



GE HealthCare

Ultrasound-Guided Attenuation Parameter (UGAP)

LOGIQ™ E10, LOGIQ E10s, LOGIQ Fortis™, LOGIQ Totus™
et LOGIQ P Series

Introduction

La prévalence de la maladie hépatique stéatosique associée à une dysfonction métabolique (MASLD) augmente dans le monde entier avec l'accroissement de l'obésité.¹ Parmi les nombreuses formes de MASLD, la stéatohépatite métabolique (MASH) a attiré l'attention, car elle peut évoluer vers une cirrhose hépatique et un carcinome hépatocellulaire en raison de l'apoptose des hépatocytes, de l'inflammation et de la fibrose.² Traditionnellement, la biopsie hépatique a été la norme pour le diagnostic et l'évaluation de la stéatose hépatique. Cependant, cette méthode présente certaines limites telles que des erreurs d'échantillonnage ou une variabilité entre pathologistes.³ De plus, la nature invasive de la procédure crée un risque de complications. Plus récemment, la fraction de graisse en densité de protons par IRM (PDFF) a été acceptée comme norme de référence non invasive, mais l'accès limité et le coût élevé empêchent une utilisation généralisée, en particulier pour les examens de suivi réguliers.

L'échogénicité du foie en mode B est largement utilisée pour la détection de la stéatose hépatique. Cependant, cette technique ne permet pas une évaluation quantitative, car la texture ou la luminosité du foie peut varier en fonction des paramètres d'imagerie utilisés ou de la technique de l'examineur. Par conséquent, une méthode de quantification échographique objective est souhaitée pour la classification de la stéatose chez les patients actuels et potentiellement atteints de MASH. Récemment, un nouvel outil non invasif utilisant l'atténuation de l'onde ultrasonore a été développé. Cependant, il peut être sensible aux multiples artéfacts de réflexion provenant des tissus sous-cutanés ainsi qu'aux structures perturbatrices telles que les vaisseaux ou le diaphragme, car la zone de mesure n'est pas guidée par l'imagerie.⁴

Ce document décrit le paramètre d'atténuation guidé par ultrasons (sous l'acronyme anglais UGAP), une méthode temps réel de mesure de l'atténuation de l'onde ultrasonore guidée par l'image. Les principes de la méthode ainsi que les résultats des évaluations clinique sont présentés.



Atténuation des ultrasons

Quand l'onde ultrasonore se propage dans un organe – le foie par exemple – elle s'affaiblit graduellement sous les effets de la diffusion, de la dispersion et de l'absorption. Ce phénomène appelé atténuation ultrasonore fait qu'une moindre quantité de signal revient au transducteur ultrasonore, rendant l'image plus sombre avec la profondeur. Si une image d'un foie sain a une luminosité uniforme sur la profondeur, c'est en raison de la fonction du gain à la réception de l'échographe (TGC en anglais), qui applique un gain différent pour chaque profondeur (*Figure 1*). Dans le cas d'un foie stéatosique, la présence de nombreuses gouttelettes lipidiques dans les hépatocytes augmente l'atténuation, causant parfois des signaux d'écho très faibles dans la zone plus profonde.

L'amplitude de l'onde ultrasonore u se propageant dans la direction x est exprimée comme $u = u_0 e^{-\alpha x}$, où u_0 est l'amplitude à $x=0$ et α est le taux d'atténuation. Comme l'atténuation ultrasonore augmente presque proportionnellement à la fréquence (allant de 1 à 10 MHz), le taux d'atténuation peut être calculé approximativement par $\alpha = \alpha_0 f$, où α_0 est le coefficient d'atténuation (dB/cm/MHz) et f est la fréquence en [MHz].⁵ Le taux d'atténuation et le coefficient d'atténuation sont utilisés principalement pour évaluer l'atténuation ultrasonore dans les tissus humains.

Foie Normal

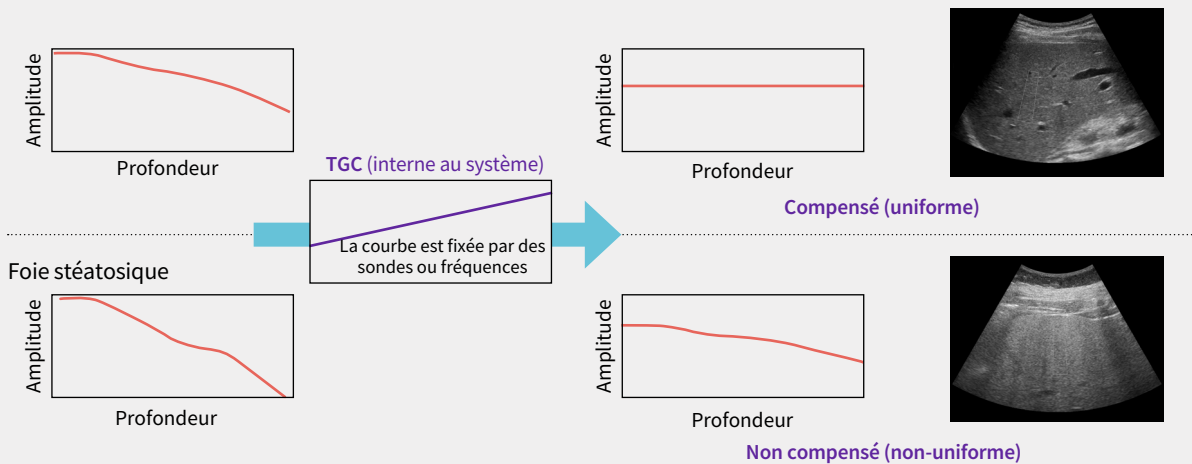


Figure 1. Compensation d'atténuation ultrasonore par TGC.

