ä Êcî °ì Ïí¬ê Ûì q¿fë ß °ï jäæ ê ø÷±ë ®ó fäæ ch Ê¿§

ãcñ Êâ âª ÿ ú ÷ ñmì Ëð ä]ì ó ÷ ã ‡ ï

å]ê ûì æ ºp Êp ó¬ôbÃ |â Êp ãÊ ŒFF

ë ®ó fÛ ±ö ßÊ kp`=UUJOONPJbJMQNJMMN

î ïg Êì ÿ ßÊ UT ä¼U â Ñì â Êä ËU ä¼T â ÊN â ħ

ãæ Êq ßß ôð Êp õ÷ç÷ ë¬ã Ãë¸ü âq º ö Ïî ø Ê¸æ²= î Äq Ñì Ã

b«~§ªW=µ£¬¦]¡¦¬~K¡¦¬~K£¢³K²µ

âß_â â ó ìë¬

==== ã ¢¿ è þ ºp Ы Êä Ë ä ¿½ û ħ ´ ø ã ¡â Äq ó ´ ä ß ª î ã ÿ é ºp Êq ÿ ¢¿ µð ã ÿ ï ä ½ ú ã Ø ä ð Ëç á ê â ¦ ç ä ± fí è ø ¢¿ µð ê ë é ëq íí ¤ ¥ä ü é ä Ïå õ ß æ č ï ù é ºp Êq Ãß è þ Êq â ø ÄV ë ë õ ç ÿ Êä è â å Ëç î ã ê ç å Ñ õ ¢ç ó Ë ë ß ã è ø ë ®ó £÷ µç ü Êä q Ï â ë ä Ã ü ç ÷ ã å ôÊ Ø ê ø ó ì Ø ü Ï Ä å Ëç ã ê å ı é ºp k fí è å ð ô Ìp Êq æ ß `

ã Ëfä ã Û é ºp Êq ó ù ð ô Ìp Êq å æ ê ß ñ Ê â ª â ÿ ü ÷ Ëpmb`qF ç jì Ë ã ]ì Ëojo F ê ã æ ë è ò ð ú ´ ÷ ø ð Ë ã _ú ë Ã ü ï Ã Ø ä ô Ìp Êq ßpmb`q=ç ‡jo ä ã ë ã ñ ä ø ç å Þ ð å ë â ßpmb`q=í Ë ø ð Ê j ç ù é ñ Ê ë ã ý í Ç ô ¯ â q ê ¯ ö Ïî ß ä ð o=ú ÷ ë ¦ ä è ð ù é ºp k ò ó â ã ð Ã ð ç Ê æ ë õ é Ë å ì Ã ß ï ¯ pmb`q=ç ‡jo=ú ÷ ã â ó ÷ ñ õ Êq ß ã § ë ï - æ ü é ñ Ê ð Ã ò Ç ã ý í Ç ê ö Ïî ß á ä ÷ ¢ ÿ ¼ ć â è ô Ã Ê é ä ã ë ø `

== î ¢ â è ¸ ë ã ß ß ã è ë ®ó fä æ ë ê ~F â Êp Ã q ð jo ú ÷ ñ ñ Ê â ª ÿ ü ÷ ã å ç Ø ò æ ð ù é ºp Êq | ó â ½ ú ñ Ê è ð ô Ã â ª æ ß F ï ó ð ç Ê ¿ of ú ÷ ñ ã ý í Ç ê ¿ mb`q=ú ÷ ã ì õ Êq ã Ë ê ‡ ã â d ø Ë ÷ ñ ü é ºp k ó â å ò ó ð ß ä ä ± õ q ió ¹ â Êå Ç ¢ k Ã Ë ¼ å ÿ k ÷ ã è â ø ó Ï ß ã ê å g è æ ĸ ã ÿ k ¢ ² ç Ë ä æ å ¶ Ã w ß Ç ¡ F = ï k ì õ é ã å jof ù ¤ pmb`q=ú ÷ ã]¤ ³ ± § - ¬ ß ò æ Ë ÿ å å é ê ø î ò â æ ß æ ê â c ë ä æ ë ¸ ã ý í ß ã ë ® ø Ë õ ä Ê å â å Þ ã Ë W

