

MONOGRÁFICO

Bases de la imagen funcional II: técnicas emergentes de resonancia magnética y nuevos métodos de análisis

A. Luna^{a,b,*}, T. Martín Noguero^a y L. Alcalá Mata^a

^a Health Time, Clínica Las Nieves, Jaén, España

^b Department of Radiology, University Hospitals of Cleveland, Case Western Reserve University, Cleveland, OH, USA

Recibido el 11 de febrero de 2018; aceptado el 5 de marzo de 2018

PALABRAS CLAVE

ASL;
RM;
BOLD;
CEST;
Análisis de texturas

Resumen La resonancia magnética (RM) integra en los protocolos multiparamétricos clínicos actuales información estructural, fisiológica y metabólica del cáncer. Existen técnicas emergentes, como ASL, BOLD, RM elastografía, CEST e hiperpolarización, que aportan un nuevo tipo de información y que están cerca de su integración en la clínica diaria. Además, existe un gran interés en el estudio de la heterogeneidad tumoral con imagen como factor pronóstico y de resistencia al tratamiento. Para ello, se están aplicando nuevos métodos de análisis de los protocolos multiparamétricos, y a su vez se están desarrollando nuevos biomarcadores oncológicos integrando la información de la RM con los datos clínicos, analíticos, genéticos e histológicos, gracias a la aplicación del *big data* y la inteligencia artificial. En esta revisión se analizan varias técnicas emergentes de RM que permiten evaluar las características fisiológicas, metabólicas y mecánicas del cáncer, así como sus principales aplicaciones clínicas. Además, se resumen los métodos de análisis más novedosos de la información radiológica funcional en oncología.

© 2018 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

ASL;
BOLD;
CEST;
MR;
Hyperpolarization

Fundamentals of functional imaging II: emerging MR techniques and new methods of analysis

Abstract Current multiparameter MRI protocols integrate structural, physiological, and metabolic information about cancer. Emerging techniques such as arterial spin-labeling (ASL), blood oxygen level dependent (BOLD), MR elastography, chemical exchange saturation transfer (CEST), and hyperpolarization provide new information and will likely be integrated into daily clinical practice in the near future. Furthermore, there is great interest in the study of tumor heterogeneity as a prognostic factor and in relation to resistance to treatment, and this interest is leading to the application of new methods of analysis of multiparametric protocols. In parallel, new oncologic biomarkers that integrate the information

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: aluna70@htime.org (A. Luna).

<https://doi.org/10.1016/j.rx.2018.03.001>

0033-8338/© 2018 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

from MR with clinical, laboratory, genetic, and histologic findings are being developed, thanks to the application of big data and artificial intelligence. This review analyzes different emerging MR techniques that are able to evaluate the physiological, metabolic, and mechanical characteristics of cancer, as well as the main clinical applications of these techniques. In addition, it summarizes the most novel methods of analysis of functional radiologic information in oncology. © 2018 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El cáncer es una enfermedad muy heterogénea y en constante cambio. Las «señas de identidad» del cáncer vienen definidas por su capacidad para resistir la muerte celular y promover la inmortalidad replicativa, inducir la angiogénesis, sostener la señal proliferativa, evadir los supresores del crecimiento y activar la invasión y las metástasis¹. Las alteraciones en la apariencia del cáncer pueden producirse a nivel celular o relacionarse con el microambiente, lo que incluye la angiogénesis, la perfusión y la hipoxia².

Muchas de estas características y «señas de identidad» del cáncer pueden ser analizadas con las técnicas de imagen funcional y molecular. En la práctica clínica actual ya se utiliza la tomografía de emisión de protones (PET), principalmente con 18-fluorodesoxiglucosa (18-FDG) y con otros trazadores para explorar el metabolismo del cáncer. La resonancia magnética (RM) también permite evaluar el metabolismo tisular y celular por medio de la espectroscopía de protones de hidrógeno (H^1)³. Además, la RM puede aportar información cuantitativa sobre la celularidad y la microestructura mediante la difusión, y sobre la angiogénesis y la permeabilidad con secuencias dinámicas con contraste⁴. La angiogénesis también puede estimarse utilizando la perfusión con tomografía computarizada (TC) o la ecografía con contraste⁵.