Méthode d'évaluation de l'atténuation ultrasonore par UGAP

Principe de mesure⁶

Comme le montre la *Figure 1*, mesurer la pente d'atténuation informerait sur l'atténuation hépatique. Cependant, le profil du véritable signal ultrasonore est plus complexe, puisqu'il est incurvé, comme le montre la *Figure 2* (A). Cette complexité est due à un faisceau ultrasonore focalisé et par ses conditions d'émission et de réception. Pour éliminer ou compenser cette complexité, plusieurs méthodes ont été rapportées.⁶ UGAP effectue la compensation selon une méthode avec fantôme de référence (sous l'acronyme anglais RPM)⁷ (*Figure 2*). Le profil de l'amplitude de l'écho pour un fantôme imitant les tissus est mesuré dans le sens de la profondeur est intégré dans l'échographe pour référence. Dans ce cas, une fréquence de 3,5 MHz est utilisée. Ce fantôme de référence inclut des particules de billes de verre pour atténuer les matériaux dont le coefficient d'atténuation est connu. Dans le mode UGAP, les conditions d'émission et de réception sont fixées aux mêmes valeurs qui ont été utilisées sur le fantôme de référence, et les profils d'écho acquis de la cible (le foie) sont compensés par les données de référence. En conséquence, les profils ultrasonores compensés ne représentent que la décroissance causée par l'atténuation. Si le profil ultrasonore compensé est plat, l'atténuation est la même que pour le fantôme de référence.

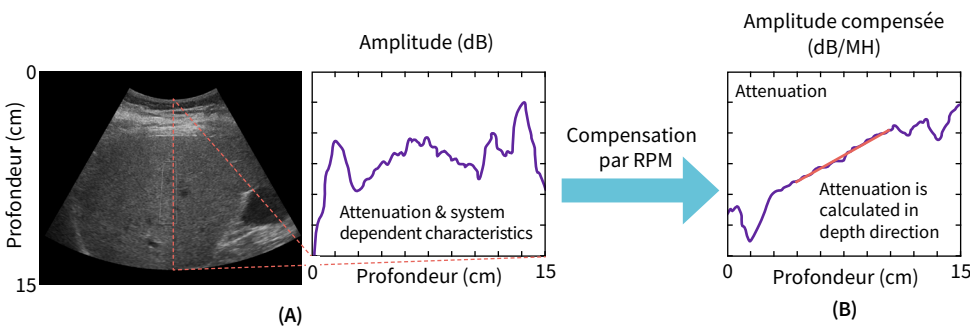


Figure 2. Compensation du signal ultrasonore pour permettre la mesure UGAP.

Algorithme de mesure

Bien que le profil ultrasonore dépendant du système soit compensé, il existe encore des problèmes pour effectuer une mesure réussie. Par exemple, des structures telles que les gros vaisseaux et le diaphragme peuvent déformer le profil de la pente. De plus, les réverbérations multiples dans la graisse sous-cutanée peuvent générer des artefacts dans le parenchyme hépatique. L'information nécessaire pour déterminer la pente peut également être diminuée si l'atténuation est très importante. Pour éviter ces problèmes, l'UGAP inclut un algorithme de mesure automatisé pour trouver et analyser la plage de mesure optimale. Le point de départ de la plage est déterminé en analysant la linéarité et la discontinuité du profil d'écho près de la surface du foie, évitant ainsi les artefacts de multi-réverbération. De plus, l'algorithme détecte et évite automatiquement les profondeurs où le rapport signal/bruit (SNR) est insuffisant. Cela permet à l'algorithme d'utiliser le point final le plus profond et utilisable. Le diaphragme est également automatiquement exclu. Enfin, l'angle de la pente est mesuré sur cette plage optimale pour fournir un coefficient d'atténuation représentatif. Comme cette mesure se fait sur les données brutes d'une image figée ou rappelée, elle ne dépend pas du gain ou d'autres réglages de post-traitement. Le but de ces automatisations est de rendre la mesure UGAP moins dépendante de la position de la ROI et plus robuste pour des tailles et conditions de foie différents.

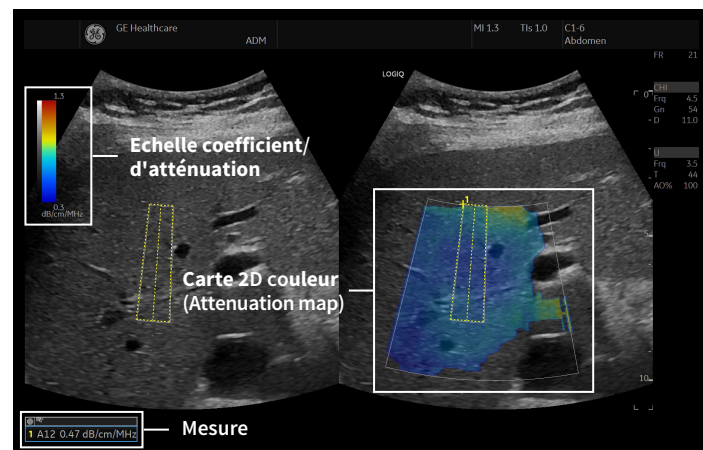


Figure 3. Exemple de double affichage Mode-B/couleur

Cartographie en couleur pour guider la mesure

En mode UGAP, 2 types de cartographies couleur sont disponibles, en plus du mode B, pour guider le repérage du bon plan de coupe et la sélection de la région d'intérêt (ROI) adéquate pour la mesure. (Figure 3).

