

CHOIX DE METHODES ALGORITHMIQUES POUR AMELIORER LA QUALITE DE L'IMAGE ACQUISE EN IMAGERIE NUCLEAIRE

Claude COMTAT

CEA/SHFJ
91401 ORSAY, France
claude.comtat@cea.fr

Les trois éléments principaux d'un examen d'imagerie en médecine nucléaire sont le radiopharmaceutique injecté au patient, le détecteur de photons gamma et le traitement numérique appliqué aux données mesurées. Leur choix va avoir une influence décisive sur la qualité diagnostique de l'image. Ils font l'objet de recherches et de développements actifs de la part de chimistes, de physiciens et de mathématiciens.

La désintégration radioactive et la détection des photons gamma sont des processus de Poisson ; la qualité de l'image est donc directement liée au nombre de photons détectés. On peut être ainsi amené à administrer au patient une activité élevée au vu des bonnes pratiques afin de compenser le recours à un radiopharmaceutique peu spécifique, à un détecteur peu sensible ou à un algorithme mathématique inadapté aux caractéristiques des données mesurées. *A contrario*, le développement d'un détecteur plus sensible, d'un radiopharmaceutique plus spécifique ou d'un algorithme incorporant un modèle réaliste des propriétés des données mesurées vont permettre *in fine* l'administration d'une activité moindre au patient. Nous avons choisi d'illustrer ce propos par deux développements récents en tomographie par émission de positons (TEP). Le premier en instrumentation porte sur l'imagerie hybride combinant la TEP et la résonance magnétique (IRM) et le second en algorithmique concerne les méthodes statistiques avancées de reconstruction des images. Nous verrons également comment l'information d'IRM peut être incorporée dans la reconstruction des images TEP afin d'en améliorer leur qualité.

La majorité des systèmes TEP cliniques actuels sont couplés à la tomодensitométrie par rayons X (TDM) afin de permettre une localisation anatomique précise des foyers pathologiques détectés sur les images TEP. L'image TDM est également mise à profit pour corriger les données TEP de l'atténuation des photons gamma dans l'organisme. La présence d'une source de rayons X contribue néanmoins à l'exposition du patient, même si une haute qualité diagnostique de l'image TDM n'est pas requise pour les systèmes hybrides TEP-TDM et que le recours à des algorithmes bayésiens de reconstruction des images TDM permet de réduire significativement le flux de rayons X. Le couplage de la TEP avec la TDM n'est pas toujours l'association la plus pertinente. Les images de TDM souffrent d'un mauvais contraste dans les tissus mous, ce qui est pénalisant pour certaines localisations comme le petit bassin ou l'encéphale. Pour ces localisations, l'IRM anatomique est supérieure à la TDM. En outre, l'IRM ne se limite pas à l'anatomie et présente beaucoup plus de potentiels pour l'imagerie fonctionnelle et moléculaire que la TDM. En conséquence, une nouvelle génération de multimodalité d'imagerie est en train d'émerger : l'intégration d'un tomographe par émission de positons dans un imageur par résonance magnétique. Cette intégration instrumentale permet l'acquisition simultanée des données TEP et de résonance magnétique sur une même localisation anatomique. En outre, on s'affranchit de l'exposition due aux rayons X. Deux autres bénéfices des TEP-IRM par rapport à l'exposition des patients sont la sensibilité élevée du détecteur TEP en raison de l'angle solide de détection

plus important que celui des systèmes TEP-TDM conventionnels et l'utilisation d'une toute nouvelle génération de photodétecteurs compatibles IRM, présentant des performances supérieures à celles des photodétecteurs classiques, non compatibles IRM, utilisés jusqu'à présent sur les systèmes TEP-TDM.

Les données acquises en TEP sont caractérisées par un niveau de bruit stochastique important. L'utilisation d'algorithmes statistiques de reconstruction des images incorporant un modèle réaliste du bruit a permis d'améliorer significativement la qualité des images par rapport aux algorithmes analytiques, en particulier pour l'imagerie corps-entier. Les développements algorithmiques se poursuivent, entre autres au niveau de l'incorporation lors de la reconstruction d'information *a priori* sur l'image grâce à des algorithmes statistiques de type bayésien. Ce type d'algorithme permet une réduction de l'exposition des patients aux rayons X lors d'un examen TDM et il peut également être pertinent en tomographie d'émission. Toutefois, l'incorporation d'information *a priori* pour contraindre la reconstruction des images TEP n'est pas sans danger. L'émergence de l'imagerie hybride TEP-IRM donne l'opportunité, grâce à l'IRM, d'accéder à une information complémentaire pertinente et de qualité acquise simultanément aux données TEP. Il faut toutefois noter qu'en raison des contraintes fortes d'installation et du coût significativement supérieur d'un TEP-IRM par rapport à un TEP-TDM, il est peu vraisemblable à ce jour que les TEP-IRM vont remplacer les TEP-TDM à moyenne échéance. Ils resteront complémentaires et sans doute moins nombreux que les TEP-TDM.