

VAI TRÒ CỦA SIÊU ÂM TRONG PHẪU THUẬT U NỘI SỌ

Văn Hoài Thương¹, Dương Trung Kiên² và Phạm Hồng Đức^{1,2,3,✉}

¹Trường Đại học Y Hà Nội

²Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn

³Bệnh viện Tai Mũi Họng Trung ương

Nghiên cứu nhằm đánh giá vai trò và giá trị hỗ trợ của siêu âm trong phẫu thuật (SATPT) trong định vị, xác định ranh giới và phát hiện u tồn dư ở bệnh nhân u nội sọ, đối chiếu với cộng hưởng từ (CHT) sau mổ sớm. Nghiên cứu mô tả hồi cứu kết hợp tiến cứu trên 34 bệnh nhân phẫu thuật u nội sọ có sử dụng SATPT tại Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn từ 01/2021 đến 03/2026; CHT sau mổ trong 48 giờ là tiêu chuẩn tham chiếu. SATPT định vị đúng khối u trong 34/34 trường hợp. Tỷ lệ lấy u triệt để trên CHT sau mổ là 73,5%. Trong phát hiện u tồn dư, SATPT có độ nhạy 55,6%, độ đặc hiệu 100%, giá trị dự báo dương 100%, giá trị dự báo âm 86,2% và độ chính xác 88,2%. Các trường hợp bỏ sót chủ yếu là phần tồn dư nhỏ, nằm sâu hoặc rìa hốc mổ không rõ. SATPT là phương tiện thời gian thực hữu ích, chi phí hợp lý, nhưng cần phối hợp với CHT trong u xâm lấn.

Từ khóa: Siêu âm trong phẫu thuật, u nội sọ, cộng hưởng từ, mức độ cắt bỏ, u tồn dư.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phẫu thuật vẫn giữ vai trò trung tâm trong điều trị nhiều loại u nội sọ, với nguyên tắc cốt lõi là lấy u tối đa nhưng không làm tăng nguy cơ thiếu hụt thần kinh mới. Ở u thần kinh đệm ác tính, mức độ cắt bỏ khối u là một yếu tố liên quan chặt chẽ với thời gian sống thêm và kiểm soát tại chỗ; ở u di căn hoặc u ngoài trục, lấy u tối đa cũng góp phần giảm hiệu ứng khối, cải thiện triệu chứng và tạo điều kiện cho các phương pháp điều trị bổ trợ.^{1,2} Tuy nhiên, mục tiêu “lấy u tối đa an toàn” thường bị giới hạn bởi ranh giới u không rõ, vị trí gần vùng chức năng và sự khác biệt giữa hình ảnh trước mổ với thực địa phẫu thuật.

Cộng hưởng từ (CHT) trước mổ và hệ thống định vị thần kinh giúp lập kế hoạch đường vào, nhưng độ chính xác giảm dần sau khi mở sọ do mất dịch não tủy, phù nề, xẹp nhu mô và thay

đổi hình dạng não, còn gọi là hiện tượng di lệch não (brain shift).³ Vì vậy, các kỹ thuật hình ảnh trong mổ có khả năng cập nhật trường phẫu thuật theo thời gian thực ngày càng được quan tâm, đặc biệt tại các trung tâm chưa có điều kiện triển khai CHT trong mổ.

Siêu âm trong phẫu thuật (SATPT) là phương tiện có nhiều ưu điểm: thực hiện ngay tại bàn mổ, lặp lại nhiều lần, không dùng bức xạ ion hóa, chi phí thấp hơn CHT trong mổ và có thể kết hợp Doppler để nhận diện mạch máu lân cận. Các tổng quan và phân tích gộp cho thấy SATPT có độ đặc hiệu cao trong phát hiện u tồn dư sau cắt bỏ u thần kinh đệm, nhưng độ nhạy phụ thuộc đáng kể vào chất lượng hình ảnh, loại u, kích thước phần tồn dư và kinh nghiệm người thực hiện.^{4,5}

Những năm gần đây, y văn ghi nhận nhiều hướng phát triển nhằm nâng cao hiệu quả của SATPT, bao gồm siêu âm tăng cường tương phản, tích hợp với định vị thần kinh, siêu âm 3D, kết hợp chất huỳnh quang và các thuật toán hỗ trợ phân đoạn bằng trí tuệ nhân tạo.^{6,13-}

¹⁵ Tuy vậy, trong thực hành thường quy, SATPT

Tác giả liên hệ: Phạm Hồng Đức

Trường Đại học Y Hà Nội

Email: phamhongduc@hmu.edu.vn

Ngày nhận: 29/04/2026

Ngày được chấp nhận: 25/05/2026

B-mode kết hợp Doppler vẫn là nền tảng quan trọng vì tính khả dụng cao, đặc biệt tại các bệnh viện có nguồn lực trung bình hoặc hạn chế.