- (a) Carte d'atténuation :** Affiche les valeurs d'atténuation locales pour chaque pixel avec un code couleur. Lorsque la zone de mesure (indiquée par un trapèze avec une ligne centrale dans la Figure 3) a une couleur uniforme, elle est adaptée à la mesure. La couleur deviendra inhomogène si la zone comprend une structure perturbatrice telle qu'un gros vaisseau.
- (b) Carte de qualité :** Affiche en couleur les pixels dont la qualité du signal est suffisamment élevée pour effectuer une mesure. Même si la texture en mode B peut sembler homogène, un manque de couleur peut être le résultat d'artefacts invisibles.

Pour faciliter l'acquisition et la mesure de l'UGAP, différents formats d'affichage sont sélectionnables : uniquement en mode B, en mode B avec superposition de la cartographie couleur, et un affichage double qui montre les deux images côte à côte. La Figure 3 montre un exemple de l'affichage double mode B/cartographie couleur. Des exemples de l'atténuation codée par couleur pour différents degrés de stéatose sont montrés dans la Figure 4.

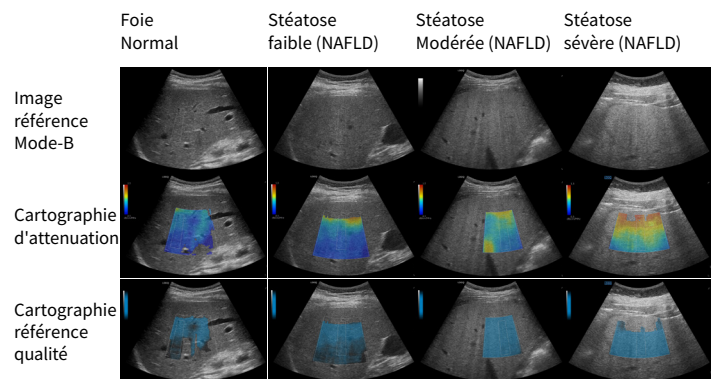


Figure 4. Exemples d'images et cartographies couleur d'atténuation à différents degrés de graisse hépatique. Images fournies par le Prof. Sporea, Université de Médecine et de Pharmacie Victor Babes de Timisoara.

Evaluation du grade de stéatose dans les maladies chroniques du foie par UGAP

Cette section résume les résultats de l'étude prospective multicentrique rapportée par Nayoro City General Hospital, Ogaki Municipal Hospital, Yokohama City University Hospital, Tokyo Medical University Hospital, Iwate Medical University, Musashino Red Cross Hospital and Gifu Kyoritsu University Hospital.^{9, 10}

Matériel et méthodes

Un total de 1 010 patients atteints de maladies chroniques du foie ayant subi une IRM-PDFF (fraction de graisse à densité protonique) et une UGAP ont été inclus. La PDFF a été mesurée à l'aide d'une méthode Dixon multi-écho (séquence IDEAL-IQ) avec une seule région d'intérêt (ROI) (20 × 20 × 20 mm) placée dans le segment hépatique VII ou VIII. (Un exemple est montré dans la Figure 5A). Le sexe, l'âge, l'étiologie, l'indice de masse corporelle (IMC), la distance peau-capsule hépatique et le grade de stéatose des patients sont indiqués dans la Table 1.

Variable	Valeur
Sujets (n)	1,010
Sexe (H/F)	544/468
Age (ans)	61.7 (52.0 – 72.0)
Etiologie (NAFLD/ALD/HBV/HCV/AIH/autres)	515/90/133/124/38/110
BMI (kg/m²)	26.2 (23.1 – 28.9)
Distance peau - capsule hépatique (mm)	19.0 (15.5 – 22.0)
Grade Stéatose (%)	
S0 (< 5.2%)	356 (35.2%)
S1 (5.3% < PDFF < 11.3%)	281 (27.8%)
S2 (11.4% < PDFF < 17.1%)	168 (16.6%)
S3 (PDFF > 17.2%)	205 (20.3%)

Table 1. Age, Sexe , étiologie, IMC, distance peau-capsule hépatique et grade de stéatose des patients.

Les mesures UGAP ont été effectuées à l'aide de logiciels équivalents aux LOGIQ E10, LOGIQ E10s et LOGIQ Fortis. Toutes les mesures ont été réalisées dans les trois mois avant ou après l'IRM-PDFF, à jeun pendant plus de quatre heures, sur des patients en position couchée, avec le bras droit en abduction maximale, par voie intercostale, dans le lobe hépatique droit. Une carte d'atténuation codée par couleur a été utilisée pendant la mesure pour confirmer une zone homogène du foie, exempte de gros vaisseaux. (Un exemple est montré dans la Figure 5B). Au moins six mesures ont été effectuées. Les mesures UGAP fiables étaient définies comme la valeur médiane de six mesures effectuées dans une zone homogène du parenchyme hépatique, avec un IQR/M < 0,30. Les valeurs UGAP sont exprimées en dB/cm/MHz.

