

IMPACT DE LA CORRECTION DE L'ATTENUATION SUR L'INTERPRETATION DE LA SCINTIGRAPHIE CEREBRALE DANS LES DEMENCES

IMPACT OF ATTENUATION CORRECTION IN BRAIN SCINTIGRAPHY IN PATIENTS WITH DEMENTIA

F. HAMZA^{1,3,*}; H. REGAIEG^{1,3}; M. MAALOUL^{1,3}; N. BOUZIDI^{2,3}; E. TURKI^{2,3}; C. MHIRI^{2,3}; I. JARDAK^{1,3} ET F. GUERMAZI^{1,3}

1 : Service de médecine nucléaire, hôpital Habib Bourguiba, Sfax, Tunisie

2 : Service de neurologie, hôpital Habib Bourguiba, Sfax, Tunisie

3 : Faculté de médecine, université de Sfax, Tunisie

*E-mail de l'auteur correspondant : hamzamaaloul.fatma@gmail.com

Résumé

La tomoscintigraphie cérébrale de perfusion au ^{99m}Tc-HMPAO est une technique d'imagerie utile dans la prise en charge des syndromes démentiels. L'application d'une correction de l'atténuation est recommandée pour son interprétation précise et fiable. Plusieurs auteurs ont rapporté des discordances entre la correction uniforme de l'atténuation par la méthode de Chang et la correction non-uniforme utilisant le scanner. Notre objectif était d'étudier l'impact de ces deux méthodes de correction de l'atténuation sur l'interprétation visuelle et le degré de concordance avec le tableau clinique. Nous avons étudié 13 scintigraphies reconstruites selon les deux méthodes de correction de l'atténuation. Comparée à la méthode de Chang, une meilleure concordance avec le tableau clinique et les biomarqueurs biologiques était retrouvée sur les coupes corrigées par le scanner ce qui suggère que cette méthode est fiable pour corriger l'atténuation et devrait être appliquée quand c'est possible.

Mots - clés : Démence ; Imagerie isotopique ; Réparation d'atténuation ; Perfusion cérébrale.

Abstract

Brain perfusion tomography is an imaging technique currently used in cognitive impairments. Applying attenuation correction has been recommended for an accurate clinical interpretation. Several authors reported discordances between the uniform Chang based attenuation correction and the non-uniform CT based attenuation correction. Our objective is to study the impacts of these two attenuation correction methods on the visual interpretation and their concordance with clinical presentation. Thirteen brain perfusion tomographies were reconstructed using the two attenuation correction methods. Compared to Chang's method, a better concordance with the clinical presentation and biological biomarkers was found on the non-uniform CT based attenuation correction, suggesting that this method is reliable for correcting attenuation and should be applied when possible.

Key – words: Dementia; Isotope imaging; Attenuation repair; Cerebral perfusion

ملخص

يعتبر التصوير المقطعي بالنظائر "قاما" من وسائل التشخيص الفعالة في حالات الخرف خاصة في مراحل المبكرة. ومن أجل تشخيص دقيق وجب تصليح التوهين مسبقاً. وقد لاحظ الباحثون بعض الفروقات حسب طريقة التصحيح: (الطريقة الموحدة /chang / الطريقة غير الموحدة المستندة على التصوير المقطعي X). يتناول هذا البحث دراسة مدى توافق كلا من البيانات السريرية والبيولوجية مع التصوير المقطعي بالأشعة الذووية بطريقتي تصحيح التوهين لـ 13 مريضاً. وقد تبين من خلال هذه الدراسة أنّ الطريقة غير الموحدة تبدو أكثر توافقاً مع باقي المعطيات و هو ما يستحسن الأخذ بعين الاعتبار به في المستقبل عند إجراء مثل هذا الكشف المقطعي.

