

Optimalisasi Penekanan Sinyal Lemak pada Regio Lidah dan Kompatibilitas Kontras Gadolinium dalam Protokol Pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging pada Lidah

Ni Luh Putu Citra Larashati

AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia; citralarashati24@gmail.com (koresponden)

I Putu Eka Juliantara

AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia; ekaj.atro@gmail.com

I Wayan Arie Sugiantara

RSUD Sanjiwani Gianyar, Gianyar, Indonesia; sugiantaraariec@gmail.com

ABSTRACT

Squamous cell carcinoma of the tongue is one of the most prevalent oral cancers, particularly in the anterior two-thirds of the tongue. Accurate imaging is crucial in establishing the diagnosis and determining the lesion boundaries. Magnetic resonance imaging of the tongue using contrast media can be used to confirm the diagnosis of squamous cell carcinoma. The spectral presaturation inversion recovery technique in magnetic resonance imaging can be used as an effective fat suppression method to display detailed images of the pathology and anatomy of the oral cavity and its structures, including the tongue and oropharynx. This study was conducted at Sanjiwani Regional General Hospital, Gianyar, using 1.5 Tesla magnetic resonance imaging. This involved three patients diagnosed with squamous cell carcinoma, two radiologists, and one radiographer. The examination was performed using the spectral presaturation inversion recovery method in the pre- and post-contrast phases. The image results demonstrated the effectiveness of spectral presaturation inversion recovery for fat suppression with optimal tissue contrast and the ability to display infiltration into the surrounding tissue well. Based on the research results, it was concluded that the spectral presaturation inversion recovery method is an effective technique for assessing squamous cell carcinoma due to its excellent fat suppression and compatibility with gadolinium contrast, thus assisting radiologists in determining lesion boundaries.

Keywords: *squamous cell carcinoma; spectral presaturation inversion recovery; magnetic resonance imaging*

ABSTRAK

Karsinoma sel skuamosa pada lidah merupakan salah satu kanker rongga mulut dengan prevalensi tinggi, terutama di bagian dua pertiga anterior lidah. Evaluasi pencitraan yang akurat sangat penting dalam menegakkan diagnosis dan menentukan batas lesi. *Magnetic Resonance Imaging* lidah dengan menggunakan kontras media dapat digunakan untuk menegakkan diagnosis karsinoma sel skuamosa. Teknik *spectral presaturation inversion recovery* pada *magnetic resonance imaging* dapat digunakan sebagai metode supresi lemak yang efektif untuk menampilkan gambaran detail patologi dan anatomi rongga mulut serta struktur di dalamnya termasuk lidah dan orofaring. Studi ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Sanjiwani Gianyar menggunakan *magnetic resonance imaging* 1,5 Tesla, yang melibatkan 3 pasien dengan diagnosis karsinoma sel skuamosa, 2 dokter spesialis radiologi, dan 1 radiografer. Pemeriksaan dilakukan menggunakan metode *spectral presaturation inversion recovery* pada fase pra dan pasca pemberian kontras. Hasil citra menunjukkan efektivitas *spectral presaturation inversion recovery* untuk supresi lemak dengan kontras jaringan yang optimal serta mampu menampilkan infiltrasi ke jaringan sekitarnya dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa metode *spectral presaturation inversion recovery* merupakan teknik yang efektif untuk menilai karsinoma sel skuamosa karena mampu mensupresi lemak dengan baik serta kompatibel dengan penggunaan kontras gadolinium sehingga membantu dokter spesialis radiologi dalam menentukan batas lesi.

Kata kunci: *karsinoma sel skuamosa; spectral presaturation inversion recovery; magnetic resonance imaging*

PENDAHULUAN

Karsinoma sel skuamosa atau *squamous cell carcinoma* (SCC) rongga mulut merupakan kanker paling umum ke delapan di seluruh dunia, yang sebagian besar terjadi di dua pertiga anterior lidah. SCC memiliki prognosis yang relatif tidak baik karena adanya sistem limfovaskular yang berkembang dengan baik dan kurangnya penghalang yang kuat untuk mencegah penyebaran tumor.⁽¹⁾ Beberapa literatur menyebutkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya kanker rongga mulut yaitu merokok, peminum alkohol, mengunyah tembakau, mengunyah pinang, defisiensi mikronutrien, trauma kronis, serta infeksi virus.^(2,3)