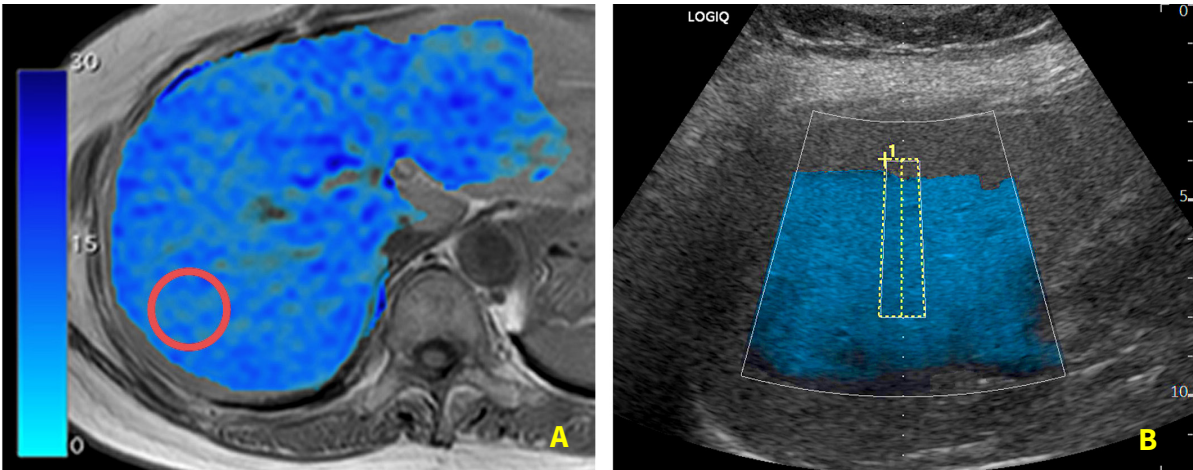


Figure 5. Région d'intérêt (ROI) et carte d'atténuation de (A) la fraction de graisse à densité protonique basée sur l'IRM (PDFF) et (B) les mesures du paramètre d'atténuation guidé par ultrasons (UGAP).

Résultats

Les mesures UGAP ont été réalisées avec succès pour 1010 cas. La moyenne du MRI-PDFF était de $10,8 \pm 8,05$ % (plage : 0,3 – 44,81 %), et la valeur moyenne de l'UGAP était de $0,69 \pm 0,12$ dB/cm/MHz (plage : 0,32 – 0,99 dB/cm/MHz). La relation entre l'UGAP et le PDFF est montrée dans la *Figure 6*. Une corrélation significativement forte a été confirmée entre l'UGAP et le PDFF, le coefficient de corrélation de Spearman étant de 0,785 ($p < 0,001$).

Les valeurs UGAP pour chaque grade de stéatose sont montrées dans la *Figure 7*. Les valeurs moyennes de l'UGAP pour les stéatoses S0, S1, S2 et S3 étaient respectivement de 0,59, 0,69, 0,77 et 0,83 dB/cm/MHz, l'UGAP augmentant avec le grade de stéatose.

Les courbes ROC (Receiver Operating Characteristics) de l'UGAP pour le diagnostic de stéatose S1 ou supérieur, S2 ou supérieur et S3 sont montrées dans la *Figure 8* : (A) : $\geq S1$, (B) : $\geq S2$, (C) : S3. L'aire sous la courbe ROC (AUROC), l'intervalle de confiance à 95 % (IC à 95 %) et la valeur seuil de l'UGAP sont montrés dans le *Tableau 2*. Les AUROC de l'UGAP pour la diagnostic de stéatose S1 ou supérieur, S2 ou supérieur et S3 étaient respectivement de 0,901 (IC à 95 % : 0,891 – 0,928), 0,912 (IC à 95 % : 0,894 – 0,929) et 0,894 (IC à 95 % : 0,873 – 0,916).

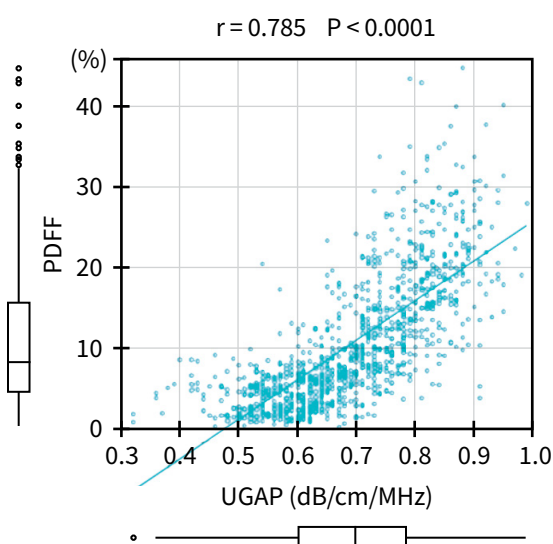


Figure 6. Correlation entre UGAP et PDFF.

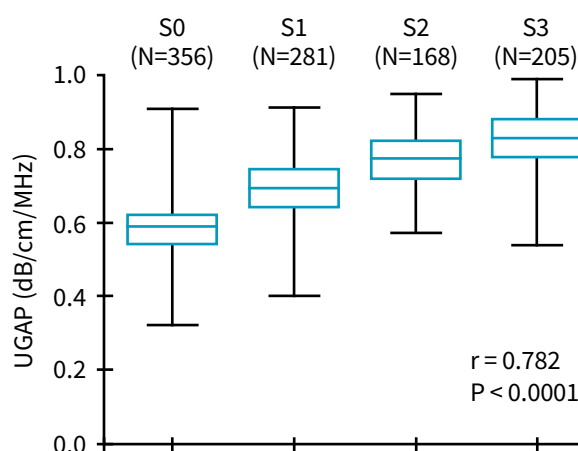


Figure 7. Valeurs de mesures UGAP en fonction du grade de stéatose.

