

L'importance des examens de tomodensitométrie « fonctionnelle » en charge

Auteur : John Marzo, M.D.

En orthopédie clinique, l'imagerie avancée comme la tomographie axiale calculée par ordinateur (tomodensitométrie), est devenue essentielle pour l'évaluation et la prise en charge des patients atteints de maladies musculo-squelettiques. Les résultats de tomodensitométrie 2D et 3D permettent une bien meilleure visualisation des détails des os chez les patients souffrant de problèmes comme une fracture glénoïdienne, une opération non concluante des instabilités de l'épaule ou une avulsion de la racine méniscale, comme illustré respectivement sur les figures 1, 2 et 3.



Figure 1



Figure 2



Figure 3

Comme illustré, ces images de haute qualité offrent une visualisation multiplans en deux et trois dimensions aux praticiens qui pensent et agissent en trois dimensions. Grâce à ces images, les médecins orthopédiques peuvent plus facilement informer leurs patients, renseigner et former les étudiants en médecine, les résidents et les boursiers post-universitaires. Une limitation importante de la technologie actuelle de la TDM est qu'elle repose sur l'acquisition d'images du sujet en décubitus dorsal, détendu. Certains ont essayé de simuler l'appui dans un tomodynamomètre en concevant un appareil personnalisé exerçant une charge longitudinale sur le patient pour l'imagerie du rachis ou des membres inférieurs. Ces méthodes constituent, au pire, une mauvaise représentation de l'anatomie fonctionnelle et, au mieux, une simulation grossière et imprécise des fonctions. Un nouveau tomodynamomètre à faisceau conique, le système OnSight 3D Extremity, est actuellement mis au point par Carestream Health (Rochester, NY) pour acquérir des images en charge des membres inférieurs. Le prototype a été conçu pour offrir un système d'imagerie 3D au plus proche du patient de haute qualité, portable et à faible dose aux cabinets d'orthopédie et de médecine du sport, aux hôpitaux, aux centres d'imagerie, aux établissements de soins d'urgence et aux autres prestataires de soins de santé.



Figure 4 :
Système CARESTREAM
OnSight 3D Extremity

Livre blanc | Imagerie à faisceau conique (CBCT) Extremity

John Marzo, M.D. et d'autres chercheurs de l'École de médecine et de sciences biomédicales Jacobs de l'Université de Buffalo effectuent actuellement des études en sciences fondamentales et des essais cliniques institutionnels approuvés par le CPP avec le modèle de prototype. Ces études sont réalisées au Centre médical du comté d'Érié, établissement de soins tertiaires orthopédiques régional de Buffalo. Sur la base de données préliminaires, ils sont convaincus qu'un grand nombre d'études d'imagerie devraient être menées avec des sujets dans des positions représentant de véritables fonctions humaines, comme l'appui sur les membres inférieurs.

Afin d'étudier les performances d'imagerie du tomodensitomètre à faisceau conique (CBCT), les performances d'imagerie 2D du système CARESTREAM OnSight 3D Extremity ont été comparées à celles du détecteur prédicat CARESTREAM DRX-1 utilisé avec le système CARESTREAM DRX-Evolution. Les performances d'imagerie volumique 3D du système OnSight ont été comparées à celles d'un tomodensitomètre à détecteurs multiples (TDMD) (« dispositif prédicat »), le tomodensitomètre Philips Brilliance 64. Le but de cette étude était de démontrer la qualité d'image de diagnostic équivalente entre le dispositif expérimental et le dispositif

prédicat, à l'aide d'une échelle d'évaluation de la qualité subjective RadLex. L'évaluation a été effectuée sur un nombre égal de genoux, de chevilles, de pieds, de coudes et de mains de trente-trois cadavres humains et de treize sujets humains vivants. Quatre radiologues indépendants certifiés ayant différents niveaux d'expérience en lecture générale ont procédé à une évaluation des images/examens capturés à l'aide du dispositif expérimental et du dispositif prédicat. En résumé, le système CBCT expérimental a produit des images 2D avec une qualité d'image de diagnostic équivalente à celle du système prédicat pour toute une série d'examens et la qualité des images 3D a été jugée équivalente ou supérieure à celle du dispositif prédicat pour toute une série d'examens sur des spécimens décédés et des sujets humains. Plus de 80 % des images 2D et environ 98 % des images 3D ont été jugées suffisantes pour le diagnostic ou exemplaires. Plus de 75 % des notes d'évaluation RadLex comptabilisées pour les images 2D ont été équivalentes ou en faveur du dispositif expérimental. Environ 85 % des notes d'évaluation RadLex comptabilisées pour les images 3D ont été équivalentes ou en faveur du dispositif expérimental. Des exemples d'examens représentatifs sont fournis ci-dessous.