NK jof ú ÷ ã â å ½ ú î ¢ ã þ ß ã ¢ þ v Ą æ Ê ë Ë ð ē Ã â å ÷ ã ¸ Ã w ß ó ½ ú â þ Ë Ê â æ Ê k m`F=â Þ ê l ë ¢ ð Þ â ê ø ¤ å Ê K=ã ë ® ø ó ð u N=â Ê 0 â å Þ tã Ð ÷ Ï ÷ ã ê â Þ v Ą } ÷ ø â å ¤ ç Ê ã ê ç ı â þ Ë â § ä ß a

OK pmb`q ú ÷ ð ½ ú î ¢ ã Ë ê ¬ª ~¬¢«~°© â å j å ß ä ä ñ Ê ß å Ê ¢ k ã ã â ê â ª tt ß å Ê u pmb`q â â å ½ ú â Ð tt ã ¢ ð Ê ß å ë æ Ê q ą ē õ Êq `

PK jof â Êpmb`q ö ½ ú â å ø ó Ï ¢ ì õ Êq ä ñ ÷ ñ Ê þ å Ê Ê ê § ¬ ² £ ° ¬ ~ ª = ª ~ ¬ ¢ « ~ ° © å ì õ ą å Ê ß ä ^ ù ã æ £ ¶ ² £ ° ¬ ~ ª = ª ~ ¬ ¢ « ~ ° © ß å þ ã þ ä ø õ Êq æ ã ð ë Ê â ë ¢ þ Ê ê § ¬ ² £ ° ¬ ~ ª = ª ~ ¬ ¢ « ~ ° © = ù ¶ ² £ ° ¬ ~ ª ª ~ ¬ ¢ « ~ ° © å ì õ ą å ô ß `

QK ò æ ďof â Êpmb`q ú ÷ ñ ³ ± § - ¬ ó ð ß ä Ą ê ç ć í Ë ď ³ ± § - ¬ é ê å ÷ ã Ê ä ì ¢ æ ð ð ç Ô m ã ý í ç ô Ï ß `

ã ÿ ç Ê ¢ é ºp Êp ñ Ê â ª â ÿ ü ÷ Ëpmb`qF ß ì ë č ä ì õ ÷ ¬ Ejof F ß ì õ Ëp £¥ § ± ² ° ~ ² § - ¬ F ß ä þ Č Ep £¥ « £ ¬ ² ~ ² § - ¬ F

Abstract

Due to the air pollution and the decrease of quality of living environment, the occurrence ratio of nasopharyngeal carcinoma (NPC) is increased yearly in Taiwan. However, the incidence of NPC in Caucasians is much lower than other incidences, resulting that researches of diagnosis and therapy of NPC are seriously neglected. For our people's life and health concern, we propose to develop an NPC assistant-diagnosis system, based on medical image processing techniques.

Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) and Magnetic Resonance Image (MRI) are two modalities used by doctors in detecting recurred NPC tumors. It is believed that SPECT is valuable for the evaluation of nasopharyngeal function because it can provide quantitative measure of nasopharyngeal function for the whole nasopharyngeal region or in a certain part. In comparison with SPECT, MRI shows higher quality in displaying soft tissues and tumors. Image registration from the two modalities, SPECT and MR images, acquires both structural and functional information, and therefore is very useful for clinical diagnoses.