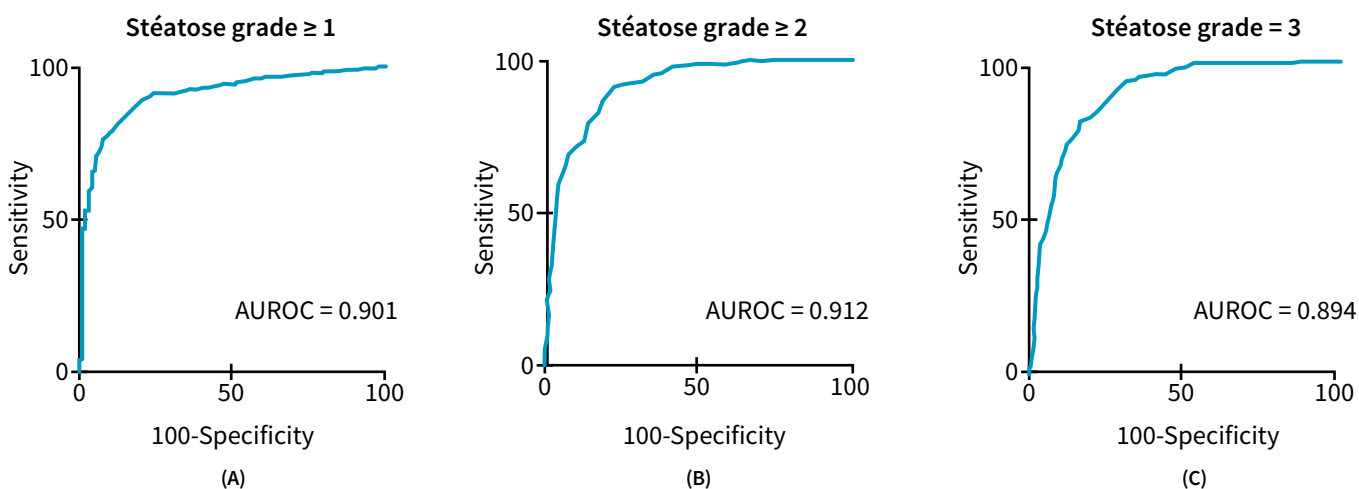


Figure 8. Courbes ROC de l'UGAP pour le diagnostic du grade de stéatose (A) $\geq S1$, (B) $\geq S2$ et (C) S3.

	UGAP		
	≥ S1	≥ S2	S3
AUROC (95% CI)	0.901 (0.891 – 0.928)	0.912 (0.894 – 0.929)	0.894 (0.873 – 0.916)
Coefficient d'atténuation Valeur seuil (dB/cm/MHz)	0.65	0.71	0.77
Taux d'atténuation Valeur seuil (dB/m)	228	249	270

Table 2. AUROCs, 95% CI pour les valeurs cutoff UGAP pour la prédiction des grades de stéatose ≥ S1, ≥ S2 and S3.

Discussion

Dans cette étude prospective basée sur plus de 1 000 examens – la plus grande à ce jour – les résultats ont montré la précision élevée de l'UGAP pour diagnostiquer et évaluer la stéatose en utilisant l'IRM-PDFF comme technique de référence. La biopsie hépatique est encore considérée comme la norme pour l'évaluation de la stéatose hépatique, mais elle est douloureuse et coûteuse. De plus, l'IRM-PDFF a l'avantage de prendre en compte la variabilité spatiale de la stéatose hépatique par rapport à la biopsie, qui peut entraîner des erreurs d'échantillonnage et des inexactitudes dans l'évaluation.¹⁰ Récemment, plusieurs rapports ont montré l'utilité de l'IRM-PDFF pour diagnostiquer la stéatose hépatique, y compris des rapports montrant la supériorité de l'IRM-PDFF par rapport au CAP basé sur le VCTE pour diagnostiquer le grade de stéatose hépatique chez les patients atteints de NAFLD ayant subi une biopsie hépatique.¹¹ Par conséquent, l'IRM-PDFF est un biomarqueur d'imagerie non invasif précis et fiable pour le diagnostic de la stéatose hépatique.

Les résultats de cette étude ont indiqué que l'UGAP présente une linéarité significative et un biais négligeable par rapport à la norme de référence des mesures IRM-PDFF sur l'ensemble de la gamme de sévérité de la stéatose observée. Par conséquent, on peut conclure que l'UGAP offre une excellente performance technique en tant que méthode de quantification de la stéatose pour une utilisation généralisée dans les essais cliniques et les soins aux patients.

LOGIQ Totus

Evaluation comparative des LOGIQ Totus et LOGIQ Fortis

Alina Popescu, Felix Bende, Ioan Sporea et. al. Department of Gastroenterology and Hepatology, “Victor Babeş” University of Medicine and Pharmacy Timișoara, Romania.

Contexte

Le LOGIQ Totus est équipé de la même technologie UGAP que le LOGIQ E10, LOGIQ E10s et LOGIQ Fortis. De plus, les mêmes sondes C1-6-D et C1-6VN-D sont optimisées pour l’UGAP. Les fonctionnalités et interface de l'UGAP, telles que les outils de mesure, les feuilles de calcul, les statistiques automatiques sur les pages de rapport ainsi que la cartographie couleur d'aide à la mesure sont identiques sur les systèmes LOGIQ E10, LOGIQ E10s, LOGIQ Fortis et LOGIQ Totus.