Berdasarkan data statistik tahun 2022 dari *Global Cancer* (GLOBOCAN), karsinoma lidah menempati peringkat ke-16 untuk jumlah kasus baru dari semua jenis kanker dengan jumlah 389.485 kasus serta jumlah kematian menempati peringkat ke-15 dengan jumlah kematian sebanyak 188.230 yang menyumbang 1,9% dari seluruh kematian akibat kanker secara global.⁽⁴⁾ Berdasarkan distribusi lokasi di rongga mulut, lidah merupakan lokasi SCC yang paling banyak terjadi sebanyak 40% kemudian diikuti sekitar 35% pada dasar rongga mulut. Diperkirakan bahwa insidensi kasus ini setiap tahun adalah 275.000 untuk kanker rongga mulut dan mayoritas 75% terjadi di negara yang sedang berkembang. Insidensi kanker rongga mulut di Indonesia berkisar 3%-4% dari seluruh kasus kanker, dengan angka kematian 2%-3% dari seluruh kematian yang terjadi akibat keganasan.⁽⁵⁾

Penegakkan diagnosa SCC lidah berdasarkan studi patologi onkologi mulut dilakukan melalui pemeriksaan *multislice computed tomography* (MSCT) dan *magnetic resonance imaging* (MRI) dalam perencanaan pra operasi maupun dalam mengenali kekambuhan setelah perawatan.⁽⁶⁾ Studi lain mengatakan bahwa MRI merupakan pemeriksaan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kanker mulut yang sebagian besar merupakan SCC.⁽⁷⁾ MRI dapat menampilkan luas penyebaran dari tumor, kedalaman invasi serta perluasan ke bagian limfadenopati.⁽⁸⁾

Tantangan utama dalam menegakkan diagnosis SCC lidah adalah evaluasi batas lesi dan penyebaran ke jaringan sekitarnya. Modalitas MRI memiliki keunggulan dalam menampilkan detail jaringan lunak, namun efektifitasnya sangat

bergantung pada teknik supresi lemak yang digunakan. Berdasarkan observasi yang penulis lakukan di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Sanjiwani Gianyar, protokol MRI lidah yang digunakan pada pasien dengan diagnosa SCC lidah adalah *T2W TSE axial, T1W TSE axial, T2W SPIR sagital dan coronal, T1W SPIR axial, DWI axial, T1W SPIR post kontras (axial, coronal, sagital)*. Teknik supresi lemak yang digunakan di RSUD Sanjiwani Gianyar adalah metode SPIR (*Spectral Presaturation with Inversion Recovery*) pada penerapan protokolnya. SPIR adalah teknik penekanan lemak yang menggabungkan selektivitas frekuensi lemak seperti *CHESS (Chemical shift selective suppression)* dengan mekanisme inversi seperti *STIR (Short Tau Iversion Recovery)*. Teknik ini menargetkan sinyal lemak secara spesifik tanpa mempengaruhi jaringan lain, sehingga memungkinkan visualisasi struktur anatomi yang lebih jelas. Keunggulan utama SPIR adalah kompatibilitasnya dengan agen kontras berbasis *gadolinium*.⁽⁹⁾

Berdasarkan pemaparan tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis tatalaksana pemeriksaan MRI lidah di RSUD Sanjiwani Gianyar secara kualitatif dengan protokol yang tersedia, untuk dapat mengetahui keberhasilan penekanan sinyal lemak yang dilakukan dengan metode SPIR pada regio lidah dan orofaring serta kompatibilitasnya dengan kontras *gadolinium*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman komprehensif mengenai optimalisasi metode *SPIR* pada MRI lidah serta kompatibilitasnya dengan kontras *gadolinium* untuk menegakkan diagnosa karsinoma lidah.

METODE

Studi ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus untuk mengetahui peranan metode SPIR dalam menekan lemak dan kompatibilitasnya dengan kontras *gadolinium* pada pemeriksaan MRI lidah dengan kasus SCC. Penelitian dilakukan di RSUD Sanjiwani Gianyar pada bulan Februari 2025 hingga Maret 2025. Etika penelitian juga diperhatikan, termasuk menjaga anonimitas dan kerahasiaan data pasien serta *ethical clearance* yaitu persetujuan etis yang diajukan pada Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUD Sanjiwani Giayar.