الكلمات المفاتيح : خرف; تصليح التوهين ; التصوير بالنظائر ; ضخ الدماغ

INTRODUCTION

La tomoscintigraphie par émission monophotonique cérébrale (TEMPc) de perfusion utilisant les traceurs marqués au technétium-99m est largement utilisée comme aide au diagnostic étiologique des syndromes démentiels, notamment à leurs stades précoces. La demande sur cet examen diagnostique fonctionnel ne cesse d'augmenter avec la hausse du nombre des patients atteints de déficience cognitive [1]. L'interprétation de la TEMPc doit être réalisée en tenant compte du tableau clinique et biologique du patient. La réussite de l'interprétation de TEMPc de perfusion nécessite une étude visuelle précise de la répartition de la perfusion sanguine au niveau du cerveau qui est proportionnelle au métabolisme cérébral [2]. L'atténuation des photons est le facteur physique le plus important qui affecte l'estimation ultérieure de la perfusion cérébrale régionale [2,3]. C'est pourquoi une correction adéquate et précise de l'atténuation devrait être toujours appliquée [4]. La méthode de Chang sert à corriger l'atténuation des photons d'une manière uniforme en appliquant un seul coefficient d'atténuation. Cette méthode est la plus facile et la plus fréquemment utilisée mais en contrepartie elle ne prend pas en compte l'hétérogénéité cytologique et histologique du cerveau et la différence de l'épaisseur osseuse entre les régions du crâne [5]. L'autre méthode majeure de correction de l'atténuation est une correction non-uniforme utilisant principalement le scanner, les appareils actuels permettent une acquisition quasiment simultanée de la SPECT cérébrale et du scanner (SPECT/CT). Plusieurs études ont montré une discordance entre les résultats de ces deux méthodes de correction de l'atténuation. L'objectif de cette étude était d'étudier l'impact de la discordance entre la méthode de correction d'atténuation de Chang et celle par le scanner sur l'analyse visuelle et leurs concordances avec le tableau clinique des patients et aussi avec les marqueurs biologiques du liquide céphalorachidien (LCR).

MATERIELS ET METHODES

Patients : Notre étude a intéressé 13 patients présentant tous un syndrome démentiel allant de la déficience cognitive légère à la démence légère. Ces patients ont bénéficié tous d'une tomoscintigraphie cérébrale de perfusion. Tous les patients ont reçu une activité de 740 MBq de 3-(2-hydroxy-5-méthylphényl)-5-(p-méthoxyphényl) isoxazoline (HMPAO) marquée au ^{99m}Tc après 15

minutes de repos au pénombre et en faible niveau de bruit ambiant.

Toutes les acquisitions des images ont été réalisées à l'aide d'un système hybride (TEMP/TDM) double-têtes Siemens Symbia T6 muni d'un collimateur basse énergie haute résolution.

Tous les patients ont bénéficié de l'acquisition d'une tomoscintigraphie en mode « Step-and-shoot » de 64 projections avec 30 secondes par projection et une matrice de 128x128 pixels, la tomoscintigraphie était suivie par l'acquisition d'une tomodensitométrie centrée sur le crâne qui a servi pour la correction de l'atténuation.

Les données étaient reconstruites en utilisant une méthode itérative.

Deux méthodes de correction de l'atténuation (CA) étaient utilisées pour chaque patient : Une CA utilisant la méthode de Chang (avec un coefficient d'atténuation de 0,07 et un filtre gaussien et une CA utilisant le scanner.

Une interprétation basée sur l'analyse de la perfusion cérébrale régionale des images issues des deux méthodes de CA était faite par deux médecins nucléaristes séparément.

Tous les patients de notre série ont bénéficié du dosage des biomarqueurs biologiques dans le LCR (La protéine bêta-amyloïde, la protéine Ptau et la protéine Ttau).

La différence de perfusion entre les images issues de la CA par la méthode de Chang et entre celles issues de la CA par le scanner était étudiée et comparée aussi bien au tableau clinique qu'aux biomarqueurs biologiques dans le LCR de chaque patient.

RESULTATS

Les patients de notre étude avaient un âge moyen de 70 ans avec des extrêmes allant de 55 ans jusqu'à 82 ans. Leur score MMSE moyen était de 13,5 avec des extrêmes allant de 7 à 21.