Based on the above reasons, this proposal is (a) to provide doctors with assistance tools to detect the regions of NPC tumors; (b) to have the capability of matching images from two modalities. Registration of SPECT and MR plays an important role in this work. During the registration process, the 3D information obtained from continuous 2D slices are used to correct the error by getting different slice planes orientation between these two modalities; and (c) to form a

resulting images by the fusion of SPECT and MR images. In order to achieve the above functions, the research procedures include the followings:

1. Segmenting the regions of tumors of NPC recurrence. Since the contrast of different tissues in NPC and skull base regions not well distinguished in MR image, the segmentation of the regions of tumors of NPC recurrence is always a major research topic. This proposal is going to combine the T1 and T2 weighted images of MR and the symmetry of skull to process the segmentation procedure.
2. Searching the regions of tumors of NPC recurrence from the SPECT images and important landmark areas from both SPECT and MR images. Semi-automatic segmentation is used for detecting the tumor region and salivary gland areas for post-processing (mainly for registration).
3. Registering the three-dimensional MR and SPECT tumor regions. Initially, the internal landmark is used for registration, and the external landmark is used for post-registration. The different registration results by using internal and external landmark are compared.
4. Providing the fusion image from SPECT and MR images for doctors to retrieve both the structural and functional information.

Keywords: Nasopharyngeal Carcinoma (NPC), Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT), Magnetic Resonance (MR), registration, segmentation

â ß_ û ã d m ã Ê ø

ã ç' è Þ Þ Ы ã Ê ì â Ê ă ¢ ½ û ff ý ã â Ą ó ´ ă ß ^ ù é Þ ą ÿ ç µ ð ã ÿ ä ½ ú ã x â ß ã ą é Ø ß ã ç' ı ú Ę ß æ ç ä ± £ Í è ý ç µ ð ê ë Ç æ ą ï ¤ ¥ ą g é a ï Ą ã õ ß ^ æ ć ù é Þ ą Ą Ā è Þ ą ß â ą ± Ă v ë ě õ ɳ ç ý ð ß Ó ä Ê ß â ą ç ß Ę ã ê ä ß õ ê Ê ç ñ ë ä ê ę ã ä ú ã ß ê â ф ü õ - â ff ë ó ß Ê ß ã è ą ± ë Ó £ ä æ µ ç µ ü Ê ß Ę ã ê ä Ā g ą ÷ ñ _ð ¸â ß Ê ß Ó - ì Ş ï Ă ě é ° Þ ¼ £ Í ¤ ô Ā | â Ê Þ ą ß ß ä ê ä ß æ Ş à ę ã ã ë Ó £ ó ę ë é µ m b ` q L j o ì õ ą ê æ ą â » ó - ß ^ â Ð ½ û c í ɳ ç Ê Þ o â Ð ¯ â Ą ff ¹ ä ß ã æ Ë Ş ä p m b ` q L j o ì õ ą ³ ä Þ ß ^ ã g ' o ç Ð æ ã ß ½ û c î ć ß Ó ¥ ã d m p m b ` q ú ÷ ã ß ð è d Þ ³ ± § - ¬ ß ã œ ß r Ā g í ã Ê Ó é g ³ Ā Ê â ć ü ŏ | ó - Ó ½ û ß ` .

ã ê g ± ë Ó £ è ã æ - ã É ê Ò è á d p m b ` q = ç ÷ j o x P J T z = â ± ã ß ß œ Ð Š ^ ã œ ß r Ā g ä ô Ā Þ ą Ê Þ Ķ ù é Þ ą ò Ó - ì ß ^ í ¤ ă É ã ß ç Ê Þ Ó Ó ½ û c î ć Ê ć ç ß ã Ê G ¤ ă É õ ñ ß ã y í Ğ Ô ÷ ü ó ð ç Ô ÷ ã ß â ¶ Ę ì ä ê ã ½ Ó ½ û c î ć ã ß ¤ Ê ã ß ç Ô ¯ â Ą â ê ß Ê Þ ¤ ê ^ æ ą ß ß ã ê Ê Ó ã ê ß ß Ó £ ß ã Ê Ó ß ã

â ß_ ó ð d ù m î ú ě

ß] ß]

