

Exactitud y precisión de la evaluación volumétrica de la densidad mineral ósea mediante TC de doble fuente y energía dual versus TC cuantitativa: un estudio con fantasmas

Resumen

Introducción

La TC de doble fuente y energía dual (TCDF) ofrece el potencial para la detección oportunista de osteoporosis al permitir la cuantificación de la densidad mineral ósea (DMO) sin fantasmas. Este estudio buscó evaluar la exactitud y precisión de la medición volumétrica de la DMO utilizando TCDF en comparación con TC cuantitativa (TCC).

Métodos

Se escaneó un fantoma de columna validado que constaba de tres equivalentes de vértebra lumbar con concentraciones de 50 (L1), 100 (L2) y 200 (L3) mg/cm³ de hidroxiapatita de calcio (HA) empleando CTDF de tercera generación y TCC. Si bien la evaluación de la DMO basada en TCC requería un fantoma de calibración de densidad ósea estandarizado adicional, la técnica TCDF funcionaba mediante el uso de un software de posprocesado dedicado basado en la descomposición del material sin requerir fantasmas de calibración. La exactitud y la precisión de ambas modalidades se compararon calculando los errores de medición. Además, se realizaron análisis de correlación y concordancia mediante la correlación de Pearson, regresión lineal y gráficos de Bland-Altman.

Resultados

DECT-derived BMD values differed significantly from those obtained by QCT ($p < 0.001$) and were found to be closer to true HA concentrations. Relative measurement errors were significantly smaller for DECT in comparison to QCT (L1, 0.94% *versus* 9.68%; L2, 0.28% *versus* 5.74%; L3, 0.24% *versus* 3.67%, respectively). DECT demonstrated better BMD measurement repeatability compared to QCT (coefficient of variance $< 4.29\%$ for DECT, $< 6.74\%$ for QCT). Both methods correlated well to each other ($r = 0.9993$; 95% confidence interval 0.9984–0.9997; $p < 0.001$) and revealed substantial agreement in Bland-Altman plots.

Los valores de DMO derivados de CTDF diferían significativamente de los obtenidos por TCC ($P < 0,001$) y se encontró que se acercaban más a las concentraciones reales de HA. Los errores de medición relativos fueron significativamente menores para TCDF en comparación con TCC (L1, 0,94% frente a 9,68%; L2, 0,28% frente a 5,74%; L3, 0,24% frente a 3,67%, respectivamente). TCDF demostró una mejor repetibilidad de la medición de la DMO que la TCC (coeficiente de varianza $<4,29\%$ para TCDF, $<6,74\%$ para TCC). Ambos métodos se correlacionaron bien entre sí ($r = 0,9993$; intervalo de confianza del 95% 0,9984-0,9997; $P < 0,001$) y revelaron una concordancia sustancial en los gráficos de Bland-Altman.

Conclusión

La evaluación de la DMO basada en CTDF sin fantoma de los equivalentes de las vértebras lumbares usando la descomposición del material mostró una mayor precisión diagnóstica que la TCC.

Palabras clave

- Densidad ósea
- Tomografía computarizada de energía dual
- Osteoporosis
- Fantomas (imagen)
- Tomografía (computarizada por rayos X)

Puntos clave

- La TC de doble fuente y energía dual (TCDF) permitió una evaluación precisa de la densidad mineral ósea (DMO).
- Las mediciones de DMO basadas en CTDF mostraron una mejor repetibilidad en comparación con la TC cuantitativa.
- TCDF permite realizar mediciones de DMO volumétricas retrospectivas viables sin necesidad de utilizar fantomas de calibración.

Exploración del intercambio de agua de la membrana celular en el cerebro de ratón isquémico con deficiencia de acuaporina-4 mediante resonancia magnética potenciada en difusión

Resumen

Objetivo

La acuaporina-4 es una proteína de membrana que se expresa en los astrocitos cerebrales y facilita el transporte de moléculas de agua. Se sugiere que la supresión de su función puede ser un tratamiento eficaz para reducir el edema celular isquémico. Es importante desarrollar sistemas de medición de la supresión de acuaporina-4 en organismos vivos.

Métodos

Se crearon modelos animales de isquemia cerebral mediante la oclusión quirúrgica de la arteria cerebral media de ratones salvajes y ratones deficientes de acuaporina-4, y se realizaron mediciones de imágenes potenciadas en difusión con distintos valores de b . Los datos se analizaron junto con el ADC y con un modelo de intercambio de agua por compartimentos.

Resultados

Se estimaron los ADC para cinco rangos diferentes de valores b . En la región cerebral sana, el ADC de ratones sin acuaporina-4 fue significativamente mayor que en ratones salvajes, mientras que, en el tejido isquémico, el ADC de ratones sin acuaporina-4 fue significativamente menor que en ratones salvajes. Las diferencias de genotipo en el ADC fueron significativas para rangos más bajos en tejido normal y para rangos más altos en tejido isquémico. En la región isquémica se demostró que el tiempo de intercambio de agua en los ratones sin acuaporina-4 era aproximadamente 2,5 veces más largo que el de ratones salvajes.

Conclusión

Las imágenes potenciadas en difusión con distintos valores b pueden ser útiles para la investigación in vivo y el diagnóstico clínico de enfermedades relacionadas con la acuaporina-4.