Toda esta información cuantitativa es clave para personalizar el tratamiento en la era de la medicina de precisión. Es fundamental entender las relaciones entre el fenotipo tumoral, los efectos de los distintos tratamientos y la apariencia tumoral en la imagen para descubrir los cambios que se producen con las terapias y evaluar su efectividad⁶. A pesar de que todas estas técnicas son cuantificables y generan biomarcadores que han demostrado un papel en la caracterización y el seguimiento terapéutico del cáncer, todavía hay áreas específicas que necesitan ser exploradas, y se han desarrollado técnicas funcionales emergentes con RM que se están introduciendo en la práctica clínica. Por ejemplo, existe un gran interés en el estudio de la perfusión tumoral sin contraste ante el descubrimiento de los depósitos cerebrales de gadolinio y la irrupción de la fibrosis sistémica nefrogénica en pacientes con filtración glomerular disminuida. El ASL (*arterial spin labeling*, marcaje de espines arteriales) permite estudiar la perfusión cerebral y cuantificar el flujo sanguíneo cerebral evitando la administración de agentes de contraste con gadolinio. Actualmente tiene aplicaciones para el estudio de las enfermedades cerebrovasculares y de otras patologías, entre ellas los tumores cerebrales⁷. Su uso fuera del cerebro se ha visto limitado por dificultades técnicas para su implementación clínica,

aunque ha mostrado resultados prometedores en la monitorización terapéutica del carcinoma renal⁸.

La hipoxia es una «seña de identidad» del cáncer que es necesario evaluar con imagen dada su relación con la resistencia al tratamiento. Se han explorado las capacidades de la PET utilizando diferentes trazadores que se retienen específicamente en las células hipóxicas. Sin embargo, por la complejidad técnica existe una limitada experiencia en el ámbito clínico⁹. La RM utilizando técnicas BOLD (*blood oxygen level dependent*, RM dependiente del nivel de oxígeno sanguíneo), que se basan en el efecto que las moléculas paramagnéticas tienen en los campos locales, permite una aproximación a la imagen de la hipoxia, tanto en estado basal como inhalando oxígeno (O_2)¹⁰. Aunque existen algunos datos clínicos, esta técnica todavía se encuentra en estado transaccional de los modelos animales y los estudios preclínicos al ámbito clínico.

La elastografía es una opción disponible en casi todos los nuevos equipos de ecografía, y permite explorar las características mecánicas de los tejidos, representando en imagen las diferencias en la elasticidad tisular. La RM-elastografía permite explorar de forma cuantitativa las características viscoelásticas de los tejidos. Estas técnicas se han centrado sobre todo en la evaluación de la fibrosis hepática, pero su uso se ha extendido al estudio de tumores en diferentes localizaciones. Los tumores malignos presentan alteraciones de las propiedades tisulares mecánicas debido a una organización tisular más compacta, y en general muestran una menor elasticidad que los tejidos sanos y los tumores benignos^{11,12}.

Otra técnica más reciente con RM es la transferencia de saturación de intercambio químico (CEST, *chemical exchange saturation transfer*), que permite la visualización indirecta de los metabolitos tisulares mediante protones intercambiables. Esta técnica se encuentra en fase de instauración clínica, sobre todo para el estudio de los depósitos de amida en los gliomas, que permiten su correcta gradación¹³.

Por último, la hiperpolarización con RM permite aumentar la señal de esta técnica de forma muy llamativa, y con ello monitorizar la ruta metabólica de un agente suministrado y de sus sustratos metabólicos. Los gases hiperpolarizados inhalados se han utilizado para evaluar la función pulmonar, y ahora se han propuesto para la gradación de la agresividad tumoral y la monitorización terapéutica de varios tumores^{14,15}.

El análisis multiparamétrico de esta información o su uso combinado mediante técnicas de fusión o de adquisición híbrida mediante PET/TC o PET/RM extiende las posibilidades de la imagen funcional y molecular¹⁶. Además, el análisis avanzado de la información obtenida utilizando diferentes

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8824739>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8824739>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)