Tại Việt Nam, dữ liệu công bố về ứng dụng SATPT trong phẫu thuật u nội sọ còn chưa nhiều, nhất là các nghiên cứu đối chiếu có hệ thống với CHT sau mổ sớm. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá vai trò và giá trị hỗ trợ của SATPT trong định vị, xác định ranh giới khối u và phát hiện phần u còn sót trong quá trình phẫu thuật, với CHT sau phẫu thuật trong vòng 48 giờ là tiêu chuẩn tham chiếu.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Đối tượng nghiên cứu gồm các bệnh nhân được chẩn đoán u nội sọ, có chỉ định phẫu thuật cắt bỏ khối u và được sử dụng SATPT tại Khoa Phẫu thuật Thần kinh, Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn trong thời gian từ tháng 01/2021 đến tháng 03/2026.

Tiêu chuẩn lựa chọn gồm

Có chẩn đoán u nội sọ dựa trên lâm sàng và CHT trước mổ; được phẫu thuật có sử dụng SATPT; có đầy đủ CHT sọ não trước mổ và CHT sau mổ sớm trong vòng 48 giờ; có kết quả giải phẫu bệnh sau phẫu thuật; và đồng ý tham gia nghiên cứu hoặc có sự đồng thuận của người giám hộ đối với bệnh nhân dưới 18 tuổi.

Tiêu chuẩn loại trừ gồm

Từ chối tham gia nghiên cứu; khối u không quan sát được trên SATPT do kích thước quá nhỏ hoặc ảnh giả che lấp; thiếu dữ liệu CHT trước mổ, CHT sau mổ hoặc giải phẫu bệnh; hình ảnh không đủ chất lượng để phân tích.

2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu

Mô tả, quan sát, kết hợp hồi cứu và tiến cứu tại một trung tâm. Cỡ mẫu được chọn theo phương pháp thuận tiện, lấy toàn bộ 34

bệnh nhân thỏa mãn tiêu chuẩn trong thời gian nghiên cứu. Tiêu chuẩn tham chiếu để đánh giá mức độ cắt bỏ là CHT sọ não sau mổ sớm trong vòng 48 giờ. Đây là thời điểm được sử dụng rộng rãi nhằm hạn chế nhầm lẫn giữa mô u còn sót và ngấm thuốc phản ứng sau phẫu thuật.⁸

Tất cả bệnh nhân được chụp CHT sọ não trước và sau phẫu thuật bằng máy 1,5 Tesla (Siemens), bao gồm các chuỗi T1W trước và sau tiêm thuốc đối quang từ, T2W, FLAIR, T2* và khuếch tán. Phần u còn sót trên CHT được xác định khi còn vùng ngấm thuốc đối quang từ dạng nốt hoặc dạng viền bất thường tại vị trí phẫu thuật, có bề dày trên 5 mm hoặc có hình thái khu trú rõ, tương ứng với vùng u ngấm thuốc trước mổ và không phù hợp với ngấm thuốc phản ứng mỏng, đều quanh hốc mổ. Kết quả CHT được đọc độc lập và làm mù với kết quả SATPT bởi 2 bác sĩ chẩn đoán hình ảnh có kinh nghiệm. Trường hợp có khác biệt trong nhận định được thống nhất bằng thảo luận đồng thuận trước khi đưa vào phân tích.

