3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Ποσοτική ανάλυση της πρόσληψης ^{18}F-PSMA-1007 PET/CT στους δακρυϊκούς και σιελογόνους αδένες με τη χρήση δεικτών SUV και χαρακτηριστικών υφής

Τ. Ρόκο[1], Ν. Δικαίος[2], Ν. Κωσταντινίδη[1,2], Γ. Καστής[2], Μ. Μεταξάς[3]

1. Τμήμα Ιατρικής, Τομέας Ιατρικής Φυσικής- Ακτινοφυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

2. Κέντρο Ερευνών Θεωρητικών και Εφαρμοσμένων Μαθηματικών (ΚΕΘΕΜ), Ακαδημία Αθηνών

3. Κέντρο Κλινικής, Πειραματικής και Μεταφραστικής Έρευνας,Μονάδα PET/CT, Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών Ακαδημίας Αθηνών

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2026

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή



Ειδικό Προστατικό Αντιγόνο Μεμβράνης (PSMA)

Διαμεμβρανική γλυκοπρωτεΐνη τύπου ΙΙ, η οποία εντοπίζεται στο κυτταρόπλασμα και στον επιθηλίου του προστάτη. Αποτελείται από μία αλληλουχία 750 αμινοξέων που κωδικοποιείται στο χρωμόσωμα 1.

Εκφράζεται φυσιολογικά

- Επιθήλιο του προστάτη
- Νεφρικά σωληνάρια
- Γάγγλια νευρικού συστήματος
- Παρυφή λεπτού εντέρου
- Δακρυϊκούς και σιελογόνους αδένες
- Ήπαρ, σπλήνα και χοληδόχος κύστη
- Πάγκρεας

Ραδιομική (Radiomics)

Πρακτική κατά την οποία εξάγονται από ιατρικές εικόνες δεδομένα, αναλύονται και ερμηνεύονται δίνοντας κατά αυτό τον τρόπο πληροφορίες που δεν είναι αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.

↓

Ανάπτυξη εξατομικευμένων θεραπείων

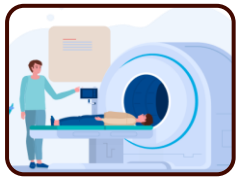
Σκοπός: Ποσοτικοποίηση της πρόσληψης ^{18}F-PSMA-1007 στους δακρυϊκούς και σιελογόνους αδένες μέσω SUVmean και χαρακτηριστικών υφής σε εικόνες PET/CT.

Μέθοδοι & Υλικά

Συλλογή δεδομένων

73 ασθενείς με καρκίνο του προστάτη

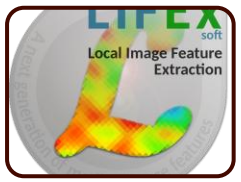
PET/CT με ^{18}F-PSMA-1007 στο IIBEAA



Απεικόνιση PET/CT

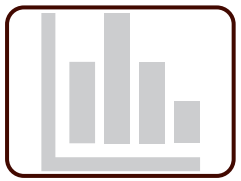
Siemens Biograph Vision 450

Λήψη 45–60 λεπτά μετά τη χορήγηση



Επεξεργασία εικόνων

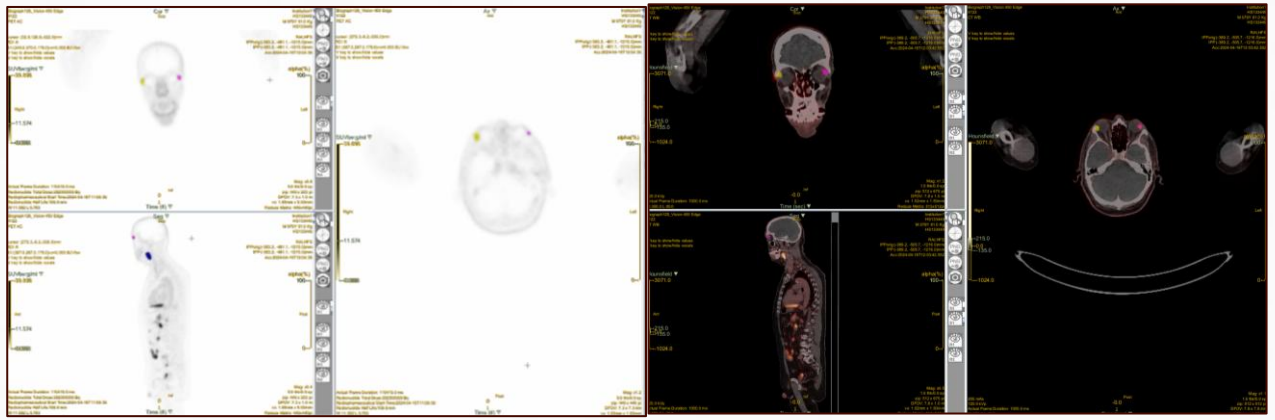
LIFEX: Σχεδιασμός ROIs, Μέτρηση SUVmean και εξαγωγή χαρακτηριστικών υφής.