ã ê g ± ë Ó £ ê ú õ ¥ ä æ Ô ¥ IEEE ò ğ ẁ û ã Ę Ó ^ æ Ç â ê Ú ¥ [1] ê ú ó - è ß Ó ã ê Ú ¥ [2] Þ ± ½ ð Ă ã ê ç ß ¯ ö é Ķ Ă Ę ß ^ - õ ä ą ú ÷ ñ _ð ¸õ Ă ã ß ê Ę Ú ã ğ Ę ã ¤ ã ê ã ß l ö Ē ¸ æ Ę g ± ä è ß `

ð Ă Ú ¥ ú ã ğ æ - è ä è ¤ ã æ ê ^

[1] MR â ß ú ¶ Ā £ æ Ę `

[2] â d ø Ć MR ì õ ą ß ã ê ß æ ğ ß Ę Ğ `

[3] MR ù é Þ Ą ß ã ŏ ÷ m ã Ą ß æ ğ ß Ę Ğ `

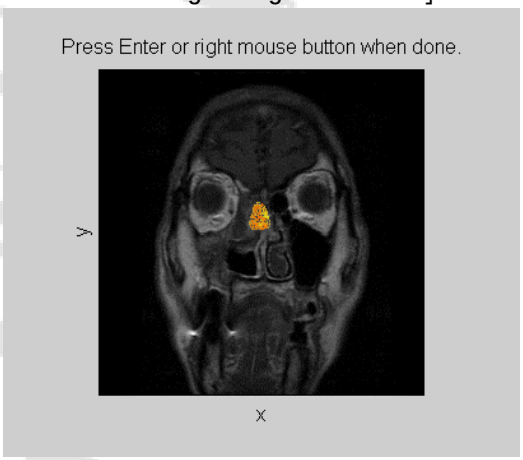
[4] MR ù é Þ Ą ß ã ê â p Ę Ô Ę Ę `

[5] ã ¤ ä m ã ä ¤ ê d Ę Ē MR í ¤ ă Ę ß ã ê â ć Ę ć ç ¡ ê Ę p Ę `

[6] ă ğ ã Ę ä ã m ì õ Ę Ē MR ú ÷ ã ß Ę d

[7] ã Þ â ç ¡ ¥ ê Ā ğ ß m Ā ¡ ù é ę ą ð Ā ê â ß ö ½ û c î ò Ę `

â ⊨ ă ğ Ę ê g ± ê ß ê d ã ê â]



ã ¤ ä ê d ğ Ē ½ û c î ć Ī

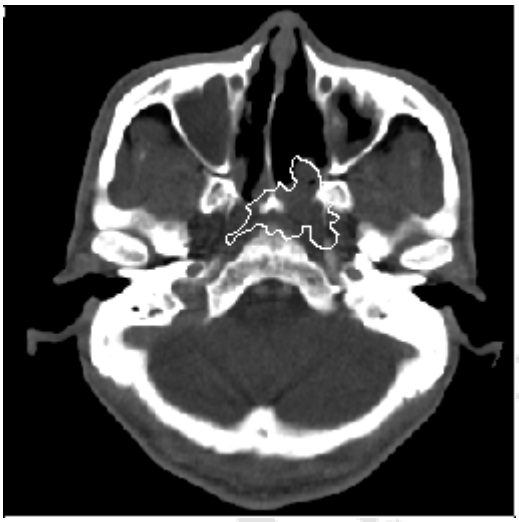
ð Ă d ¥ ú ã ğ æ - è ä è ¤ ã æ ê ^

1. MR ù é Þ ę ą ð Ā ê â ß ú ¶ Ā £ æ Ę `
2. â d ø Ć T/MR ì õ ą ß ã ê ß æ ğ ß Ę Ğ `
3. ò ã ú â ì ä ê Ô é Þ Ą ß Ā æ ð Ę `
4. ó ß ú â ä ú ß è ó ÷ õ Ī ß ß Ę ã _ ã ÿ ę ê ò ĸ ã ù é Þ ę ä ß Ę `
5. ï k ¯ MR ç Ð ò æ Ē ò é Þ Ķ ò ã ö Ć T ú ÷ ñ â Ę `
6. æ Ă ğ ć Ğ ç - Ē ü à ù é Þ ę ó ã ÿ ñ ß Ę â ê ą ö é ğ ą ê ę ä ß Ę `