Subjek penelitian melibatkan dua dokter spesialis radiologi, satu radiografer, dan tiga pasien dengan diagnosa SCC lidah yang telah dilakukan pemeriksaan MRI lidah dengan kontras. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara mendalam dengan dua dokter spesialis radiologi yang berpengalaman lebih dari 10 tahun melakukan expertise MRI dan satu radiografer berpengalaman lebih dari 10 tahun dalam mengoperasikan alat MRI. Instrumen penelitian ini terdiri dari satu unit *MRI Philips Ambition 1,5 Tesla*, kontras *gadolinium* (0,1mmol/kg berat badan), pedoman wawancara, dokumentasi. Protokol MRI lidah yang digunakan adalah *T2W TSE axial, T1W TSE axial, T2W SPIR sagital dan coronal, T1W SPIR axial, DWI axial, T1W SPIR post kontras (axial, coronal, sagital)*.

Citra yang terkumpul dikirim melalui PACS (*Picture Archiving and Communication System*) untuk dievaluasi oleh dokter spesialis radiologi dengan mengevaluasi ukuran tumor, batas tumor, infiltrasi ke jaringan sekitarnya, serta mengevaluasi penyngatan dari kontras *gadolinium*, hasil citra yang diperoleh juga dibandingkan dengan hasil biopsy.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode SPIR pada pemeriksaan MRI lidah dapat digunakan untuk menegakkan diagnosis karsinoma sel skuamosa di RSUD Sanjiwani Gianyar. Menurut dokter spesialis radiologi dan radiografer yang terlibat dalam penelitian ini, penggunaan metode SPIR bisa menampilkan struktur anatomi dan patologi lidah, orofaring, serta jaringan sekitarnya dengan jelas. Berdasarkan protokol pemeriksaan yang digunakan SPIR menjadi salah satu pilihan yang digunakan untuk mensupresi lemak dengan baik pada lidah, meskipun SPIR memiliki kerentanan terhadap inhomogenitas medan magnet tapi SPIR menawarkan waktu pemindaian lebih cepat dibanding teknik lain, serta SPIR dapat digunakan pada pemeriksaan dengan penggunaan kontras *gadolinium*. Berikut disertakan identitas tiga pasien untuk memberikan deskripsi tentang penggunaan metode SPIR pada penatalaksanaan MRI lidah dengan kasus karsinoma sel skuamosa di RSUD Sanjiwani Gianyar (Tabel 1).

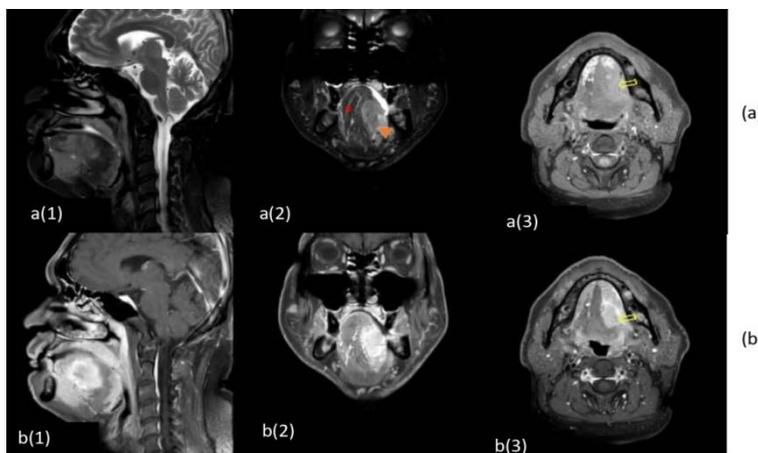
Tabel 1. Identitas Pasien

Daftar identitas pasien	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3
Nama	Ny. LG	Tn. KB	Tn. GW
Usia	38 TH	79 TH	57 TH
Jenis kelamin	Perempuan	Laki-laki	Laki-laki
NRM	68xxxx	47xxxx	77xxxx
Klinis	SCC	SCC	SCC

