THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF CANCEROUS TUMORS USING MAGNETIC RESONANCE IMAGING

التصوير ثلاثي الأبعاد للأورام السرطانية باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي

Murad Saleh Abdulmahmoud Saif
Junior Researcher, Scientific Organization for Research and Innovation, Yemen

Marwan Farhan Saif Hassan AL-Kamali
PhD, Associate Professor, Department of Industrial Electronics, Sukhoi State Technical University

Scientific Supervisor المشرف العلمي

Abstract: *Three-dimensional (3D) visualization using magnetic resonance imaging (MRI) enhances the assessment and management of cancerous tumors by providing detailed spatial representations. This approach improves surgical planning, treatment monitoring, and patient education, ultimately leading to better outcomes.*

Keywords: *3D visualization, magnetic resonance imaging, cancer, surgical planning, treatment monitoring.*

مراد صالح عبدالمحمود سيف
باحث مبتدئ، المنظمة العلمية للبحوث والابتكارات، الجمهورية اليمنية

الخلاصة : يُحسّن التصوير ثلاثي الأبعاد (3D) باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) تقييم الأورام السرطانية وإدارتها من خلال توفير تمثيلات مكانية مفصلة. يُحسّن هذا النهج التخطيط الجراحي، ومراقبة العلاج، وتثقيف المرضى، مما يؤدي في النهاية إلى نتائج أفضل.

الكلمات المفتاحية : التصوير ثلاثي الأبعاد، التصوير بالرنين المغناطيسي، السرطان، التخطيط الجراحي، مراقبة العلاج.

د.م. مروان فرحان سيف حسن الكمالي
أستاذ مشارك في قسم الإلكترونيات الصناعية بجامعة سخوي الحكومية التقنية

Introduction

Three-dimensional (3D) visualization of cancerous tumors using magnetic resonance imaging (MRI) has transformed the landscape of oncology. This innovative approach enhances tumor assessment, surgical planning, and treatment monitoring by providing detailed spatial representations. Integrating advanced imaging techniques with histopathological data allows for more accurate tumor characterization. As a result, 3D visualization plays a crucial role in improving patient outcomes and personalizing cancer treatment strategies.

المقدمة

لقد أحدث التصوير ثلاثي الأبعاد للأورام السرطانية باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) نقلة نوعية في مجال علم الأورام. يُحسّن هذا النهج المبتكر تقييم الأورام، والتخطيط الجراحي، ومراقبة العلاج من خلال توفير تمثيلات مكانية مفصلة. يتيح دمج تقنيات التصوير المتقدمة مع البيانات النسيجية المرضية تحديدًا أكثر دقة للأورام. ونتيجةً لذلك، يلعب التصوير ثلاثي الأبعاد دورًا حاسمًا في تحسين نتائج المرضى وتخصيص استراتيجيات علاج السرطان.

Results and discussion

The integration of three-dimensional (3D) visualization techniques with magnetic resonance imaging (MRI) has significantly advanced the understanding and management of cancerous tumors. This approach enhances the visualization of tumor morphology, aiding in surgical planning and treatment evaluation.

3D Modeling Techniques

1. **Image Fusion**: The combination of MRI data with histopathological findings allows for a comprehensive 3D model that accurately represents tumor boundaries and characteristics. This method utilizes software such as 3D Slicer and Fusion 360 to create detailed models from both imaging and histological data, facilitating better interdisciplinary communication among healthcare providers [1].
2. **Histopathological Integration**: By incorporating histopathological tumor borders into the 3D models, clinicians can visualize the tumor in relation to surrounding tissues. This integration is crucial for understanding tumor margins and planning surgical interventions, particularly in complex cases such as oral squamous cell carcinoma (OSCC) [1].
3. **Diffusion Imaging**: The use of diffusion-weighted MRI sequences enhances the differentiation between malignant and benign tissues. This technique improves the accuracy of tumor segmentation, which is essential for creating reliable 3D models [1].

Clinical Applications

1. **Surgical Planning**: The 3D visualization of tumors allows surgeons to better assess tumor size, location, and relationship to critical anatomical structures. This information is vital for planning minimally invasive surgical approaches and improving surgical outcomes [1].
2. **Treatment Monitoring**: 3D models can be used to evaluate tumor response to therapies over time. By comparing pre- and post-treatment models, clinicians can assess changes in tumor volume and morphology, which are important indicators of treatment efficacy[2].
3. **Patient Education**: Visualizing tumors in 3D can enhance patient understanding of their condition and treatment options. This can lead to improved patient engagement and satisfaction with the treatment process [2].

