



Publication lay summary

Walle M, Eggemann D, Atkins PR, Kendall JJ, Stock K, Müller R, Collins CJ. Motion grading of high-resolution quantitative computed tomography supported by deep convolutional neural networks. *Bone*. 2023 Jan;166:116607. doi: [10.1016/j.bone.2022.116607](https://doi.org/10.1016/j.bone.2022.116607).

English

When patients move during a specific type of bone scan called high-resolution peripheral quantitative CT (HR-pQCT), it reduces the quality of the images. This makes it harder to precisely measure bone density and structure. Normally, operators have to manually inspect the images and score any motion artifacts - a tedious process. Images with too much motion may be incorrectly accepted for analysis if missed on initial review. This leaves patients with potential inaccurate scan results. Novel artificial intelligence methods such as a convolutional neural network (CNN) can classify images and detect patterns. Therefore, this study aimed to develop a CNN that automatically scores motion from HR-pQCT scans. The CNN also indicates when manual review is still needed due to uncertainty. Our CNN scored motion in seconds with high accuracy comparable to operators. It had good precision in detecting true motion, good recall in detecting all motion present, and strong agreement with operator scores. This AI post-processing tool could significantly reduce operator time spent assessing HR-pQCT image quality. It can be quickly implemented to evaluate how motion impacts measured bone properties. Ultimately, it has potential to improve consistency and quality control for clinical HR-pQCT scanning.

Français

Lorsque les patients bougent pendant une scintigraphie osseuse spécifique appelée tomодensitométrie périphérique quantitative à haute résolution (HR-pQCT), la qualité des images s'en trouve réduite. Il est alors plus difficile de mesurer avec précision la densité et la structure des os. Normalement, les opérateurs doivent inspecter manuellement les images et noter les artefacts de mouvement, un processus fastidieux. Les images présentant trop de mouvement peuvent être incorrectement acceptées pour l'analyse si elles n'ont pas été détectées lors de l'examen initial. Les patients se retrouvent alors avec des résultats d'examen potentiellement inexacts. De nouvelles méthodes d'intelligence artificielle telles que les réseaux neuronaux convolutifs (CNN) permettent de classer les images et de détecter des modèles. Par conséquent, cette étude visait à développer un CNN qui évalue automatiquement le mouvement à partir de scans HR-pQCT. Le CNN indique également quand un examen manuel est encore nécessaire en raison de l'incertitude. Notre CNN a évalué le mouvement en quelques secondes avec une précision élevée comparable à celle des opérateurs. Il a une bonne précision dans la détection du mouvement réel, un bon rappel dans la détection de tous les mouvements présents et une forte concordance avec les scores des opérateurs. Cet outil de post-traitement de l'IA pourrait réduire considérablement le temps passé par l'opérateur à évaluer la qualité de l'image HR-pQCT. Il peut être rapidement mis en œuvre pour évaluer l'impact du mouvement sur les propriétés osseuses mesurées. Enfin, il pourrait améliorer la cohérence et le contrôle de la qualité des scanners HR-pQCT cliniques.



Deutsch

Wenn sich Patienten während einer bestimmten Art von Knochenscan, der hochauflösenden peripheren quantitativen CT (HR-pQCT), bewegen, verringert sich die Qualität der Bilder. Dadurch wird es schwieriger, die Knochendichte und -struktur präzise zu messen. Normalerweise müssen die Bediener die Bilder manuell prüfen und etwaige Bewegungsartefakte bewerten - ein langwieriger Prozess. Bilder mit zu viel Bewegung können fälschlicherweise zur Analyse angenommen werden, wenn sie bei der ersten Überprüfung übersehen werden. Dies führt dazu, dass die Patienten möglicherweise ungenaue Scannergebnisse erhalten. Neuartige Methoden der künstlichen Intelligenz, wie z. B. ein Faltungsneuronales Netzwerk (CNN), können Bilder klassifizieren und Muster erkennen. Ziel dieser Studie war es daher, ein CNN zu entwickeln, das automatisch die Bewegung von HR-pQCT-Scans bewertet. Das CNN zeigt auch an, wann eine manuelle Überprüfung aufgrund von Unsicherheiten noch erforderlich ist. Unser CNN bewertete Bewegungen innerhalb von Sekunden mit einer hohen Genauigkeit, die mit der von Operatoren vergleichbar ist. Es hatte eine gute Präzision bei der Erkennung echter Bewegungen, eine gute Wiedererkennung bei der Erkennung aller vorhandenen Bewegungen und eine hohe Übereinstimmung mit den Bewertungen der Bediener. Dieses KI-Nachbearbeitungstool könnte den Zeitaufwand des Bedieners für die Bewertung der HR-pQCT-Bildqualität erheblich reduzieren. Es kann schnell implementiert werden, um zu bewerten, wie sich Bewegungen auf die gemessenen Knocheneigenschaften auswirken. Letztendlich hat es das Potenzial, die Konsistenz und Qualitätskontrolle bei klinischen HR-pQCT-Scans zu verbessern.