L'étude clinique a été réalisée afin de comparer les valeurs de mesure UGAP sur le LOGIQ Fortis par rapport au LOGIQ Totus et pour déterminer si les valeurs seuils du LOGIQ E10, LOGIQ E10s et LOGIQ Fortis peuvent être utilisés pour le LOGIQ Totus.

Matériel et méthodes

Sujets

141 patients ont été inclus. L'âge et l'IMC moyen des sujets étaient respectivement de 56 ans (tranche d'âge de 42 à 68 ans) et 28,7 (plage d'IMC 24,1–33,3). Les données démographiques et les étiologies sont résumées dans la *Table 3*.

Variable	Valeur
Sujets (n)	141
Sexe (H/F/Inconnu)	73/63/5
Age (y)	55.8 (42.7 – 68.9)
Etiologies (NAFLD/ALD/HBV/HCV/ASH/autres)	50/8/27/15/7/17
IMC (kg/m²)	28.7 (24.1 – 33.3)
Grade stéatose d'après les cut-off du LOGIQ Fortis (%)	
S0	61 (43.3%)
S1	27 (19.1%)
S2	19 (13.5%)
S3	34 (24.1%)

Table 3. Age, Sexe , étiologie, IMC et grade de stéatose des patients déterminés par les valeurs seuils du LOGIQ Fortis.

Collecte des données

Les données UGAP dans le foie ont été acquises à l'aide d'échographes GE HealthCare LOGIQ Totus (version logicielle R4.5.4 et sonde C1-6-D) et LOGIQ Fortis (version logicielle R4.0.1 et sonde C1-6-D).

Dix mesures ont été effectuées, et une valeur médiane a été calculée comme valeur finale de l'UGAP pour chaque patient.

Ces mesures ont été réalisées de façon similaire sur les systèmes LOGIQ Totus et LOGIQ Fortis pour les mêmes patients.

Analyse des données

Les mesures UGAP ont été effectuées en plaçant au moins dix régions de mesure sur les images stockées. Les régions de mesure ont été choisies par les opérateurs afin d'exclure les artefacts dans la cartographie d'aide à la mesure. Le coefficient d'atténuation moyen dans chaque région a été automatiquement enregistré par le système dans une feuille de travail. Ces régions de mesure étaient généralement placées sur des images d'acquisition UGAP différentes afin que des mesures indépendantes du coefficient d'atténuation soient obtenues pour chaque sujet.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel statistique MedCalc® version 22.016 (MedCalc Software Ltd, Ostende, Belgique; <https://www.medcalc.org> ; 2024).

Le coefficient de corrélation entre LOGIQ Totus et LOGIQ Fortis, ainsi que la distribution des données pour chaque appareil, ont été examinés. Par la suite, des tests de normalité ont été effectués pour les deux ensembles de données en utilisant les tests de Shapiro-Wilk et de Kolmogorov-Smirnov. Ceci a été suivi par l'application du test U de Mann-Whitney et test-t des échantillons indépendants.

Résultats

Le coefficient d'atténuation mesuré pour tous les patients par le LOGIQ Fortis et le LOGIQ Totus sont présentés dans la figure 9, regroupés par grade de stéatose tel que déterminé par les valeurs seuils de la *table 2*.