SATPT được thực hiện bằng máy BK5000 với đầu dò tần số 13 MHz trong điều kiện vô trùng. SATPT được phẫu thuật viên phối hợp với bác sĩ siêu âm sử dụng trực tiếp trong mổ; hình ảnh lưu trữ được nhóm nghiên cứu đối chiếu lại với dữ liệu CHT sau mổ trong quá trình phân tích. Quy trình siêu âm gồm ba thời điểm: trước khi cắt bỏ để xác định vị trí, ranh giới khối u, độ sâu từ bề mặt não và liên quan với cấu trúc lân cận; trong quá trình cắt bỏ để theo dõi tiến trình lấy u và tìm tổn thương còn sót; sau khi cắt bỏ để đánh giá hốc mổ. Dung dịch NaCl 0,9% vô trùng được sử dụng làm môi trường tiếp âm; độ sâu, tiêu điểm và độ khuếch đại được điều chỉnh theo từng trường hợp. Doppler màu được sử dụng khi cần đánh giá mạch máu liên quan. Các trường hợp được thực hiện theo cùng quy trình chuẩn, cùng hệ thống máy và cùng tiêu chí nhận định; trước phân tích, hình

ảnh SATPT lưu trữ được rà soát theo nguyên tắc đồng thuận giữa phẫu thuật viên và bác sĩ chẩn đoán hình ảnh nhằm giảm sai số quan sát.

Biến số nghiên cứu gồm tuổi, giới, triệu chứng lâm sàng, tiền sử ung thư, mô bệnh học, đặc điểm CHT, đặc điểm hồi âm trên SATPT, khả năng định vị u, mức độ rõ ranh giới, khả năng nhận diện mạch máu, phát hiện u tồn dư và độ chính xác của SATPT so với CHT sau mổ. Tiêu chuẩn nghi ngờ u tồn dư trên SATPT là vùng hồi âm bất thường, không đều, dày trên 5 mm, kéo dài từ thành hốc mổ vào nhu mô não, còn tồn tại sau khi rửa hốc mổ bằng NaCl 0,9%, điều chỉnh góc quét và loại trừ các nhiễu ảnh do khí, máu cục hoặc vật liệu cầm máu, theo tiêu chuẩn đã được mô tả trong y văn.⁷

Số liệu được xử lý bằng SPSS. Biến định tính được trình bày bằng tần số và tỷ lệ phần

trăm. Do CHT sau mổ sớm được sử dụng làm tiêu chuẩn tham chiếu, phân tích chính tập trung vào độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị dự báo dương, giá trị dự báo âm và độ chính xác của SATPT trong phát hiện u tồn dư. Khoảng tin cậy 95% của các chỉ số chẩn đoán được ước tính theo phương pháp Wilson do cỡ mẫu nhỏ.

3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu là một phần của đề tài tốt nghiệp Thạc sĩ và đã được thông qua Hội đồng đề cương của Trường Đại học Y Hà Nội. Các bệnh nhân không phát sinh thêm chi phí do việc sử dụng SATPT vì thiết bị thuộc hệ thống trang bị của bệnh viện. Thông tin người bệnh được mã hóa, chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu khoa học.

III. KẾT QUẢ

Bảng 1. Đặc điểm chung và mô bệnh học của đối tượng nghiên cứu (n = 34)

	Đặc điểm	n	%
Nhóm tuổi	< 18 tuổi	2	5,9
	18 - 50 tuổi	12	35,3
	51 - 70 tuổi	17	50,0
	≥ 70 tuổi	3	8,8
Giới tính	Nam	15	44,1
	Nữ	19	55,9
Triệu chứng/tiền sử	Đau đầu	32	94,1
	Động kinh	5	14,7
	Dấu hiệu thần kinh khu trú	4	11,8
	Tiền sử ung thư	6	17,6
Mô bệnh học	Meningioma	12	35,3
	Metastasis	8	23,5
	Glioblastoma	7	20,6
	Lymphoma	2	5,9
	Angioblastoma	1	2,9
	Atypical teratoid/rhabdoid tumor	1	2,9
	Ganglioglioma	1	2,9
	Medulloblastoma	1	2,9
	Myxoid glioneuronal tumor	1	2,9

Trong 34 bệnh nhân nghiên cứu, nhóm tuổi 51 - 70 chiếm tỷ lệ cao nhất (50,0%), tiếp theo là nhóm 18 - 50 tuổi (35,3%). Nữ chiếm 55,9% và nam chiếm 44,1%. Đau đầu là triệu chứng thường gặp nhất (94,1%); động kinh và dấu hiệu thần kinh khu trú lần lượt chiếm 14,7% và 11,8%. Có 6 bệnh nhân (17,6%) có tiền sử ung thư, phù hợp với tỷ lệ u di căn tương đối cao

trong mẫu nghiên cứu.