Les diagnostics suspectés cliniquement chez nos patients étaient la Maladie d'Alzheimer (MA) chez 10 patients avec un doute entre MA et démence à corps de Lewy (DCL) chez deux patients, et entre MA et démence fronto-temporale chez une patiente (DFT). Les autres diagnostics suspectés cliniquement étaient la démence sémantique (DS) chez un patient, l'aphasie progressive primaire non fluente (APPnf) chez une patiente et la paralysie supranucléaire progressive (PSP) chez une patiente. L'étude comparative entre les images issues de la CA par la méthode Chang et celles issues de la CA par le scanner a montré un aspect superposable de

la perfusion cérébrale régionale chez 3 parmi les 13 patients. Chez les 10 autres cas, nous n'avons pas trouvé de différence dans la perfusion des régions cérébrales postérieures (notamment les cortex occipital et pariétal) entre les deux méthodes de CA, alors que nous avons trouvé une perfusion diminuée des structures antérieures (notamment les cortex préfrontal et temporal) sur les images issues de la CA par le scanner comparativement à celles issues de la CA par la méthode de Chang.

Chez 7 cas parmi ces 10 patients, le changement dans la conclusion de l'interprétation des images était une aggravation du degré de la sévérité des lésions sans modification du diagnostic final retenu. En effet les images issues de la CA par la méthode Chang et celles issues de la CA par le scanner ont

montré une topographie semblable des hypoperfusions mais avec un degré d'atteinte plus sévère avec la CA par le scanner, cette dernière a montré une meilleure concordance avec les symptômes cliniques et les résultats des biomarqueurs biologiques chez ces 7 patients qu'avec les images de la CA par la méthode de Chang (figure 1).

Dans les 3 derniers cas parmi ces 10 patients, l'analyse comparative entre les images issues des deux méthodes de CA a montré une différence dans la topographie des lésions notées. En effet, les coupes issues de la CA par le scanner ont montré une bonne concordance avec le tableau clinique initial et les résultats des biomarqueurs biologiques chez un patient parmi ces 3 (figure 2).