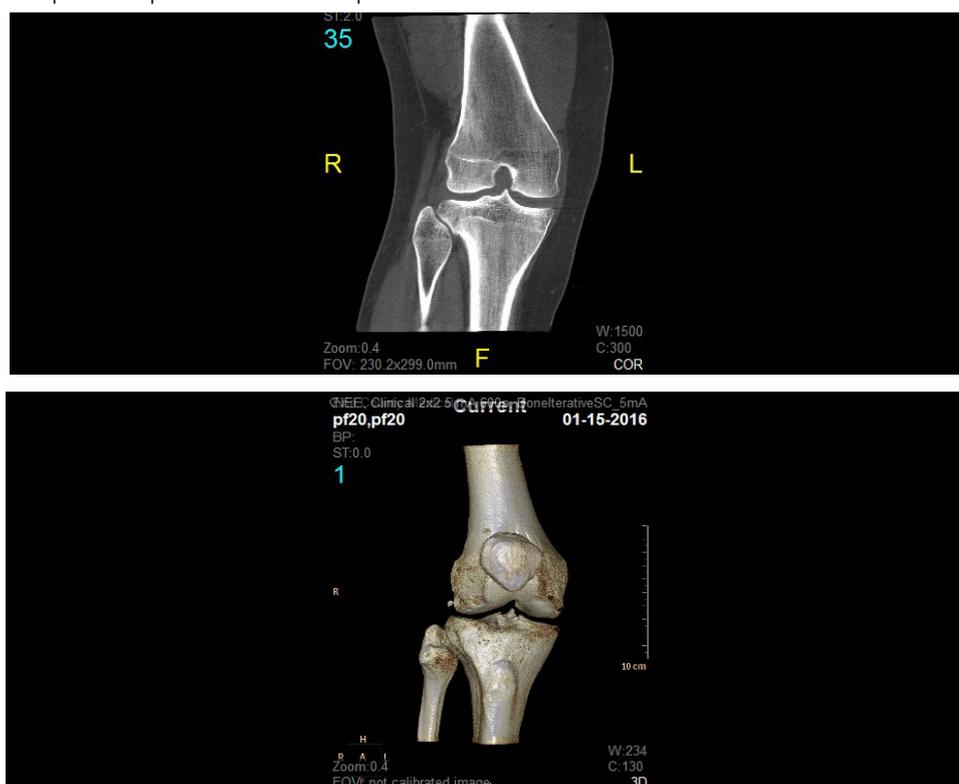


Figure 5 : résultats 2D et 3D générés par le système CBCT

Livre blanc | Imagerie à faisceau conique (CBCT) Extremity

Les mesures de tomodensitométrie classiques de l'alignement fémoro-patellaire comprennent l'angle de congruence, l'angle d'inclinaison rotulien et la distance de décalage entre la tubérosité tibiale et l'incisure trochléenne (décalage TT-IT). Il existe des limites normales clairement définies pour chacune de ces mesures, qui sont utilisées par les chirurgiens lorsqu'ils planifient des interventions correctives sur l'articulation fémoro-patellaire. Dans le cadre des techniques de tomodensitométrie classiques, le patient se trouve en décubitus dorsal sur la table d'examen avec le genou entièrement étendu. On sait que le degré de flexion du genou et l'activité des quadriceps influencent la course rotulienne sur la trochlée, mais ces facteurs sont ignorés lorsque les images sont prises tandis que le patient se trouve en décubitus dorsal. Le nouveau tomodensitomètre à faisceau conique expérimental a été conçu pour permettre l'acquisition d'images tandis que le patient se tient debout, en appui et dans diverses positions de flexion du genou. Une étude clinique a permis de comparer plusieurs mesures de l'alignement fémoro-patellaire fréquemment utilisées (angle d'inclinaison,

angle de congruence et décalage TT-IT) sur un tomodensitomètre classiques aux mêmes mesures sur le prototype de tomodensitomètre à faisceau conique Extremity. Sur la base de données antérieures, la première hypothèse était que les mesures d'alignement fémoro-patellaire obtenues à partir du prototype de tomodensitomètre à faisceau conique seraient inférieures à celles obtenues par le tomodensitomètre classique. Dans une série de cas potentiels, vingt patients souffrant d'une instabilité connue de la rotule ont été examinés à l'aide d'un tomodensitomètre classique et du prototype de tomodensitomètre à faisceau conique. Deux examinateurs indépendants ont mesuré des évaluations objectives de l'alignement fémoro-patellaire (angle d'inclinaison, angle de congruence, décalage TT-IT) sur des images provenant du tomodensitomètre classique et du prototype de tomodensitomètre. Pour les deux examinateurs, l'angle d'inclinaison, l'angle de congruence et le décalage TT-IT étaient statistiquement réduits de manière significative sur le tomodensitomètre à faisceau conique par rapport au tomodensitomètre classique.