Về mô bệnh học, u màng não là nhóm thường gặp nhất (35,3%). Trong nhóm u trong trực, u di căn chiếm 23,5% và glioblastoma chiếm 20,6%; các loại u còn lại có tỷ lệ thấp. Cơ cấu mô bệnh học này phản ánh tính không đồng nhất của nhóm u nội sọ được phẫu thuật có sử dụng SATPT trong thực hành lâm sàng.

Bảng 2. Đối chiếu dấu hiệu trên CHT với đặc điểm hồi âm trên SATPT

Dấu hiệu	n	Tăng âm	Giảm âm	Hỗn hợp âm
Ngấm thuốc	34	34/34 (100%)	0	0
Hoại tử	16	0	4/16 (25%)	12/16 (75%)
Nang	10	1/10 (10%)	9/10 (90%)	0
Vôi hóa	2	2/2 (100%)	0	0
Phù não	28	28/28 (100%)	0	0

Một khối u có thể có nhiều dấu hiệu trên CHT; tỷ lệ trong bảng phản ánh biểu hiện hồi âm nổi bật tương ứng với từng dấu hiệu hình ảnh

Khi đối chiếu các dấu hiệu trên CHT với đặc điểm hồi âm, vùng đặc ngấm thuốc thường biểu hiện tăng âm trên SATPT. Thành phần hoại tử chủ yếu có hồi âm hỗn hợp, trong khi thành phần nang thường giảm âm. Vôi hóa biểu hiện tăng âm mạnh. Phù não quanh u được ghi nhận như vùng tăng âm nhẹ, lan tỏa hơn so với nhu mô não lành lân cận.

SATPT xác định được vị trí khối u phù hợp với CHT trước mổ trong 34/34 trường hợp. Ranh giới khối u rõ hơn ở u ngoài trực, đặc biệt là u màng não; ngược lại, ranh giới thường không rõ ở các u trong trực ác tính như glioblastoma và lymphoma, phù hợp với đặc điểm xâm lấn lan tỏa của nhóm bệnh này.

Bảng 3. Mức độ phù hợp giữa SATPT và CHT sau phẫu thuật trong đánh giá u tồn dư

CHT sau PT	SATPT	Hết u	Còn u	Tổng
Hết u		25	0	25
Còn u		4	5	9
Tổng		29	5	34
Chỉ số đánh giá	Công thức	Kết quả	KTC 95%	
Tỷ lệ lấy u triệt để trên CHT	25/34	73,5%	-	
Độ nhạy phát hiện u tồn dư	5/9	55,6%	26,7 - 81,1	

CHT sau PT	SATPT	Hết u	Còn u	Tổng
Độ đặc hiệu		25/25	100%	86,7 - 100
Giá trị dự báo dương		5/5	100%	56,6 - 100
Giá trị dự báo âm		25/29	86,2%	69,4 - 94,5
Độ chính xác		30/34	88,2%	73,4 - 95,3

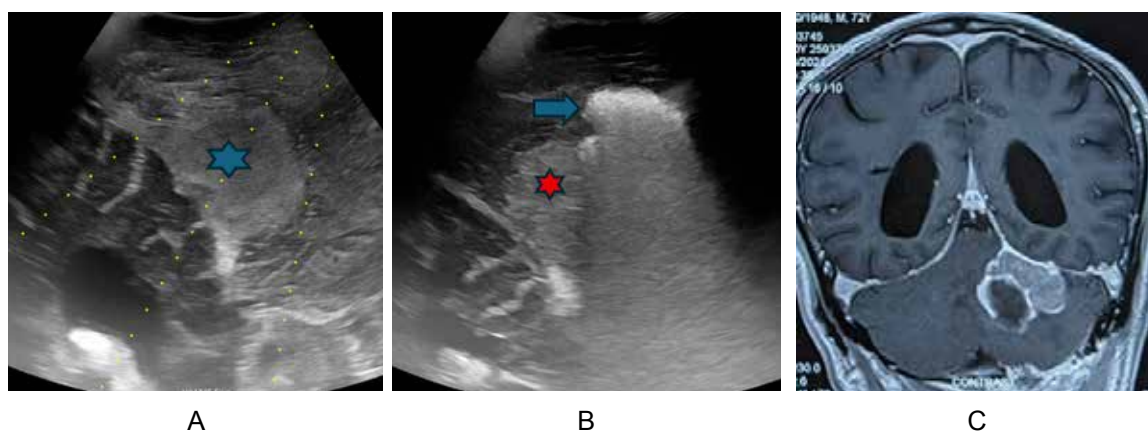
CHT: cộng hưởng từ; PT: phẫu thuật; KTC: khoảng tin cậy. Các chỉ số chẩn đoán được tính với CHT sau mổ trong 48 giờ làm tiêu chuẩn tham chiếu