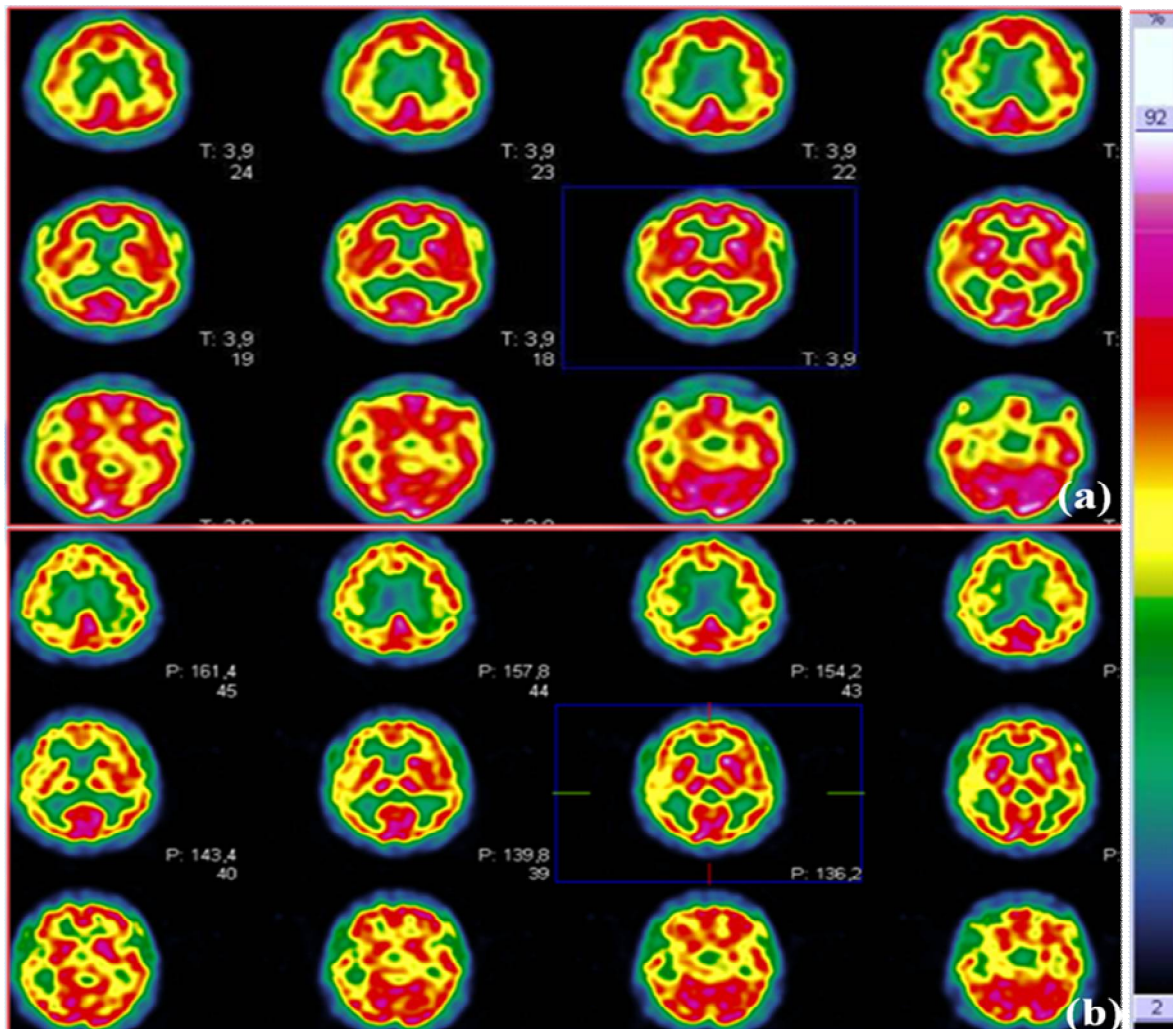


Figure 1 : tomoscintigraphie cérébrale de perfusion avec correction de l'atténuation par méthode non uniforme (a) et par la méthode de Chang (b) chez un patient suspect de MA

(a) : hypoperfusion minimale limitée temporo-pariétale droite pouvant cadrer avec une MA

(b) : hypoperfusion franche du cortex associatif postérieur, plus prononcée à droite compatible avec une MA