Ketiga pasien datang ke instalasi radiologi dengan membawa surat permintaan MRI lidah dengan kontras yang telah dilengkapi dengan nilai *ureum* dan *creatinin* yang normal. Hal pertama yang dilakukan oleh radiografer adalah melakukan anamnesa dan *check list* MRI terhadap pasien, menanyakan riwayat penyakit serta hasil pemeriksaan yang pernah dilakukan sebelumnya. Selanjutnya dokter spesialis radiologi melakukan *informed consent* terhadap pasien. Sebelum memasuki ruang pemeriksaan pasien disarankan untuk ke kamar kecil terlebih dahulu, kemudian minta pasien untuk menanggalkan benda-benda logam yang digunakan dan mengganti pakaian yang digunakan dengan baju pemeriksaan, selanjutnya minta pasien untuk menimbang berat badannya. Pasien bisa memasuki ruang pemeriksaan MRI, dengan posisi tidur terlentang dan *head first* di atas meja pemeriksaan dengan kedua lengan berada di samping tubuh. Kepala pasien diletakkan pada koil kepala, kemudian pasang *headphone* pada telinga pasien, berikan tombol *emergency* apabila pasien merasa kurang nyaman selama pemeriksaan berlangsung. Protokol pemeriksaan MRI lidah yang digunakan di RSUD Sanjiwani Gianyar yaitu: *T2W TSE axial, T1W TSE axial, T2W SPIR sagital dan coronal, T1W SPIR axial, DWI axial, T1W SPIR* pasca kontras (*axial, coronal, sagital*). Pengambilan gambar hanya berfokus pada penggunaan metode SPIR dengan pembobotan *T1* dan *T2 weighted images*. Ada beberapa parameter pemeriksaan yang digunakan pada protokol MRI lidah di RSUD Sanjiwani Gianyar (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter

Sekuen	TR (ms)	TE (ms)	NSA	Slice thickness (mm)	Flip angle	Pulse inversion	Fat supression strength
T2W SPIR sagital	2636	70	1.5	3	90	180	Strong
T2W SPIR coronal	2695	70	2	3	90	180	Strong
T1W SPIR axial	497	16	2	3	90	180	Strong
T1W SPIR sagital	537	14	2	3	90	180	Strong
T1W SPIR coronal	537	14	2	3	90	180	Strong



Catatan: (a) T2 SPIR irisan sagital, coronal, T1 SPIR irisan axial; (b) T1 SPIR post gadolinium irisan sagital, coronal, axial