Palabras clave

- Acuaporina 4
- Membrana celular
- Infarto cerebral
- Resonancia magnética de difusión
- Modelos animales experimentales

Puntos clave

- Investigamos la pérdida de acuaporina-4 y la isquemia cerebral focal con imágenes de resonancia magnética potenciada en difusión en un modelo animal de ratón.
- Los parámetros de tiempo de intercambio de agua de la membrana celular se estimaron mediante el ajuste de modelos.
- El efecto de la pérdida de acuaporina-4 es opuesto en el tejido sano y en el isquémico.
- La resonancia magnética potenciada en difusión puede ser útil para la investigación y el diagnóstico clínico de las enfermedades relacionadas con la acuaporina-4.

La VERDAD confirmada: validación de una comparación intraindividual de gadobutrol y gadoteridol para la obtención de imágenes de glioblastoma mediante análisis de mejora cuantitativa

Resumen

Objetivo

Los estudios comparativos intraindividuales previos que evaluaron gadobutrol y gadoteridol para resonancia magnética (RM) con contraste de tumores cerebrales se han basado en evaluación de imágenes subjetivas, lo que puede conducir a conclusiones engañosas. Usamos algoritmos de inteligencia artificial para comparar objetivamente la mejora lograda con estos agentes en pacientes con glioblastoma.

Métodos

Se evaluaron veintisiete pacientes de un estudio anterior que recibieron dosis idénticas de 0,1 mmol/kg de gadobutrol y gadoteridol (con un lavado apropiado entremedio). Se compararon mapas de mejora cuantitativa (QE) de la mejora normalizada de vóxeles, derivados de cálculos basados en comparación de imágenes ponderadas en T1 con contraste mejorado en relación con la intensidad armonizada en imágenes T1 no mejoradas. Se realizaron análisis Bland-Altman, regresión lineal y coeficiente de correlación Pearson (r) para comparar QE neto y QE promedio por región de interés (por ROI) (QE neto/número vóxeles).

Resultados

No se observaron diferencias significativas para comparaciones realizadas en QE neto (diferencia media -24.37 ± 620.8 , $p=0.840$, $r=0.989$) o QE medio por ROI (0.0043 ± 0.0218 , $p=0.313$, $r=0.958$). El análisis Bland-Altman reveló mejor QE promedio por ROI para RM mejorada con gadoteridol en 19/27 (70.4%) pacientes. La diferencia media (0.0043) fue cercana a cero, indicando alta concordancia y ausencia de sesgo fijo.

Conclusiones

El realce del glioblastoma logrado con gadoteridol y gadobutrol a 0,1 mmol/kg es similar, e indica que estos agentes tienen eficacia de contraste similar y pueden usarse indistintamente, confirmando los resultados del estudio cruzado intraindividual, aleatorizado, doble ciego previo.

Palabras clave

- Medios de contraste
- Estudios cruzados
- Gadobutrol
- Gadoteridol
- Glioblastoma

Puntos clave

- La evaluación objetiva de la imagen mediante algoritmos de inteligencia artificial no reveló diferencias significativas entre gadoteridol y gadobutrol en términos de realce de contraste del glioblastoma.
- Las diferencias en la concentración y las diferencias mínimas en la relajación entre gadoteridol y gadobutrol no afectaron la mejora y visualización del glioblastoma.
- El software de inteligencia artificial utilizado ayudó a superar las posibles variaciones dependientes del lector en la medición e interpretación de imágenes subjetivas.

El índice de deformación ósea predice fracturas por fragilidad en mujeres osteoporóticas: un estudio basado en inteligencia artificial

Resumen

Introducción

Aplicamos un modelo IA para predecir fracturas osteoporóticas en mujeres posmenopáusicas, utilizando parámetros de absorciometría de rayos X de energía dual (DXA).

Métodos

Durante dos años se evaluaron retrospectivamente a 164 mujeres posmenopáusicas sin fracturas vertebrales (FV) al inicio (edad media $66,3 \pm 9,8$). Todas se realizaron una radiografía de columna, DXA lumbar y femoral para la evaluación de FV, densidad mineral ósea (DMO) y el índice de deformación ósea (BSI). Los seguimientos se realizaron tras $3,34 \pm 1,91$ años. En el seguimiento se las clasificó en fracturadas versus no fracturadas. Aplicamos un análisis de red neuronal artificial (ANN) con una herramienta predictiva (sistema TWIST) para seleccionar datos de una lista de 13 variables que incluyen BMD y BSI. Se construyó un mapa de conectividad semántica (MPS) para analizar las conexiones entre las variables dentro de los grupos. Para las comparaciones se utilizó una prueba T de muestras independientes; las variables se expresaron como media \pm desviación estándar.

Resultados

Para cada paciente evaluamos 6 exámenes. En el seguimiento un 39,6% desarrollaron FV. Las ANN alcanzaron una precisión predictiva del 79,56%, una sensibilidad del 80,93% y una especificidad del 78,18%. El MPS mostró que una BSI baja en el fémur está relacionada con la ausencia de FV.

Conclusión

Encontramos un alto rendimiento de ANN en la predicción de la aparición de FV. La BSI femoral aparece como un índice de DXA útil para identificar a los pacientes con menor riesgo de FV.

Palabras clave

- Modelos de redes neuronales
- Absorciometría dual de rayos X
- Análisis de elementos finitos
- Inteligencia artificial
- Osteoporosis

Puntos clave

- El índice de deformación ósea (BSI) es un nuevo parámetro basado en absorciometría de rayos X de energía dual de análisis de elementos finitos.
- El análisis de redes neuronales artificiales mostró un alto rendimiento en la predicción de fracturas vertebrales osteoporóticas.
- La BSI femoral parece útil para identificar a los pacientes con menor riesgo de fracturas lumbares.