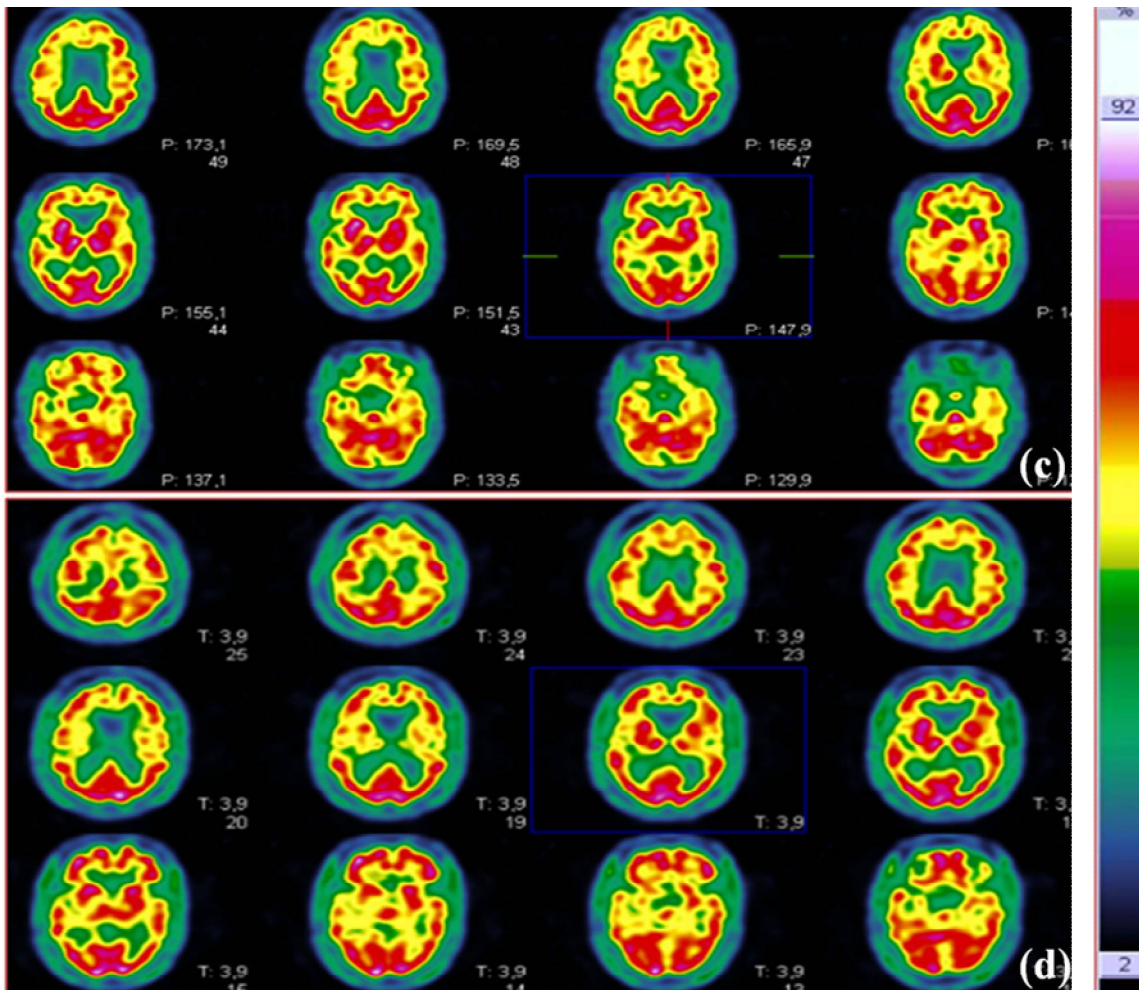


Figure 2 : tomoscintigraphie cérébrale de perfusion avec correction de l'atténuation par méthode non uniforme (c) et par la méthode de Chang (d) chez un patient suspect de DFT

- (c) : gradient de perfusion antéro-postérieur évoquant une DFT
- (d) : absence d'arguments scintigraphiques francs évoquant une DFT

DISCUSSION

Il est bien connu que les tissus mous engendrent une atténuation des photons gamma aussi bien lors de l'imagerie planaire que lors de l'imagerie tomoscintigraphique [1]. Cette atténuation est liée à la structure histologique et à l'épaisseur du tissu traversé par les photons [2]. Pour compenser cette atténuation en matière de scintigraphie cérébrale de perfusion, la méthode utilisée en routine est la méthode de Chang. Cette dernière est une méthode relativement rapide et accessible [3]. Elle corrige d'une façon uniforme et homogène l'atténuation des photons provenant du cerveau quel que soit la région ou le lobe à l'origine des photons. En effet cette méthode applique une seule valeur du coefficient d'atténuation [1], alors que le parenchyme cérébral, le crâne et les cavités nasales supposent que l'atténuation devrait être plutôt

hétérogène et variable. La correction de l'atténuation par la méthode de Chang a souvent montré une perfusion sous-estimée des régions cérébrales postérieures et surestimée dans les régions antérieures [4]. Il est rapporté que l'épaisseur de l'os du crâne est variable d'un individu à un autre [5] et est responsable de la perte de 18% à 37% en matière de photons gamma détectés [6]. En effet, Stodilka et al. ont rapporté que l'impact des erreurs résultant d'une correction uniforme de l'atténuation peut être plus important que l'hypoperfusion régionale présente chez les patients souffrant de démence [6]. Nos résultats montrent l'impact de cette surestimation de la perfusion des régions antérieures sur l'analyse et l'interprétation visuelle des images scintigraphiques.