Gambar 1. T2 SPIR dan T1 SPIR

Berdasarkan Gambar 1 bagian a(1) dan a(2) irisan T2 SPIR sagital dan coronal, diagnosis SCC mampu menampilkan kontras jaringan yang baik, dapat dilihat pada tanda * dan kepala panah yang menunjukkan area lidah dengan perbedaan intensitas sinyal sesuai dengan karakteristik jaringannya. Berdasarkan bagian a(3) dan b(3) pada irisan axial T1 SPIR pra dan pasca kontras, dapat dilihat pada tanda panah kuning digunakan untuk menilai penyngatan dari media kontras dimana bagian post kontras tampak adanya penyngatan yang menunjukkan suatu malignansi. SPIR dapat membantu meningkatkan akurasi diagnosa pada kedua fase dengan melakukan supresi yang optimal pada jaringan lemak secara selektif dan tetap menampilkan enhancement media kontras sesuai dengan karakteristik lesi/keganasan yang terjadi.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan, pemeriksaan MRI lidah dengan kasus SCC di RSUD Sanjiwani Gianyar menggunakan protokol T2W TSE axial, T1W TSE axial, T2W SPIR sagital dan coronal, T1W SPIR axial, DWI axial, T1W SPIR post kontras (axial, coronal, sagital). Tampak teknik supresi lemak yang digunakan adalah SPIR yang diaplikasikan sebelum dan sesudah injeksi gadolinium, karena mampu menampilkan struktur anatomi dan patologi lidah, orofaring, serta jaringan sekitarnya dengan jelas.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya dalam menegakkan diagnosa karsinoma rongga mulut dan orofaring, teknik supresi lemak yang digunakan cukup bervariasi mulai dari pre dan post gadolinium yaitu T2W SPIR dan T1W post gadolinium. Penelitian lain menggunakan T1 dengan fat supresi, STIR, dan post gadolinium T1 TSE dengan fat supresi. Ada pula yang menggunakan T2 TSE dengan fat supresi, T2 TSE STIR, dan post gadolinium T1 TSE SPIR.⁽¹⁰⁻¹²⁾ Teknik supresi lemak secara rutin digunakan pada pemeriksaan MRI kepala dan leher untuk meningkatkan kontras jaringan dan lesi.⁽¹³⁾ Teknik supresi lemak yang optimal bergantung pada jumlah jaringan lemak yang perlu ditekan sinyalnya.⁽¹⁴⁾ Selain memilih metode supresi lemak yang tepat untuk menegakkan diagnosa suatu lesi maka diperlukan juga injeksi gadolinium. Gadolinium sangat bermanfaat dalam pencitraan sistem saraf pusat karena kemampuannya dalam melewati blood brain barrier (BBB).⁽¹⁵⁾ Penegakan diagnosa lesi secara umum dilakukan dengan injeksi gadolinium pada pembobotan T1W untuk meningkatkan intensitas sinyal tumor.⁽¹⁶⁾ Pemilihan metode SPIR sebagai teknik supresi lemak sejalan dengan beberapa hasil penelitian terdahulu, berbeda dengan sekuen pendahulunya (STIR dan CHES), metode SPIR merupakan kombinasi kedua metode tersebut yang dapat memberikan kontras jaringan yang lebih baik dibandingkan metode supresi lemak lainnya, terutama dalam membedakan jaringan tumor dari jaringan lemak sekitarnya. Hal ini karena SPIR secara selektif menargetkan frekuensi resonansi lemak tanpa mempengaruhi sinyal dari jaringan lain. Dalam diagnosis SCC lidah, kontras yang baik sangat penting untuk mengidentifikasi batas tumor dan invasi lokal, yang dapat mempengaruhi rencana tindakan/treatment lanjutan pada pasien tersebut. Selain itu, kombinasi antara pulsa inversi dan selektivitas frekuensi pada SPIR memungkinkan teknik ini untuk digunakan dalam berbagai pembobotan tanpa memerlukan penyesuaian signifikan pada parameter pencitraan. Fleksibilitas ini menjadikan SPIR pilihan yang efisien dan serbaguna dalam praktik klinis, terutama ketika diperlukan supresi lemak yang konsisten di seluruh protokol pencitraan.⁽¹⁷⁾

Keunggulan metode SPIR berperan penting dalam penegakan diagnosa SCC adalah dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam berbagai pembobotan MRI, seperti T1-weighted, T2-weighted, dan PD-weighted, tanpa memerlukan penyesuaian parameter yang signifikan. Ini berbeda dengan STIR yang berdiri sebagai suatu sekuen utuh, SPAIR (Spectral Attenuated Inversion Recovery) yang memerlukan optimisasi parameter inversi untuk setiap pembobotan. Hal ini dapat dilihat dalam protokol yang diterapkan di Instalasi Radiologi RSUD Sanjiwani

SPIR diterapkan pada Pembobotan *T2* dan *T1* baik pada fase pre kontras ataupun post kontras dengan menampilkan tingkat supresi yang optimal serta kontras jaringan yang sangat baik. Fleksibilitas *SPIR* membuatnya lebih praktis dalam praktik klinis, terutama ketika memeriksa karsinoma lidah yang memerlukan pencitraan multi-parameter untuk evaluasi komprehensif. Fleksibilitas ini juga membuat *SPIR* dapat dikombinasikan dengan penerapan beberapa penyesuaian parameter yang bertujuan meningkatkan kualitas citra, reduksi waktu *scanning*, atau pengurangan artefak. Hal ini diperkuat dengan hasil sebuah penelitian, dimana *SPIR* dapat dikombinasikan dengan teknik *Parallel Imaging* berupa *Compress Sense (CS)* sebagai upaya mempercepat waktu *scanning* dengan tambahan *Slice Encoding for Metal Correction (SEMAC)* sebagai upaya melakukan koreksi ketika timbul artefak dalam citra. *CS-SEMAC SPIR* mampu menampilkan kualitas citra yang paling baik bila dibandingkan dengan penerapan metode lain (*STIR* dan *m-Dixon OMAR*).⁽¹⁸⁾