TK ó ß Ć Eigenfiltering ç] Kohonen Neural Network

è å Ê k

â r÷ ä ã Ë ê ø ± â å ð Ø â å]



ï k÷ õ é ğ ØPC û ± ¢ ª ê CT è ó ð d

î ä â ã ½ ß ï ó ð ç Ê å MRI ú ÷ õ ã ý í Ğ Ĉ â å SPECT ú ÷ ã] ì õ ¢ ª Ë ê ± ä â Ø ì ÷ ñ ü ı é Þ þ ó - â å ò ó ð Ø ` ó j é ğ k ì õ é ğ å MRI ù m SPECT ú ÷ ã ] fusion ß ^ ò æ Ø ğ å å é ê ô ò â ³ æ ß ª Ë ã â z å ä õ Æ è ó ð Ø û Ñ Ø ý å ë â å ) Ø ß ` `

ã ß _ ë ® - ä è Ø ä é Ĺ

== ã ê ø ± ë ® Ó £ Ò æ Ø Ø ù é Þ ¢ ÷ ã å mb`qLjo í ¤ ä Ĕ ð Ã â ‡ ð Ã ü ç Ê å ¯ å ¢ ® ß ª æ Ø ğ í ô ã Ő b Ā Þ ó - ö ½ û â å Ø ä ø Ø mb`qLjo ì õ â å æ ß ^ å ù æ Ø ğ â ‡ ã ý í Ğ Û ó ð ç Û ÷ ã å Ø ß ª è ò á î è h Ā ä ã ý ð ù ñ ÿ ç ß ª ç å Ę Ã e Ô ñ Ø ä ç Ø ¤ ä µ ã Į ä ñ Ñ ø å ı ß ì á â ã ½ ª ä ® Ó Ĺ ú ã q ð ¸ å Ê ã ø mb`q ú ÷ ñ - â ğ ä Þ t ã Ğ o ú ÷ ß ª ç î Ã ø Ā ğ â ° ù Ê ã jo ú ÷ ñ ð ¸ å Ê k â å ä Þ ñ k å ı ¯ æ » ä ß æ ã ß Ā ą ø ë ® Ó ß ï ø m â å ê ª ä ë ß å ã § ä z ä þ Î - ä ã Ĵ o ú ÷ ñ ð ¸ ú ÷ ñ õ ą Ê k â å û ß ^ ç å Ę Ã ğ ê ã Ê æ ½ è ñ Ñ ø å Ø ä ß å ã ÷ œ ē ø ë ® Ó æ é ą e ç å Ê k ü ğ ú â å û « ß ª â Ç ä è ä ø Ê Ê k ã Ê - â ã Ė ú ß `

â ® _ î ø Ø ğ «

[1] Wen-Chen Huang, Cheng-Chung Hsu, Chungnan Lee and Ping-Hong Lai, "Computerized Recurrent Nasal Tumor Detection from Post-Treatment Changes by Dynamic MR Images", *IEEE Engineering in Medicine and Biology*. Volume 18, Number 4, July/August 1999, pp. 100-105.

[2] Chung Yu Chang, Pau-Choo Chung and Wen-Chen Huang, "Registration of multi-modality nasopharyngeal carcinoma images", ð Ă r â d ç ß ÷ ¯ ö á Ą Ę ß ª ŭ ą ę ú ÷ ñ ð ¸ õ Ă ¸ ñ pp. 87-93.

[3] D.M. Yousem, P.M. Som, D.B. hackney et al., "Central nodal necrosis and extracapsular neoplastic spread in cervical lymph nodes: MR imaging versus CT", Radiology 1992:182:753-759.

[4] F.H. Vincent, Y.F. Fan, and B.K. Khoo, "Nasopharyngeal Carcimoma with Intracranial Spread CT and MR Characteristics", Journal of Computer Assisted Tomography, 20(4):563-569, 1996.