L'utilisation du scanner cérébral pour la correction de l'atténuation en matière de SPECT cérébrale est recommandée par certains auteurs dont certains rapportent la supériorité de cette méthode par rapport à celle de Chang [1,4]. En effet, Stodilka et al. ont indiqué que la CA par le scanner doit être réalisée pour estimer correctement la perfusion cérébrale régionale [6]. Il faudrait néanmoins, effectuer l'acquisition du scanner sur une gamma caméra hybride (SPECT/CT) plutôt que de l'effectuer séparément de la SPECT cérébrale pour minimiser le décalage dans la fusion des deux modalités ce qui serait en cause d'une correction erronée de l'atténuation [4]. Il est à noter que le risque de survenue d'un décalage même avec un appareil hybride SPECT/CT n'est pas nul. Warwick et al. ont rapporté que les reconstructions impliquant une CA par le scanner peuvent être sensibles même à un décalage minime [7], c'est pourquoi il faut impérativement s'assurer de la bonne qualité de recalage entre scanner et les coupes de la SPECT cérébrale.

Farid et al. ont montré que les discordances entre la CA par la méthode Chang et la CA par le scanner ont un impact sur l'interprétation et l'analyse visuelles de la SPECT cérébrale de perfusion et que la CA par le scanner a une meilleure concordance avec les signes cliniques des patients ce qui suggère que cette méthode est fiable [8]. Cette même dernière étude a montré que les discordances entre les CA par la méthode Chang et par le scanner intéressaient les régions antérieures du cerveau (lobes frontaux et temporaux) et l'interprétation de l'examen a passé de « normal » à « pathologique » avec la CA par le scanner ; alors qu'aucune discordance n'a été notée entre ces deux méthodes dans les régions cérébrale postérieures [8]. Dans notre étude, nous avons trouvé des résultats semblables, avec une surestimation des régions cérébrales antérieures avec la méthode de Chang chez 10 patients parmi les 13. L'interprétation de l'examen a passé à un degré plus sévère du caractère pathologique sur les coupes corrigées par le scanner chez 7 patients et a changé le diagnostic chez 3 patients. Ainsi, la principale différence entre les deux méthodes était plutôt une différence de la sévérité de l'atteinte. Farid et al. ont rapporté aussi que l'impact de la correction par le scanner sur les régions antérieures du cerveau devrait être toujours pris en considération lors de l'interprétation de l'examen scintigraphique du cerveau [5]. Notre étude a comporté, en plus de l'étude des résultats de la scintigraphie cérébrale de perfusion en fonction du

tableau clinique, une étude en fonction des biomarqueurs du LCR. En effet, le dosage des biomarqueurs du LCR est un moyen important d'aide au diagnostic de la maladie d'Alzheimer et d'autres formes de démences [9]. Le dosage des agrégats de bêta-amyloïde (β A) et des protéines Tau totales (tTau) et Tau phosphorylées (pTau) constituent un outil fiable, sensible et spécifique dans le diagnostic de la maladie d'Alzheimer essentiellement et est aussi utile pour le diagnostic d'autres formes de démences ; en effet, Gooblar et al. ont rapporté que le dosage des biomarqueurs du LCR influence la décision diagnostique et thérapeutique des praticiens en cas de démences [12] d'où nous avons utilisé le dosage des β A, des tTau et des pTau comme un argument en plus de la clinique pour comparer les coupes tomoscintigraphiques cérébrales corrigées par le scanner et celles corrigées par la méthode de Chang. En effet, dans notre étude, les coupes corrigées par le scanner avaient une meilleure concordance avec la clinique et les biomarqueurs du LCR ce qui est un argument de plus que la correction de l'atténuation par le scanner dans la scintigraphie cérébrale de perfusion pourrait être plus fiable que la correction uniforme par la méthode de Chang.

CONCLUSION

En la comparant avec celle de la méthode de Chang, la perfusion cérébrale est visuellement réduite dans les cortex frontaux et temporaux sur les coupes avec une correction de l'atténuation par le scanner. Ces résultats devraient être pris en considération lors de l'interprétation d'une tomoscintigraphie cérébrale de perfusion au ^{99m}Tc -HMPAO quand une correction de l'atténuation par le scanner est effectuée.