Đối chiếu với CHT sau mổ, tỷ lệ lấy u triệt để là 25/34 trường hợp (73,5%). SATPT xác định đúng 30/34 trường hợp, tương ứng độ chính xác 88,2% (KTC 95%: 73,4 - 95,3). SATPT xác định đúng toàn bộ 25 trường hợp không còn u trên CHT sau mổ; tuy nhiên, trong 9 trường hợp còn u trên CHT, SATPT phát hiện được 5 trường hợp và bỏ sót 4 trường hợp.

Trong 5 trường hợp SATPT phát hiện còn u, có 4 trường hợp là glioblastoma xâm lấn vùng chức năng, phẫu thuật viên chủ động để lại nhằm bảo tồn chức năng; 1 trường hợp là u di căn hố sau nằm sâu, sát lều tiểu não, khó tiếp cận (Hình 1). Bốn trường hợp âm tính giả trên SATPT gồm 2 u di căn, 1 glioblastoma và

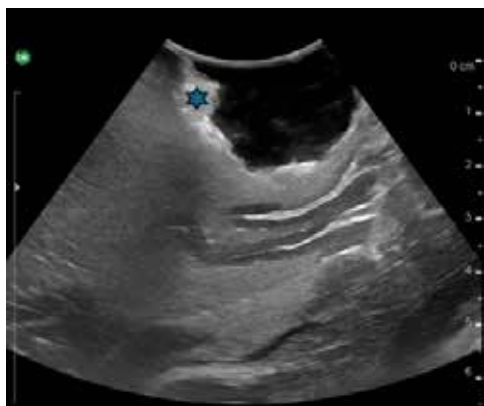
1 lymphoma; các phần tồn dư chủ yếu là vùng ngấm thuốc mỏng ở rìa hốc mổ hoặc tổn thương nhỏ, nằm sâu. Tất cả trường hợp u màng não được xác định lấy hết u trên cả SATPT và CHT sau mổ.

SATPT còn hỗ trợ đánh giá hốc mổ theo thời gian thực, phát hiện vùng nghi ngờ u tồn dư mà quan sát trực tiếp dưới kính hiển vi có thể bỏ sót, từ đó định hướng phẫu thuật viên lấy thêm tổ chức bệnh lý khi an toàn (Hình 2). Ở các khối u nằm sâu, SATPT giúp đo khoảng cách từ bề mặt não đến bờ u để chọn đường vào phù hợp. Doppler màu giúp nhận diện mạch máu lớn nằm sát khối u, hỗ trợ hạn chế nguy cơ tổn thương mạch trong quá trình phẫu tích.

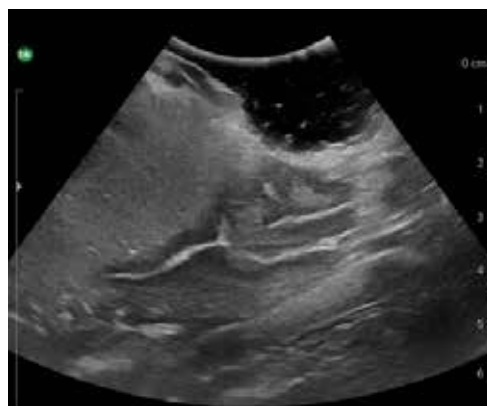


Hình 1. U di căn hố sau nằm sát lều tiểu não trái ở bệnh nhân 72 tuổi

SATPT trước cắt bỏ cho thấy khối u (A, dấu sao); mô u được chủ động để lại do vị trí sâu, sát lều tiểu não (B, dấu sao); hốc mổ sau lấy u có nhiều ảnh do vật liệu cầm máu (B, mũi tên); CHT sau mổ còn phần u ngấm thuốc (C)



A



B

Hình 2. SATPT trong phẫu thuật u di căn thùy trán trái sát liền đại não ở bệnh nhân 36 tuổi

Sau cắt bỏ còn vùng tăng âm nghi ngờ u tồn dư (A, dấu sao); sau khi lấy thêm, vùng nghi ngờ không còn thấy trên SATPT kiểm tra (B)

