampinelli¹ · Filippo De Marinis⁶ · Lorenzo Spaggiari² · Massimo Bellomi^{1,3}

Key Points

- Air bronchogram, pleural retraction, small size relate to EGFR mutation in NSCLC.
- Pleural effusion and younger age relate to ALK mutation.
- Round lesion shape, nodules in non-tumour lobes relate to KRAS mutation.

Radiômica:

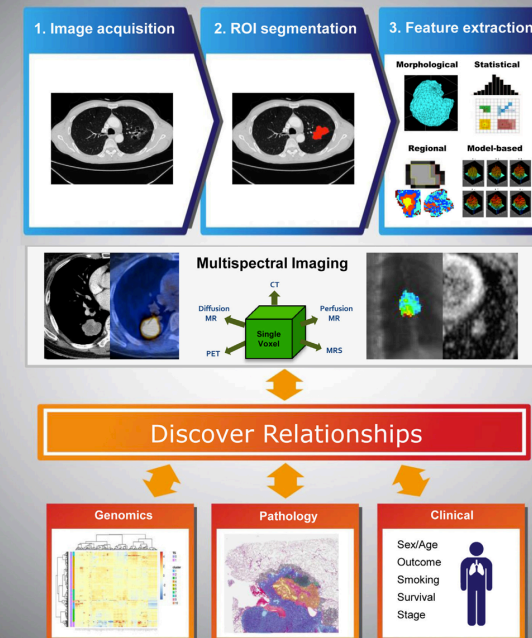
- Câncer = “doença genética” relacionada ao acúmulo de mutações, levando a proliferação celular patológica
- Heterogeneidade histológica (regiões com diferente vascularização, inflamação, invasão) = heterogeneidade genética / clonal, podendo também ser identificada nos exames de imagem
- Grande variabilidade inter e intrapacientes e inter e intratumoral
- Tumores policlonais (# mutações em # células) podem apresentar boa resposta inicial ao tratamento, mas com posterior progressão, recorrência e resistência a quimioterápicos



Radiômica:

- A análise dos atributos da imagem, como baseados em intensidade de níveis de cinza, forma, textura, tamanho e volume, pode fornecer informações sobre o genótipo, fenótipo e heterogeneidade clonal de um tumor
- Assim, a RADIÔMICA vai de encontro ao conceito de medicina de precisão! Cada paciente e cada neoplasia é diferente!

Radiomics : Processing of Radiological Imaging Data



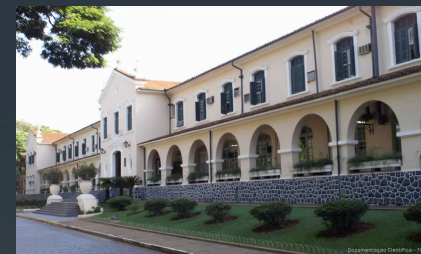


Nossos trabalhos:

- TCq densidade (enfisema) e vias aéreas: DPOC tabágico e não tabágico, asma, sequela de Tb, fibrose cística, bronquiectasias, doença intersticial pulmonar
- TCq vasos pulmonares: hipertensão pulmonar, esclerose sistêmica, TEP agudo
- RM tórax: nódulos pulmonares
- Radiômica do câncer de pulmão: nódulos / massas de NSCLC (TC e RM)

Resumo / conclusão:

- TCq já é ferramenta validada na avaliação de gravidade do DPOC e outras doenças broncopulmonares
- Tem boa correlação com as provas funcionais (biomarcador)
- Câncer = doença genética = aplicação clínica (novas drogas alvo)
- Radiômica = extração massiva de informações do exame de imagem = novas ferramentas diagnósticas, terapias individualizadas e aprimoramento da medicina de precisão



Muito obrigado!

marcelk46@fmrp.usp.br