Une meilleure concordance avec le tableau clinique et les biomarqueurs biologiques était retrouvée sur les coupes corrigées par le scanner ce qui suggère que cette méthode est fiable pour corriger l'atténuation et devrait être appliquée quand c'est possible.

RÉFÉRENCES

- [1] K. Ishii, K. Hanaoka, M. Okada, S. Kumano, Y. Komeya, N. Tsuchiya, M. Hosono, and T. Murakami, "Impact of CT attenuation correction by SPECT/CT in brain perfusion images.," *Ann. Nucl. Med.*, vol. 26, no. 3, pp. 241–7, Apr. 2012.
- [2] Ö. L. Kapucu, F. Nobili, A. Varrone, J. Booij, T. Vander Borgh, and K. Nägren, "EANM procedure guideline for brain perfusion SPECT," 2009.

IMPACT DE LA CORRECTION DE L'ATTENUATION SUR L'INTERPRETATION DE LA SCINTIGRAPHIE

- [3] M. S. Rosenthal, J. Cullom, W. Hawkins, S. C. Moore, B. M. Tsui, and M. Yester, "Quantitative SPECT imaging: a review and recommendations by the Focus Committee of the Society of Nuclear Medicine Computer and Instrumentation Council.," *J. Nucl. Med.*, vol. 36, no. 8, pp. 1489–513, Aug. 1995.
- [4] K. Van Laere, M. Koole, J. Versijpt, and R. Dierckx, "Non-uniform versus uniform attenuation correction in brain perfusion SPET of healthy volunteers," *Eur. J. Nucl. Med.*, vol. 28, no. 1, pp. 90–98, Nov. 2000.
- [5] F. Karim, H. Marie-odile, A. Martineau, and N. Caillat-vigneron, "CT Nonuniform Attenuation and TEW Scatter Corrections in Brain," *Clin. Nucl. Med.*, vol. 36, no. 8, pp. 665–668, 2011.
- [6] R. Licho, S. J. Glick, W. Xia, T. S. Pan, B. C. Penney, and M. a King, "Attenuation compensation in 99mTc SPECT brain imaging: a comparison of the use of attenuation maps derived from transmission versus emission data in normal scans.," *J. Nucl. Med.*, vol. 40, no. 3, pp. 456–63, Mar. 1999.
- [7] F. J. Beekman, C. Kamphuis, M. A. King, P. P. Van Rijk, and M. A. Viergever, "Improvement of image resolution and quantitative accuracy in clinical Single Photon Emission Computed Tomography," vol. 25, 2001.
- [8] L. Chang, "A Method for Attenuation Correction in Radionuclide Computed Tomography," *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, vol. 25, no. 1, pp. 638–643, 1978.
- [9] R. Z. Stodilka, B. J. Kemp, F. S. Prato, and R. L. Nicholson, "Importance of bone attenuation in brain SPECT quantification.," *J. Nucl. Med.*, vol. 39, no. 1, pp. 190–7, Jan. 1998.
- [10] K. Farid, S. Petras, X. Poullias, and N. Caillat-Vigneron, "Clinical impact of nonuniform CT-based attenuation correction in brain perfusion SPECT/CT using (99m)Tc-ECD.," *Clin. Nucl. Med.*, vol. 39, no. 6, pp. e343–5, Jun. 2014.
- [11] R. Z. Stodilka, B. J. Kemp, F. S. Prato, R. L. Nicholson, R. Z. Stodilka, B. J. Kemp, F. S. Prato, and R. L. Nicholson, "Importance of Bone Attenuation in Brain SPECT Quantification," pp. 190–197, 1998.
- [12] J. M. Warwick, S. Rubow, M. Toit, E. Beetge, P. Carey, and P. Dupont, "The Role of CT-Based Attenuation Correction and Collimator Blurring Correction in Striatal Spect Quantification," vol. 2011, 2011.