Italiano

Quando i pazienti si muovono durante un tipo specifico di scansione ossea, chiamata TC quantitativa periferica ad alta risoluzione (HR-pQCT), la qualità delle immagini si riduce. Ciò rende più difficile misurare con precisione la densità e la struttura ossea. Normalmente, gli operatori devono ispezionare manualmente le immagini e segnare gli eventuali artefatti da movimento, un processo noioso. Le immagini con un movimento eccessivo possono essere accettate per l'analisi in modo errato se non vengono notate durante la prima revisione. In questo modo i pazienti si ritrovano con risultati di scansione potenzialmente imprecisi. I nuovi metodi di intelligenza artificiale, come la rete neurale convoluzionale (CNN), sono in grado di classificare le immagini e di individuare i modelli. Pertanto, questo studio mirava a sviluppare una CNN in grado di classificare automaticamente il movimento dalle scansioni HR-pQCT. La CNN indica anche quando è necessaria una revisione manuale a causa dell'incertezza. La nostra CNN ha valutato il movimento in pochi secondi con un'elevata accuratezza, paragonabile a quella degli operatori. Ha ottenuto una buona precisione nel rilevare il movimento vero, un buon richiamo nel rilevare tutti i movimenti presenti e una forte concordanza con i punteggi degli operatori. Questo strumento di post-elaborazione dell'intelligenza artificiale potrebbe ridurre significativamente il tempo dedicato dall'operatore alla valutazione della qualità dell'immagine HR-pQCT. Può essere implementato rapidamente per valutare l'impatto del movimento sulle proprietà ossee misurate. In definitiva, ha il potenziale per migliorare la coerenza e il controllo di qualità della scansione HR-pQCT clinica.

Español

Cuando los pacientes se mueven durante un tipo específico de gammagrafía ósea denominada TC cuantitativa periférica de alta resolución (HR-pQCT), se reduce la calidad de las imágenes. Esto dificulta la medición precisa de la densidad y la estructura óseas. Normalmente, los operadores tienen que inspeccionar manualmente las imágenes y puntuar los artefactos de movimiento, un proceso tedioso. Las imágenes con demasiado movimiento pueden aceptarse incorrectamente para el análisis si no se detectan en la revisión inicial. Esto deja a los pacientes con resultados potencialmente imprecisos. Los nuevos métodos de inteligencia artificial, como las redes neuronales convolucionales (CNN), pueden clasificar imágenes y detectar patrones. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo desarrollar una CNN que puntúe automáticamente el movimiento de las exploraciones HR-pQCT. La CNN también indica cuándo sigue siendo necesaria la revisión manual debido a la incertidumbre. Nuestra CNN puntuó el movimiento en segundos con una alta precisión comparable a la de los operadores. Tuvo una buena precisión en la detección del movimiento real, una buena recuperación



en la detección de todo el movimiento presente y una fuerte concordancia con las puntuaciones de los operadores. Esta herramienta de posprocesamiento de IA podría reducir significativamente el tiempo que el operador dedica a evaluar la calidad de la imagen HR-pQCT. Puede implementarse rápidamente para evaluar cómo afecta el movimiento a las propiedades óseas medidas. En última instancia, tiene potencial para mejorar la consistencia y el control de calidad de la exploración clínica HR-pQCT.

Polski

Kiedy pacjenci poruszają się podczas szczególnego rodzaju skanowania kości zwanego obwodową ilościową tomografią komputerową o wysokiej rozdzielczości (HR-pQCT), obniża to jakość obrazów. Utrudnia to precyzyjny pomiar gęstości i struktury kości. Zazwyczaj operatorzy muszą ręcznie sprawdzać obrazy i oceniać wszelkie artefakty ruchu - jest to żmudny proces. Obrazy ze zbyt dużym ruchem mogą zostać nieprawidłowo zaakceptowane do analizy, jeśli zostaną pominięte podczas wstępnego przeglądu. Pozostawia to pacjentów z potencjalnie niedokładnymi wynikami skanowania. Nowatorskie metody sztucznej inteligencji, takie jak konwolucyjna sieć neuronowa (CNN), mogą klasyfikować obrazy i wykrywać wzorce. Dlatego celem tego badania było opracowanie CNN, która automatycznie ocenia ruch ze skanów HR-pQCT. CNN wskazuje również, kiedy ręczny przegląd jest nadal potrzebny z powodu niepewności. Nasza CNN oceniła ruch w ciągu kilku sekund z wysoką dokładnością porównywalną z operatorami. Miała dobrą precyzję w wykrywaniu prawdziwego ruchu, dobrą skuteczność w wykrywaniu wszystkich obecnych ruchów i silną zgodność z wynikami operatorów. To narzędzie AI do przetwarzania końcowego może znacznie skrócić czas operatora poświęcony na ocenę jakości obrazu HR-pQCT. Można je szybko wdrożyć w celu oceny wpływu ruchu na mierzone właściwości kości. Ostatecznie może ono poprawić spójność i kontrolę jakości klinicznego skanowania HR-pQCT.