Meskipun *SPIR* menghasilkan kontras jaringan yang lebih tinggi (diferensiasi jaringan yang baik), sensitivitasnya terhadap inhomogenitas *B0* dan *B1* dapat menyebabkan supresi lemak yang tidak merata apabila diterapkan pada regio atau organ yang tidak tepat. Sebaliknya, *STIR* kurang sensitif terhadap inhomogenitas medan, tetapi memiliki *SNR* yang lebih rendah dan dapat menekan jaringan dengan *T1* yang mirip dengan lemak. Oleh karena itu, pemilihan teknik supresi lemak harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti keseragaman supresi, *SNR*, dan sensitivitas terhadap inhomogenitas medan. Dalam penerapan pada MRI lidah untuk diagnosis karsinoma, penting untuk memilih teknik supresi lemak yang memberikan kontras optimal antara lesi dan jaringan sekitarnya. *SPIR*, dengan *SNR* yang lebih tinggi, dapat memberikan detail anatomi yang lebih baik. Namun, jika inhomogenitas medan magnet menjadi masalah, *SPAIR* mungkin lebih disarankan karena kemampuannya dalam memberikan supresi lemak yang lebih homogen. Oleh karena itu, pemilihan *SPIR*, *SPAIR*, *CHESS*, atau *STIR* harus didasarkan pada kebutuhan klinis spesifik dan kondisi teknis yang ada.⁽¹⁹⁾

SPIR merupakan kombinasi spektral saturasi dan *STIR*. Dalam teknik ini, presisi pulsa radio frekuensi diterapkan pada lemak dengan rentan 100° - 140° . Momen magnetik lemak akan terinversi ke sumbu z. Setelah melewati *Time Inversion (TI)* yang sesuai dengan titik nol lemak, kemudian pulsa eksitasi 90° diterapkan. Karena lemak tidak memiliki magnetisasi longitudinal pada titik ini, pulsa eksitasi tidak menghasilkan magnetisasi transversal pada lemak, sehingga sinyal lemak akan menjadi nol atau tampak gelap pada citra.⁽²⁰⁾ Keunggulan lain *SPIR* adalah kompatibilitasnya dengan agen kontras berbasis *gadolinium*, namun metode *SPIR* masih rentan terhadap inhomogenitas medan magnet yang dapat menyebabkan ketidaksempurnaan penekanan lemak. Meskipun demikian *SPIR* tetap menjadi pilihan yang baik untuk meningkatkan kontras gambar dalam berbagai aplikasi pencitraan MRI.⁽⁹⁾

Menurut penulis, pemilihan metode *SPIR* pada pemeriksaan MRI lidah dengan kontras berdasarkan hasil ekspertisi dokter spesialis radiologi dapat menegakkan diagnosa karsinoma lidah dengan baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan dapat dievaluasi batas tegas dari lesi, penyangatan kontras yang baik karena *SPIR* kompatibel dengan *gadolinium*, dapat dievaluasi penyebaran dari lesi yang ada, serta setelah dikonfirmasi dengan hasil biopsi lesi tersebut memang menunjukkan karsinoma sel skuamosa. Protokol MRI Lidah dengan metode *SPIR* sebagai teknik supresi lemak dapat digunakan sebagai referensi bagi rumah sakit lain dalam menegakkan diagnosa karsinoma lidah.