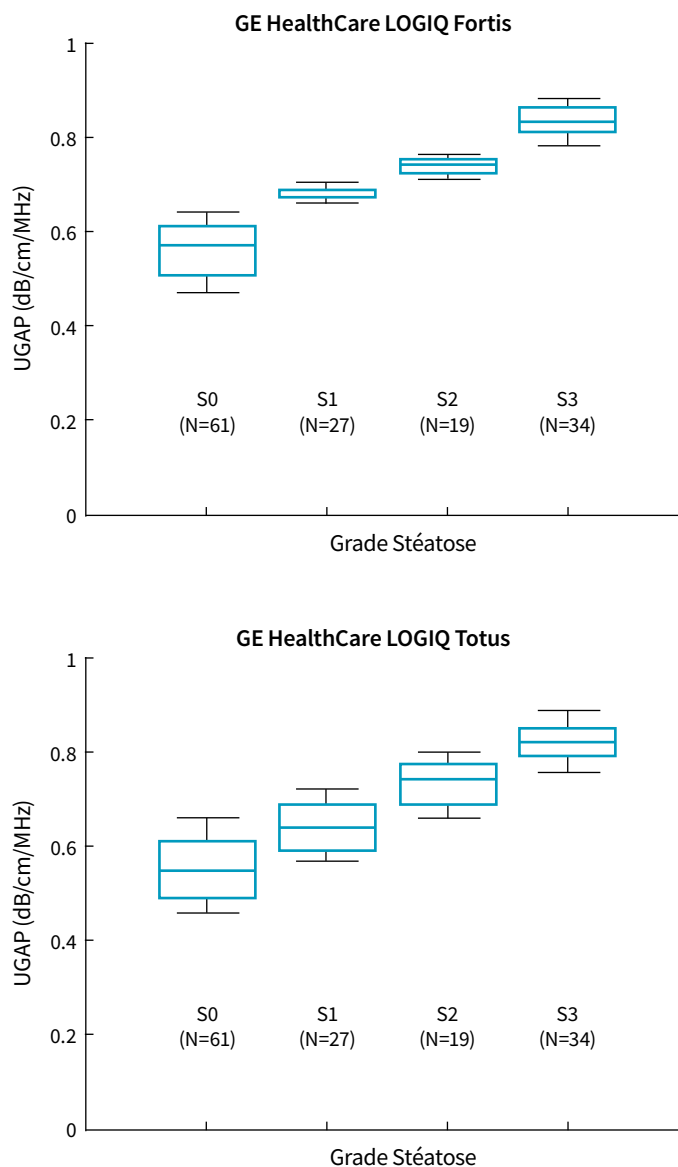


Figure 9. Médiane des mesures UGAP pour les 141 patients de l'étude, regroupés par grade de stéatose sur la base des mesures réalisées avec les échographes LOGIQ Totus et LOGIQ Fortis et des valeurs seuils de la *Table 2*. Les boîtes représentent l'intervalle interquartile, tandis que les moustaches représentent les 9e et 91e centiles. La ligne horizontale dans la boîte indique la valeur médiane du groupe.

Comme attendu, le coefficient d'atténuation mesuré grâce à l'UGAP du LOGIQ Totus a augmenté avec le niveau de stéatose. Une forte corrélation a été observée entre LOGIQ Fortis et LOGIQ Totus ($R^2 = 0,90$, $p < 0,001$). Il a été constaté que les deux ensembles de données ne suivaient pas une distribution normale selon Shapiro-Wilk (LOGIQ Fortis ; $W = 0,9796$, $P = 0,0330$, rejet de la normalité, LOGIQ Totus ; $W = 0,9738$, $P = 0,0083$, rejet de la normalité), et selon le test de Kolmogorov-Smirnov (LOGIQ Fortis ; $D = 0,0557$, $P > 0,10$, accepte la normalité, LOGIQ Totus ; $D = 0,0800$, $P = 0,274$, rejet de la normalité), seul le LOGIQ Fortis se conforme à une distribution normale, contrairement au LOGIQ Totus. Ensuite, le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer le LOGIQ Fortis et le LOGIQ Totus, donnant un résultat de $P = 0,2557$. En outre, un test-t sur un échantillon indépendant a également été réalisé, montrant que la différence entre les valeurs de mesure réalisées sur LOGIQ Fortis et LOGIQ Totus n'était pas significative ($P = 0,2796$).

Discussion

Bien qu'un nombre limité de patients et un mélange d'étiologies aient été évalués dans cette étude, le coefficient d'atténuation mesuré par l'UGAP avec le LOGIQ Totus augmente avec la stéatose comme prévu, montrant son utilité pour discriminer les différents grades de stéatose. De plus, en comparant la corrélation et la similarité entre les données obtenues avec le LOGIQ Fortis et le LOGIQ Totus, une similarité significative a été observée, suggérant que les mêmes seuils peuvent être appliqués pour LOGIQ E10, LOGIQ E10s, LOGIQ Fortis et LOGIQ Totus.

Ultrasound-Guided Attenuation Parameter conclusions

L'UGAP est une nouvelle méthode non invasive de mesure du paramètre d'atténuation quantitatif spécifique au patient qui donne des résultats similaires à ceux de la biopsie du foie pour la détection de la stéatose hépatique chez les patients atteints de maladies chroniques du foie. L'image en mode B offre un guide anatomique, tandis que les cartes d'atténuation et de qualité offrent un guide de la qualité de l'atténuation. Cette combinaison offre une assistance non négligeable à l'opérateur pour le placement correct de la zone d'intérêt de mesure de l'UGAP. Enfin, les algorithmes automatisés optimisent les résultats au sein de la zone d'intérêt de mesure spécifiée. À ce titre, l'UGAP est un outil simple et rapide qui, en combinaison avec l'élastographie par ondes de cisaillement 2D, peut potentiellement aider au diagnostic initial et aux soins de suivi des patients atteints d'une maladie chronique du foie.

Références

1. Loomba R, Sanyal AJ. The global NAFLD epidemic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 10, 686-690, 2013.
2. Angulo P. Nonalcoholic fatty liver disease. *N Engl J Med*, 346, 1221-1231, 2002.
3. Ratzliff V, Charlotte F, Heurtier A, Gombert S, Giral P, Bruckert E, Grimaldi A, Capron F, Poynard T, Group LS. Sampling variability of liver biopsy in nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology*, 128, 1898-1906. 2005.
4. Karlas T, Petroff D, Sasso M, Fan JG, Mi YQ, de Ledinghen V, Kumar M, Lupsor-Platon M, Han KH, Cardoso AC, Ferraioli G, Chan Wk, Wong VW, Myers RP, Chayama K, Friedrich-Rust M, Beaugrand M, Shen F, Hiriart JB, Sarin SK, Badea R, Jung KS, Marcelin P, Filice C, Mahadeva S, Wong GL, Crotty P, Masaki K, Bojunga J, Bedossa P, Keim V, Wiegand J. Individual patient data meta-analysis of controlled attenuation parameter (CAP) technology for assessing steatosis. *J Hepatol*, 66, 1022-1030, 2017.
5. *Ultrasound Handbook*, Maruze-Yushodo Co. (in Japanese) 1999.
6. Fujiwara Y, Kuroda H, Abe T, Ishida K, Oguri T, Noguchi S, Sugai T, Kamiyama N, Takikawa Y. The B-Mode image-guided ultrasound attenuation parameter accurately detects hepatic steatosis in chronic liver disease. *Ultrasound in Med Biol*, 44(11), 2223-2232, 2018.
7. Mamou J, Oelze ML. *Quantitative Ultrasound in Soft Tissue*. Springer, 2013.
8. Yao LX, Zagzebski JA, Madsen EL. Backscatter coefficient measurements using a reference phantom to extract depth dependent instrumentation factors. *Ultrason Imaging*, 12, 58-70, 1990.
9. Suzuki Y, Yasuda S, Toyota H, Imajo K, Nakajima A, Sugimoto K, Kuroda H, Yasui Y, Kurosaki M, Kumada T. Evaluation of Hepatic Steatosis in Chronic Liver Disease by UGAP: Comparison With MRI PDFF. *Jpn J Med Ultrasonics* 48, S275 (Suppl.), 2021.
10. Imajo K, Toyoda H, Yasuda S et al. Utility of Ultrasound-Guided Attenuation Parameter for Grading Steatosis With Reference to MRI-PDFF in a Large Cohort. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 20, 2533-2541, 2022.
11. Wong RJ, Aguilar M, Cheung R, et al. Nonalcoholic steatohepatitis is the second leading etiology of liver disease among adults awaiting liver transplantation in the United States. *Gastroenterology* 2015; 148:547-555.
12. Imajo K, Kessoku T, Honda Y, et al. Magnetic Resonance Imaging More Accurately Classifies Steatosis and Fibrosis in Patients With Nonalcoholic Fatty Liver Disease Than Transient Elastography. *Gastroenterology*. 2016 Mar;150(3):626-637.e7.