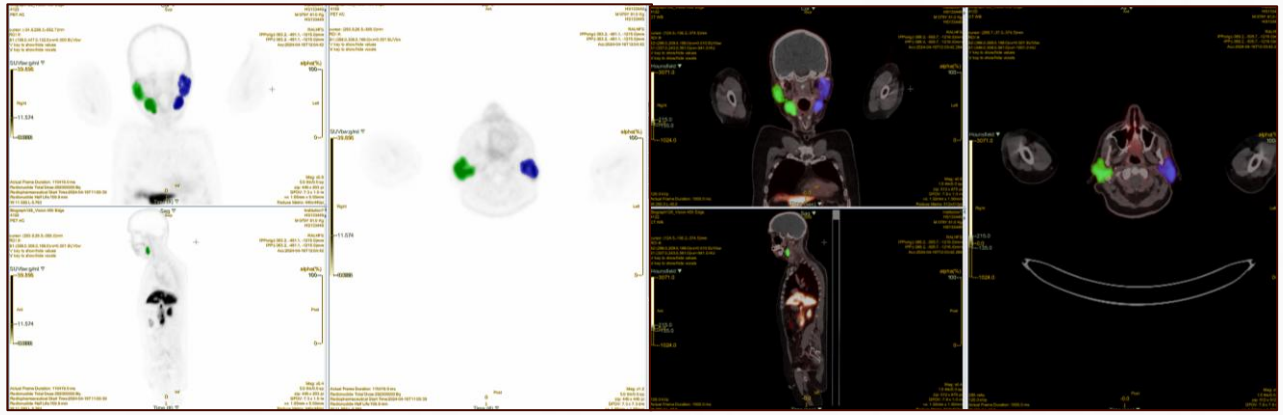
Στατιστική ανάλυση

Επιλογή χαρακτηριστικών υφής: mRMR και LASSO

Excel/Python



Οι δακρυϊκοί αδένες όπως έχουν σχεδιαστεί (ο δεξιός με ροζ και ο αριστερός με κίτρινο) σε όλες τις προβολές της εικόνας PET (αριστερά) και PET/CT (δεξιά): αξονική, μετωπιαία και οβελιαία.



Οι σιελογόνοι αδένες όπως έχουν σχεδιαστεί (ο δεξιός με μπλε και ο αριστερός με πράσινο) σε όλες τις προβολές της εικόνας PET (αριστερά) και PET/CT (δεξιά): αξονική, μετωπιαία και οβελιαία.

Αποτελέσματα

ORGAN	SUV_{mean}(g/ml)						
	min	mean	max	std	25th	50th	75th
Right Lacrimal gland	2.0	4.4	9.2	1.4	3.4	4.2	5.1
Left Lacrimal gland	2.1	4.2	8.7	1.3	3.4	4.1	5.1
Right Salivary gland	4.9	8.5	13.4	1.8	7.2	8.4	9.4
Left Salivary gland	4.8	8.1	12.2	1.7	7.0	7.8	9.0

Δεξιός δακρυϊκός αδένας

$$SUV_{mean} = 4.1996 + 1.3190 * AUC - 0.0246 * GLSZM + 0.0308 * Energy$$

Αριστερός δακρυϊκός αδένας

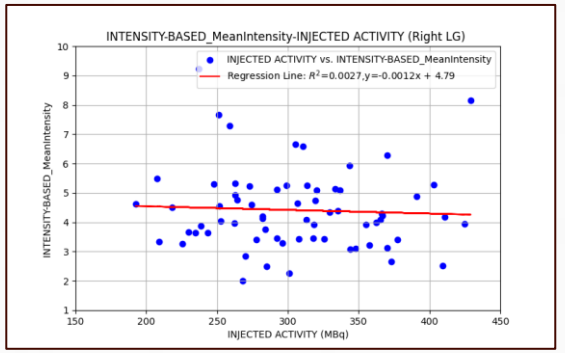
$$SUV_{mean} = 4.0147 + 1.1270 * AUC - 0.0260 * GLSZM + 0.0259 * Energy$$