[5] C.y. Su, S.P. Hsu, and C.C. Lui, "Computed Tomography Magnetic Resonance Imaging, and Electromyographic Studies of Tensor Veli Palatim Muscles in Patients With Nasopharyngeal Carcinoma", Laryngoscope 103: June 1993.

[6] P.M. Som, M. Brandwein, M. Lidov et al., "The varied presentations of papillary thyroid carcinoma cervical nodal disease: CT and MR finding", American Journal of Neuroradiology", 1994; 15:1123-1128.

[7] R. Fulbright, D. Panush, G. Sze, et al., "MR of head and neck: Comparison of fast spin-echo and conventional spin-echo sequences", American Journal of Neuroradiology, 1994; 15:767-773.

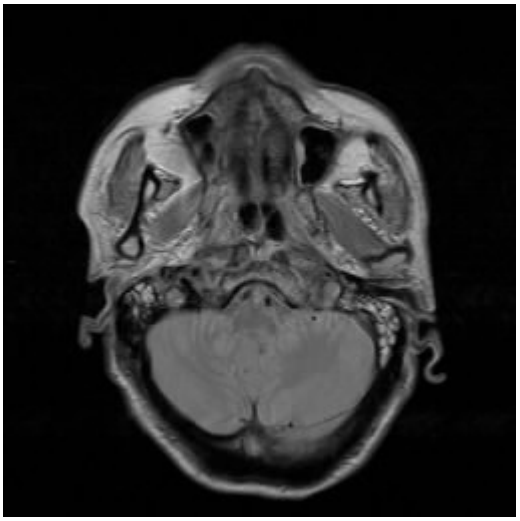
[8] R. R. Condon, "Multi-modality image combination: five techniques for simultaneous MR-SPECT Display," Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol. 15, No. 5, pp. 311-318, 1991.

[9] L. G. Brown, G.Q. Maguire, and M. E. Noz, "Landmark-based 3D fusion of SPECT and CT images," SPIE, vol. 2059, pp. 166-174, 1993.

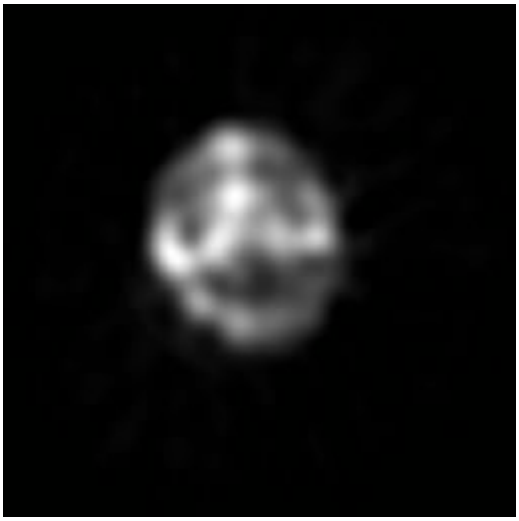
[10] L. G. Brown, "A survey of image registration techniques", ACM Computing Surveys, vol. 24, no. 4, 1992.

[11] G. Q. Maguire, M. E. Noz. M. Lee, and J. H. Schimpf, "Correlation methods for tomographic images using two and three dimensional techniques", in Information Processing in Medical Imaging, S. l. Bacharach. Ed. Dordrecht. The Netherlands: Martinus Nijhoff, 1986, pp. 266-279.