© 2025 GE HealthCare. LOGIQ, LOGIQ Fortis and LOGIQ Totus sont des marques de commerce de GE HealthCare. GE est une marque de commerce de General Electric Company utilisée sous licence de marque. Les produits LOGIQ E10 sont des systèmes professionnels de diagnostic par échographie transmettant des ondes ultrasonores dans les tissus corporels et formant des images à partir des informations contenues dans les échos reçus. Ce dispositif est destiné à être utilisé par un médecin qualifié dans le cadre de la réalisation d'évaluations échographiques pour l'acquisition d'images à des fins de diagnostic, notamment pour la réalisation de mesures sur l'image acquise. Classe : IIa. Fabricant : GE Medical Systems Ultrasound and Primary Care Diagnostics, LLC. Organisme notifié : TÜV Rheinland [CE0197]. Toujours consulter le Manuel de l'utilisateur complet avant toute utilisation et lire attentivement toutes les instructions pour assurer l'emploi correct de votre dispositif médical. Dernière révision : 30 juin 2020

Les produits LOGIQ Fortis sont des systèmes professionnels de diagnostic par échographie transmettant des ondes ultrasonores dans les tissus corporels et formant des images à partir des informations contenues dans les échos reçus. Ce dispositif est destiné à être utilisé par un médecin qualifié dans le cadre de la réalisation d'évaluations échographiques pour l'acquisition d'images à des fins de diagnostic, notamment pour la réalisation de mesures sur l'image acquise. Classe : IIa. Fabricant : GE Ultrasound Korea, Ltd. Organisme notifié : TÜV Rheinland [CE0197]. Toujours consulter le Manuel de l'utilisateur complet avant toute utilisation et lire attentivement toutes les instructions pour assurer l'emploi correct de votre dispositif médical. Dernière révision : 09 mars 2022

Les produits LOGIQ Totus sont des systèmes professionnels de diagnostic par échographie transmettant des ondes ultrasonores dans les tissus corporels et formant des images à partir des informations contenues dans les échos reçus. Ce dispositif est destiné à être utilisé par un médecin qualifié dans le cadre de la réalisation d'évaluations échographiques pour l'acquisition d'images à des fins de diagnostic, notamment pour la réalisation de mesures sur l'image acquise. Classe : IIa. Fabricant : GE Ultrasound Korea, Ltd. Organisme notifié : LNE/G-MED, France - NB. No.: 0459. Veuillez toujours consulter le Manuel de l'utilisateur complet avant toute utilisation et lire attentivement toutes les instructions pour assurer l'emploi correct de votre dispositif médical. Dernière révision : 16 janvier 2013

LOGIQ Totus. Utilisation prévue : Le LOGIQ Totus est un système de diagnostic par échographie à usage général. Ce dispositif est destiné à être utilisé par des professionnels de la santé qualifiés dans le cadre de la réalisation d'évaluations échographiques pour l'acquisition d'images, de mesure, de l'affichage et de l'analyse du corps humain et des fluides. Les applications cliniques de LOGIQ Totus incluent : Fœtal / Obstétrique ; Abdominal (y compris Rénal, Gynécologie/Pelvien) ; Pédiatrique ; Parties molles (Sein, Testicules, Thyroïde) ; Néonatal Céphalique ; Adulte Céphalique ; Cardiaque (Adulte et Pédiatrique) ; Vasculaire Périphérique ; Musculo-squelettique Conventionnel et Superficiel ; Urologie (y compris Prostate) ; Transrectal ; Transvaginal. Classe/Organisme Notifié : IIa / CE0197. Fabricant : GE Ultrasound Korea, Ltd. Toujours se référer au manuel de l'utilisateur complet avant utilisation et lire attentivement toutes les instructions pour assurer le bon usage de votre dispositif médical. Dernière révision : 22 avril 2024

La disponibilité commerciale des systèmes médicaux de GE HealthCare est soumise au respect des exigences locales de chaque pays ou zone géographique. Adressez-vous à un représentant de GE HealthCare pour plus d'informations. L'information contenue dans cette page internet est seulement destinée à des professionnels de la santé.

JB00597DZ