KESIMPULAN

Teknik supresi lemak yang digunakan untuk menegakkan diagnosa karsinoma lidah di RSUD Sanjiwani Gianyar adalah *SPIR*, karena mampu mensupresi lemak dengan baik pada area lidah, orofaring dan jaringan sekitarnya sehingga batas lesi dapat dievaluasi dengan jelas, dapat digunakan pada berbagai pembobotan, kompatibel dengan penggunaan *gadolinium*. *SPIR* juga menawarkan waktu pemeriksaan yang lebih cepat. Bila pada saat pemeriksaan terjadi kendala ketidaksempurnaan proses supresi lemak karena inhomogenitas medan magnet, maka metode *SPIR* dapat dikombinasikan dengan parameter atau teknik lain yang berguna untuk meningkatkan kualitas citra dan atau mempersingkat waktu *scanning*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tang W, Wang Y, Yuan Y, Tao X. Assessment of tumor depth in oral tongue squamous cell carcinoma with multiparametric MRI: correlation with pathology. *Eur Radiol.* 2022;32(1):254–61.
2. Huopainen P, Jouhi L, Hagstrom J, Apajalahti S. MRI correlates to histopathological data in oral tongue squamous cell carcinoma diagnostics. *Acta Odontol Scand.* 2020;79(3):1–6.
3. Romano A, Di Stasio D, Petruzzi M, Fiori F, Lajolo C, Santarelli A, et al. Noninvasive imaging methods to improve the diagnosis of oral carcinoma and its precursors: State of the art and proposal of a three-step diagnostic process. *Cancers (Basel).* 2021;13(12).
4. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024;74(3):229–63.
5. Wibowo IS, Priyanto W, Hardianto A. Karakteristik karsinoma sel skuamosa rongga mulut di RSUD Dr. Hasan Sadikin Bandung periode Januari-Desember 2019. *J Kedokt dan Kesehat Publ Ilm Fak Kedokt Univ Sriwij.* 2022;9(1):97–102.
6. Maraghelli D, Pietragalla M, Calistri L, Barbato L, Locatello LG, Orlandi M, et al. Techniques, tricks, and stratagems of oral cavity computed tomography and magnetic resonance imaging. *Appl Sci.* 2022;12(3).
7. Varghese J, Kirsch C. Magnetic resonance imaging of the oral cavity and oropharynx. *Top Magn Reson Imaging.* 2021;30(2):79–83.
8. Singh A, Thukral CL, Gupta K, Sood AS, Singla H, Singh K. Role of MRI in evaluation of malignant lesions of tongue and oral cavity. *Polish J Radiol.* 2017;82:92–9.
9. Gaddikeri S, Mossa-Basha M, Andre JB, Hippe DS, Anzai Y. Optimal fat suppression in head and neck MRI: Comparison of Multipoint Dixon with 2 different fat-suppression techniques, spectral presaturation

- and inversion recovery, and STIR. *Am J Neuroradiol.* 2018;39(2):362–8.
10. King AD, Thoeny HC. Functional MRI for the prediction of treatment response in head and neck squamous cell carcinoma: Potential and limitations. *Cancer Imaging [Internet].* 2016;16(1):1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40644-016-0080-6>
 11. Elbadawy WM, Eltomy MA, Ammar MI, Shaban EA. Imaging of oral cavity and oropharyngeal masses: clinico-radiologic correlation. *Egypt J Radiol Nucl Med [Internet].* 2024;55(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s43055-024-01293-0>
 12. Radin E, Marcuzzo A V., de Groodt J, Degrassi F, Calderan L, Ramella V, et al. MRI-based assessment of the mylohyoid muscle in oral squamous cell carcinoma, a 7-point scoring method. *Eur Radiol [Internet].* 2024; Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-024-11016-8>
 13. Hong JH, Lee HY, Kang YH, Lim MK, Kim YJ, Cho SG, et al. Improvement of fat suppression and artifact reduction using IDEAL technique in head and neck MRI at 3T. *Investig Magn Reson Imaging.* 2016;20(1):44.
 14. Ribeiro MM, Rumor L, Oliveira M, O’Neill JG, Maurício JC. STIR, SPIR and SPAIR techniques in magnetic resonance of the breast: A comparative study. *J Biomed Sci Eng.* 2013;06(03):395–402.
 15. Westbrook. MRI at a glance. Teachers’ pension plan annual report. Westbrook. 2016;12(1):1–2.
 16. Clarke B. Magnetic resonance imaging: physical and biological principles. Report. *Neurology.* 2012;38(1):1169–1169.
 17. Jackson A, Sheppard S, Johnson AC, Laitt RD, Kassner A, Jackson A, et al. Imaging of orbital tumors combined fat- and water-suppressed MR imaging of orbital tumors. Report. 2025;20(10):1963–9.
 18. Goo E hoe, Kim S soo. Evaluating compressed SENSE (CS) MRI metal artifact reduction using Pig L-Spine Phantom and transplant patients: Focused on the CS-SEMAC (SPIR), mDixon (O-MAR) and STIR techniques. Report. 2022;2298–312.
 19. Grande del F, Francesco Santini Daniel A Herzka, Michael R C, Garry E. Gold JA carrino. Fat suppression techniques for 3T MRI of the musculoskeletal system. *Physiol Behav.* 2014;176(10):139–48.
 20. Indrati R. Comparing SPIR and SPAIR fat suppression techniques in magnetic resonance imaging (MRI) of wrist joint. *J Med Sci Clin Res.* 2017;05(06):23180–5.