النتائج والمناقشة

أدى دمج تقنيات التصوير ثلاثي الأبعاد (3D) مع التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) إلى تطور كبير في فهم الأورام السرطانية وإدارتها. يُحسّن هذا النهج من تصور مورفولوجيا الورم، مما يُساعد في التخطيط الجراحي وتقييم العلاج.

تقنيات النمذجة ثلاثية الأبعاد

1. **دمج الصور**: يتيح دمج بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي مع النتائج النسيجية المرضية نموذجًا ثلاثي الأبعاد شاملًا يُمثل بدقة حدود الورم وخصائصه. تستخدم هذه الطريقة برامج مثل 3 D Slicer و360 Fusion لإنشاء نماذج مفصلة من كل من بيانات التصوير والبيانات النسيجية، مما يُسهل التواصل بين التخصصات المختلفة بين مُقدمي الرعاية الصحية [1].
2. **التكامل النسيجي المرضي:** من خلال دمج حدود الورم النسيجي المرضي في النماذج ثلاثية الأبعاد، يُمكن للأطباء تصور الورم وعلاقته بالأنسجة المحيطة به. يُعد هذا التكامل بالغ الأهمية لفهم هوامش الورم وتخطيط التدخلات الجراحية، وخاصةً في الحالات المعقدة مثل سرطان الخلايا الحرشفية الفموي (OSCC) [1].
3. **التصوير الانتشاري:** يُحسّن استخدام تسلسلات التصوير بالرنين المغناطيسي الموزونة بالانتشار التمييز بين الأنسجة الخبيثة والحميدة. تُحسّن هذه التقنية دقة تقسيم الورم، وهو أمرٌ أساسي لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد موثوقة [1].

التطبيقات السريرية

1. **التخطيط الجراحي:** يُتيح التصوير ثلاثي الأبعاد للأورام للجراحين تقييم حجم الورم وموقعه وعلاقته بالهياكل التشريحية الحرجة بشكل أفضل. تُعد هذه المعلومات حيوية لتخطيط الأساليب الجراحية الأقل توغلًا وتحسين النتائج الجراحية [1].
2. **مراقبة العلاج:** يُمكن استخدام النماذج ثلاثية الأبعاد لتقييم استجابة الورم للعلاجات بمرور الوقت. من خلال مقارنة نماذج ما قبل العلاج وما بعده، يُمكن للأطباء تقييم التغيرات في حجم الورم وشكله، وهي مؤشرات مهمة لفعالية العلاج [2].
3. **تثقيف المريض:** يُمكن أن يُعزز تصوير الأورام ثلاثي الأبعاد فهم المريض لحالته وخيارات العلاج المتاحة. يُمكن أن يؤدي ذلك إلى تحسين مشاركة المريض ورضاه عن عملية العلاج[2].