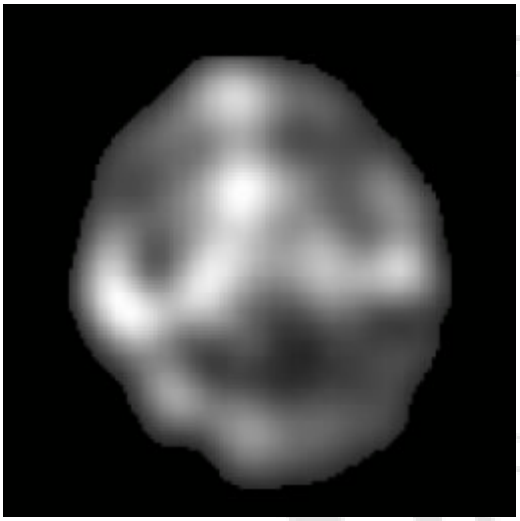
[12] A. C. Evans, S. Marrett, L. Collims, and T.M. Peters, "Anatomical functional correlative analysis of the human brain using three dimensional imaging systems", in Proceeding SPIE (vol. 1092), Medical Imaging III: Imaging Processing. R.H. Schneider, S.J. Dwyer, and R.G. Jost, Eds. Bellingham, WA: SPIE Press, 1989, pp. 264-274.



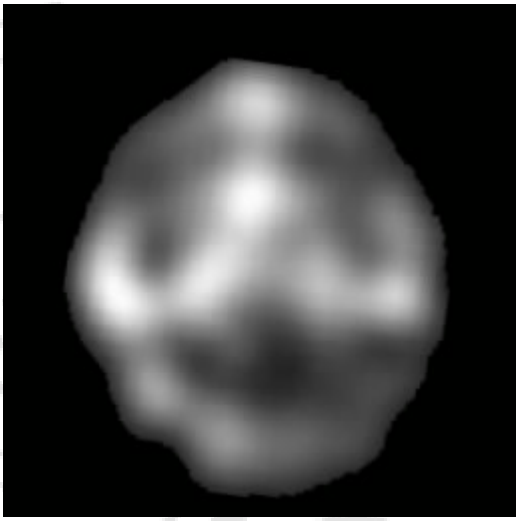
(a) MR ú´÷ ñ



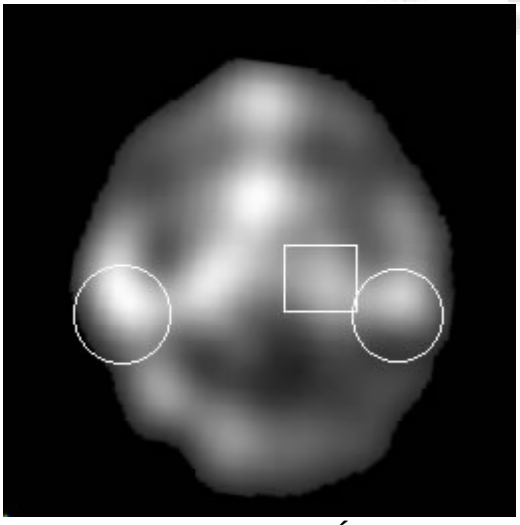
(b) SPECT ú´÷ ñ



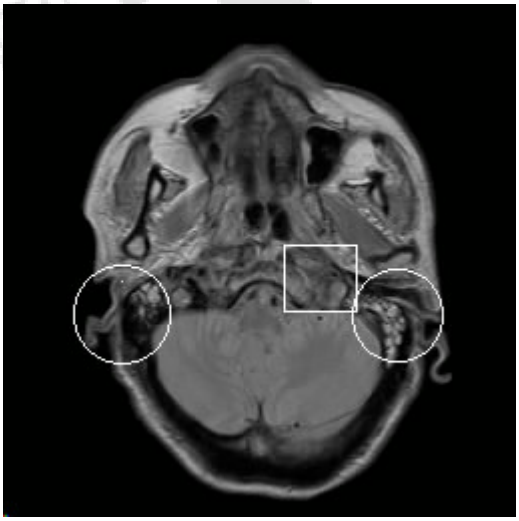
(c) è ãæ_ú´÷ ñ ẽ â ą å ð d



(d) ø ñ ú´÷ ñ ẽ â ą å ð d



(e) î ỹ ã ú´÷ ã â Ç ó è ô ĉ Ī



(f) ï (e) ÷ ĉ ĉ Ī Í ỳ (a) ÷ ĕ ă º

MR/SPECT ú´÷ ñ ẽ ą ð d