Tableau 1 : mesures de la rotule effectuées par les examinateurs pour le tomodensitomètre classique et le tomodensitomètre à faisceau conique

	Examineur 1			Examineur 2			Moyenne des deux examinateurs		
Angle d'inclinaison	28,0 ± 7,3	18,1 ± 12,3	< 0,0001	28,2 ± 7,3	18,2 ± 11,3	< 0,0001	28,1 ± 7,1	18,2 ± 11,6	< 0,0001
Congruence	22,8 ± 17,3	0,15 ± 31,1	0,001	30,7 ± 20,1	5,8 ± 30,8	< 0,0001	26,7 ± 18,1	3,0 ± 30,1	0,0002
Décalage TT-IT	21,4 ± 4,2	12,8 ± 6,3	< 0,0001	18,9 ± 4,3	11,8 ± 7,6	0,001	20,1 ± 4,2	12,3 ± 6,3	< 0,0001

REMARQUES :

- Toutes les valeurs correspondent à la moyenne ± l'écart type.
- TC : tomographie calculée
- TT-IT : tubérosité tibiale-incisure trochléenne

Livre blanc | Imagerie à faisceau conique (CBCT) Extremity

Nous concluons de cette étude que, pour les cas d'instabilité de la rotule, il peut être souhaitable d'obtenir des images tandis que le patient se tient en appui sur un genou fléchi avec ses muscles quadriceps en action. L'amélioration des mesures objectives de l'alignement rotulien devrait conduire à une prise en charge clinique et chirurgicale améliorée des patients souffrant de cette pathologie.

Une seconde étude clinique est actuellement menée pour tirer parti de la capacité de l'unité à obtenir des images en charge. Elle comparera les mesures de stabilité de la cheville sur le tomodensitomètre à faisceau conique expérimental en charge aux mêmes mesures de radiographie en position forcée de gravité chez les patients souffrant de fractures de la cheville en supination-rotation externe. La première hypothèse est que la valeur moyenne de l'espace libre médial diffèrera entre le tomodensitomètre à faisceau conique expérimental en charge et la radiographie en position forcée de gravité. Les fractures de la cheville en supination-rotation externe (SER) ou Weber de type B sont considérées comme le type de fracture de la cheville le plus fréquent. Une fracture SER est considérée comme instable lorsqu'elle est associée à une rupture du ligament deltoïde. On pensait autrefois que les constatations cliniques de sensibilité médiale, de gonflement et d'ecchymose permettaient de déterminer correctement la stabilité des fractures SER de la cheville, mais il a été prouvé depuis qu'elles ne permettaient pas de prédire avec fiabilité une rupture du ligament deltoïde. La rupture du ligament deltoïde permet le déplacement latéral du talon et peut être identifiée par l'élargissement de l'espace libre médial sur les radiographies standard, ainsi que sur les radiographies en position forcée. De nombreuses études ont montré que les radiographies en position forcée de gravité étaient nécessaires. Celles-ci sont actuellement

considérées comme la méthode de référence pour le diagnostic des fractures SER. Aucune des nombreuses méthodes qui ont été utilisées pour diagnostiquer l'instabilité et étudier l'intégrité du ligament deltoïde (examen clinique, radiographies en charge, radiographies en position forcée, imagerie par résonance magnétique [IRM], arthroscopie, échographie) ne s'est avérée rentable, rapide, fiable et facile à utiliser. On sait que les radiographies en position forcée de gravité, effectuées sans méthode uniforme, manquent de sensibilité et sont fortement dépendantes de l'utilisateur. Par conséquent, des recherches supplémentaires doivent être menées afin de déterminer la méthode la plus précise et la plus efficace pour le diagnostic des fractures SER. On estime que l'appui sur le membre inférieur est plus représentatif de l'usage normal de l'articulation de la cheville et on sait que la tomodensitométrie fournit d'excellents détails des os en vue de l'interprétation des images. La capacité des tomodensitomètres à faisceau conique en charge à mesurer l'espace libre médial peut offrir une nouvelle possibilité d'évaluation de l'instabilité des fractures SER de la cheville.

Ces études et d'autres pourraient valider l'importance du système OnSight 3D Extremity. Parmi les avantages potentiels figurent une meilleure qualité d'image avec une dose de rayonnement plus faible que la tomographie calculée par ordinateur classique. L'unité est proposée pour une utilisation dans les cabinets d'orthopédie, mais peut avoir des applications dans les salles d'opération ou sur les sites de compétition athlétique. Elle est moins onéreuse qu'un tomodensitomètre classique à l'hôpital ou en centre de radiologie et peut être utilisée avec les systèmes électriques existants (220 V). Le plus important reste cependant la possibilité d'acquérir des images en charge et dans un plus grand nombre de positions fonctionnelles pertinentes.

Ce produit est un dispositif médical. Veuillez lire attentivement la notice d'utilisation.

Le Dr John Marzo est médecin au sein d'UBMD Orthopaedics & Sports Medicine, professeur agrégé d'orthopédie clinique à l'École de médecine et de sciences biomédicales Jacobs de l'Université de Buffalo et ancien directeur médical des Bills de Buffalo.