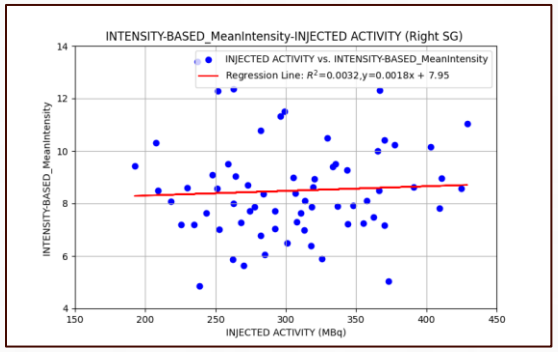
Δεξιός σιελογόνος αδένας

$$SUV_{mean} = 8.4514 + 1.8228 * AUC - 0.00333 * GLCM$$

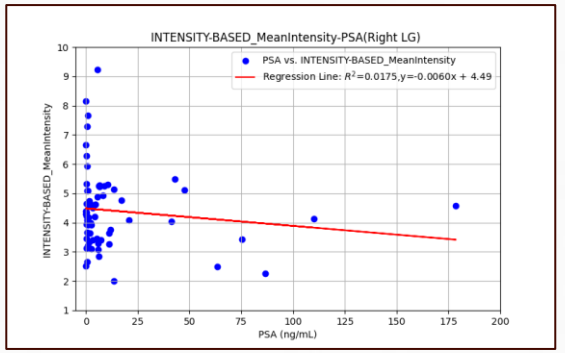
Αριστερός σιελογόνος αδένας

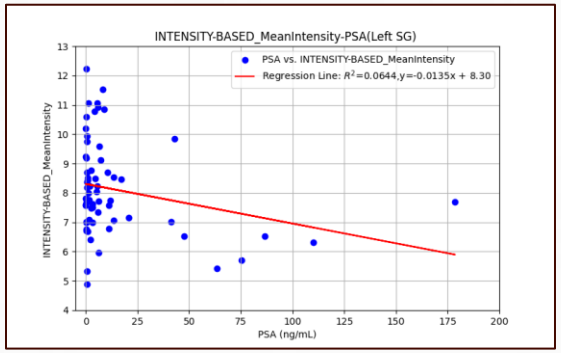
$$SUV_{mean} = 8.2365 + 1.5999 * AUC - 0.0316 * GLCM$$



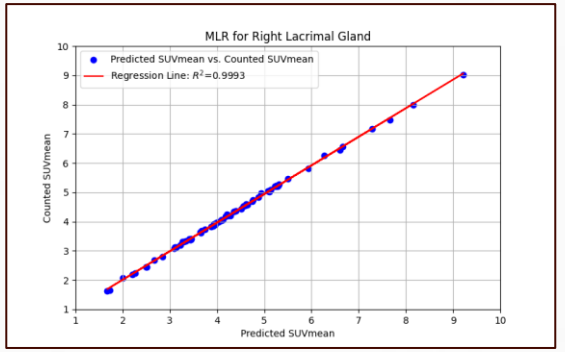


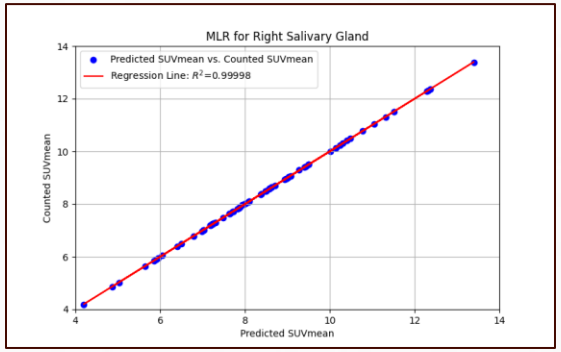
Συσχετίσεις μεταξύ χορηγούμενης ενεργότητας και SUVmean στους σιελογόνους αδένες





Συσχετίσεις μεταξύ χορηγούμενης PSA και SUVmean στους δακρυικούς και σιελογόνους αδένες





Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης στους δακρυικούς και σιελογόνους αδένες

Συμπεράσματα

1. **Απουσία συσχέτισης μεταξύ SUVmean και χορηγούμενης ενεργότητας**
   Η πρόσληψη PSMA κατά τη θεραπεία δεν μπορεί μα προβλεφθεί με βάση την ποσότητα της χορηγούμενης ενεργότητας.

2. **Απουσία συσχέτισης μεταξύ SUVmean και PSA**
   Οι μεταστάσεις δεν επηρεάζουν την πρόσληψη PSMA στους φυσιολογικούς αδένες, επομένως οι τιμές PSA από μόνες τους στα κρίσιμα όργανα

3. **Ισχυρή συσχέτιση μεταξύ SUVmean και του δείκτη AUC**
   Υποσχόμενος βιοδείκτης για την αποτύπωση της ετερογενούς έκφρασης του PSMA στους δακρυϊκούς και σιελογόνους αδένες. Αυτή η ετερογένεια πιθανόν συμβάλλει σε άνιση κατανομή της δόσης και σε τοπική τοξικότητα του αδένα κατά τη διάρκεια της θεραπείας

.