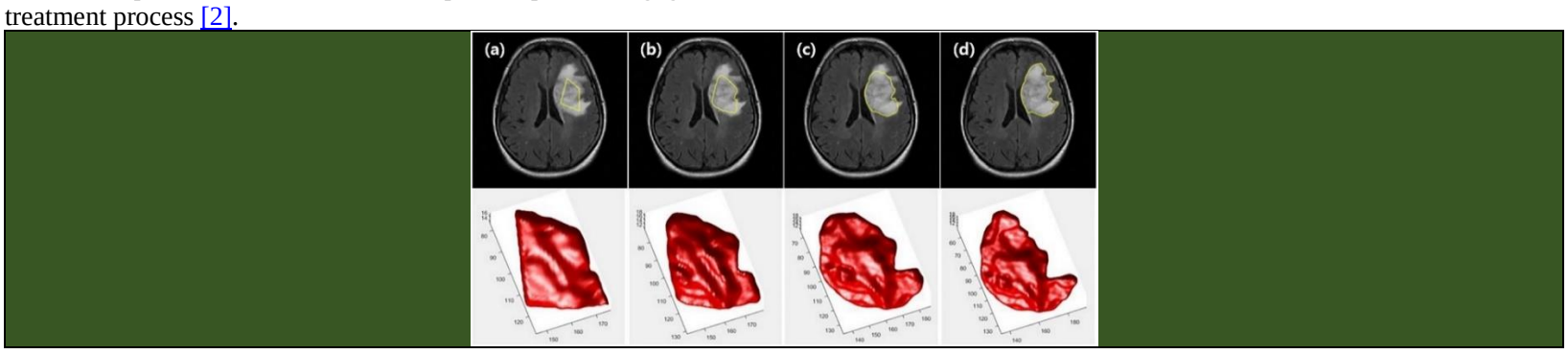

Image sample AI-assisted Segmentation Tool for Brain Tumor MR Image Analysis: Tumor segmentation results of the TumorPrism3D: a The user starts drawing a contour inside the tumor, and the segmented area automatically expands. b Intermediate segmentation closer to the initial image. c Intermediate segmentation closer to the final image. d Final result [3]

عينة صورة لأداة تجزئة بمساعدة الذكاء الاصطناعي لتحليل صور الرنين المغناطيسي لأورام الدماغ: نتائج تجزئة الورم باستخدام TumorPrism3D: أ- يبدأ المستخدم برسم محيط داخل الورم، وتتوسع الطبقة المجزأة تلقائيا. ب- تجزئات متوسطة أقرب إلى الصورة الأولية. ج- تجزئات متوسطة أقرب إلى الصورة النهائية. د- النتيجة النهائية[3]

Despite the advantages of 3D visualization, several challenges remain. The complexity of accurately modeling soft tissue tumors, which can deform during resection, poses significant difficulties. Additionally, the integration of various imaging modalities and histopathological data requires advanced software and expertise [1].

Future research should focus on refining these modeling techniques and exploring the potential of real-time 3D visualization during surgical procedures. The development of user-friendly software tools that can be easily integrated into clinical workflows will also be essential for widespread adoption [3].

على الرغم من مزايا التصوير ثلاثي الأبعاد، لا تزال هناك تحديات عديدة. فتعقيد النمذجة الدقيقة لأورام الأنسجة الرخوة، التي قد تتشوه أثناء الاستئصال، يُشكل صعوبات كبيرة. إضافةً إلى ذلك، يتطلب دمج مختلف وسائل التصوير والبيانات النسيجية المرضية برامج وخبرات متقدمة [1].

ينبغي أن تُركز الأبحاث المستقبلية على تحسين تقنيات النمذجة هذه واستكشاف إمكانات التصوير ثلاثي الأبعاد الآني أثناء العمليات الجراحية. كما سيكون تطوير أدوات برمجية سهلة الاستخدام، يمكن دمجها بسهولة في سير العمل السريري، أمرًا ضروريًا لاعتمادها على نطاق واسع[3].

Conclusion

The application of 3D visualization techniques in conjunction with MRI represents a significant advancement in the management of cancerous tumors. By enhancing the understanding of tumor characteristics and improving surgical planning, these technologies have the potential to improve patient outcomes and facilitate more personalized treatment approaches.

الخاتمة

يُمثل تطبيق تقنيات التصوير ثلاثي الأبعاد بالتزامن مع التصوير بالرنين المغناطيسي تقدمًا ملحوظًا في إدارة الأورام السرطانية. فمن خلال تعزيز فهم خصائص الورم وتحسين التخطيط الجراحي، تتمتع هذه التقنيات بالقدرة على تحسين نتائج المرضى وتسهيل أساليب علاج أكثر تخصيصًا.

Literature المراجع والمصادر

1. Wierzbicki, R., Pawłowicz, M., Job, J. et al. 3D mixed-reality visualization of medical imaging data as a supporting tool for innovative, minimally invasive surgery for gastrointestinal tumors and systemic treatment as a new path in personalized treatment of advanced cancer diseases. J Cancer Res Clin Oncol 148, 237–243 (2022). https://doi.org/10.1007/s00432-021-03680-w
2. Zapolski, A. 3D Printing Technology Revolutionizing the Production of Prosthetic Parts [Электронный ресурс] / A. Zapolski ; науч. рук. M. F. S. H. AL-Kamali // МИТРо 2023 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : тезисы докл. науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых / Гомель, 6 декабря 2023 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 153.
3. Суторьма, И. И. От концепции к реальности: развитие технологий 3D-печати за последние десять лет / И. И. Суторьма ; науч. рук. М. Ф. С. Х. Аль-Камали [Электронный ресурс] // МИТРо 2024 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : материалы докл. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 6 дек. 2024 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 240–241.