Βιβλιογραφία

1] *B. Z. T. S. N. S. S. S. J. H. M. M. A. S. M. W. H. P. A. K. I. A. A. M. Cristina E. Popescu, "Evaluating the biodistribution for for [68Ga]Ga-PSMA-11 and [18F]F-PSMA-1007 PET/CT with an inter- and intrapatient based analysis," EJNMMI Research, 2024.*

[2] *C. Gary, S. Musib, T. Benjamin, Y. Connie, C. Sugama and V. Goh, "Radiomics in PET: principles and applications," Italian Association of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, vol. 2, pp. 269-276, 2014.*

[3] *W. Zhang, Y. Guo and Q. Jin, "Radiomics and Its Feature Selection: A Review," Symmetry, 2023.*

[4] *Variation and repeatability of measured standardized uptake values depending on actual values: a phantom study," Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, no. 7, pp. 204-211, 2017*

[5] *K. Mokoala, I. Lawal, T. Lengana, M. Kgatle, F. L. Giesel, M. Vorster and M. Sathekge, "PSMA Theranostics: Science and Practice," Molecular Imaging and Radio-Nuclide Therapy in Cancers, 2021.*

[6] *N. Heynickx, K. Herrmann, K. Vermeulen, S. Baatout and A. Aerts, "The salivary glands as a dose limiting organ of PSMA- targeted radionuclide therapy: A review of the lessons learnt so far," Nuclear Medicine and Biology, no. 98-99, pp. 30-39, 2021.*

[7] *E. S. Fajardo-Ordoned, D. Pechuca-Gonzalez, R. Hernandez-Ramirez, J. P. Chave-Torres, L. F. Alva-Lopez and R. A. Sanchez-Ramirez, "Correlation between levels of prostate specific antigen and SUVmax values in patients with prostate cancer evaluated with 68Ga-PSMA PET/CT," Anales de Radiologia Mexico, no. 19, pp. 286-296, 2020.*

[8] *F. C. Gaertner, K. Halabi, H. Ahmadzadehfar, S. Kurpig, E. Eppard, C. Kotsikopoulos, N. Liakos, R. A. Bundschuh, H. Strunk and M. Essler, "Uptake of PSMA-ligands in normal t issues is dependent on tumor load in patients with prostate cancer," Oncotarget, no. 8, pp. 55094-55103, 2017.*

[9] *J. N. Reghavan, R. Syed, I. Chan, N. Gorelik, J. Chankowsky and R. del Carpio- O' Donovan, "The forgotten lacrimal gland and the lacrimal drainage apparatus: pictorial review of CT and MRI findings and differential diagnosis," British Journal of Radiology, no. 95, 2022.*

[10] *R. Rastogi, S. Bhargava, J. G. Mallarajapatna and S. K. Singh, "Pictorial essay: Salivary gland imaging," in MINI-SYMPOSIA-HEAD AND NECK, 2021.*

[11] *E. Nioche, F. Orlhac and I. Buvat, "User Guide: Local Image Features Extraction (LIFEx)," LIFEx, 2025.*

[12] *C. Nioche, F. Orlhac and I. Buvat, Texture-User Guide Local Image Features Extraction LIFEx, LIFEx, 2024.*

[13] *M. Radovic, M. Ghalwash and Z. Obradovic, "Minimum redundancy maximum relevance feature selection approach for temporal gene expression data," BMC Bioinformatics, no. 18, 2017.*

[14] *V. Fonti, "Feature Selection using LASSO," Research Paper in Business Analytics, Amsterdam, 2017.*

[15] *F. Tixier, M. Hatt, C. Cheze Le Rest, A. Le Pogam, L. Corcos and D. Visvikis, "Reproducibility of Tumor Uptake Heterogeneity Characterization Through Feature Analysis in 18F-FDG PET," Journal of Nuclear Medicine, pp. 693-700, 2012.*

[16] *F. Tixier, C. Cheze Le Rest, M. Hatt, N. Albarghach, O. Pradier, J.-P. Metges, L. Corcos and D. Visvikis, "Intratumor Heterogeneity Characterized by Textural Features on Baseline 18F FDG PET Images Predicts Response to Concomitant Radiochemotherapy in Esophageal Cancer," Joournal of Nuclear Medicine, pp. 396-378, 2011.*

[17] *M. Hatt, F. Tixier, L. Pierce, P. Kinahan, C. Cheze Le Res and D. Visvikis, "Characterization of PET/CT images using texture analysis: the past, the present… any future?," European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, pp. 151-165, 2017.*

[18] *C. Sample, C. Uribe, A. Rahmim, F. Benard, J. Wu and H. Clark, "Heterogenous PSMA lingand uptake inside parotid glands," Physica Medica, no. 131, 2024.*