IV. BÀN LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy SATPT là phương tiện hình ảnh thời gian thực có vai trò hỗ trợ trong phẫu thuật u nội sọ, với tỷ lệ xác định đúng vị trí khối u đạt 100%. Đây là ưu điểm thực tiễn quan trọng của SATPT vì hình ảnh được cập nhật ngay trong mổ, không phụ thuộc hoàn toàn vào dữ liệu CHT trước mổ vốn có thể sai lệch do brain shift. Nhận định này phù hợp với các tổng quan gần đây, trong đó SATPT được xem là phương tiện dẫn đường thời gian thực, linh hoạt và có thể lặp lại nhiều lần trong quá trình cắt bỏ u.⁴⁻⁶

Sự khác biệt về đặc điểm hồi âm giữa các thành phần u trong nghiên cứu có ý nghĩa gợi ý trong thực hành. Vùng đặc ngấm thuốc và phần u đặc thường tăng âm, trong khi hoại tử và nang có xu hướng giảm âm hoặc hỗn hợp âm. Tuy nhiên, không nên diễn giải các dấu hiệu này như tiêu chuẩn mô bệnh học độc lập, vì hồi âm trong mổ chịu ảnh hưởng bởi góc quét, độ sâu, dịch trong hốc mổ, máu cục, khí và vật liệu cầm máu. Do đó, vai trò của SATPT thể hiện rõ nhất khi được sử dụng theo chuỗi thời gian: khảo sát trước cắt bỏ, so sánh trong quá trình lấy u và

đánh giá lại hốc mổ sau cắt bỏ.

Khi lấy CHT sau mổ sớm làm tiêu chuẩn tham chiếu, SATPT đạt độ chính xác 88,2% trong đánh giá u tồn dư. Kết quả này cho thấy ưu thế nổi bật của SATPT là độ đặc hiệu rất cao: khi SATPT phát hiện vùng bất thường rõ trong hốc mổ, khả năng đó là u tồn dư trên CHT sau mổ rất cao. Tuy nhiên, độ nhạy 55,6% cũng cho thấy SATPT không nên được xem là phương tiện thay thế CHT sau mổ sớm, mà là công cụ hỗ trợ ra quyết định theo thời gian thực trong phẫu thuật. Phân tích gộp của Trevisi và cộng sự ghi nhận SATPT có độ đặc hiệu cao hơn độ nhạy trong phát hiện u tồn dư sau phẫu thuật glioma lan tỏa, phù hợp với kết quả của chúng tôi khi không ghi nhận trường hợp dương tính giả nhưng có 4 trường hợp âm tính giả.⁴

Các trường hợp SATPT bỏ sót u tồn dư chủ yếu là tổn thương nhỏ, ở rìa hốc mổ, nằm sâu hoặc thuộc nhóm u trong trục có ranh giới không rõ. Độ nhạy chưa cao trong nghiên cứu này có thể liên quan đến ba nhóm yếu tố: cỡ mẫu còn ít trường hợp còn u trên CHT (9 trường hợp), kích thước và vị trí phần tồn dư khó khảo sát,

và nhiều ảnh trong hốc mỡ sau cắt bỏ. Đây là hạn chế đã được mô tả trong nhiều nghiên cứu, do mô u tồn dư có thể có hồi âm gần giống nhu mô phù nề, mô tổn thương sau cắt bỏ hoặc bị che lấp bởi nhiều ảnh từ máu, khí và vật liệu cầm máu.^{5,7} Vì vậy, trong các u xâm lấn như glioblastoma hoặc lymphoma, SATPT nên được xem là phương tiện hỗ trợ ra quyết định trong mổ, không thay thế cho CHT sau mổ sớm và đánh giá đa mô thức.

Ảnh hưởng của mô bệnh học tới hiệu quả SATPT cũng cần được lưu ý. Tất cả u màng não trong nghiên cứu đều được đánh giá lấy hết u trên SATPT và CHT sau mổ, có thể do vị trí ngoài trục, ranh giới rõ với nhu mô não và đặc điểm hồi âm dễ nhận biết. Ngược lại, glioblastoma và lymphoma thường có tính xâm lấn hoặc thâm nhiễm lan tỏa, làm giảm tương phản hồi âm giữa mô u còn sót và nhu mô phù nề/tổn thương sau cắt bỏ. U di căn thường có ranh giới rõ hơn nhưng phần tồn dư mỏng ở rìa hốc mỡ hoặc nằm sâu, đặc biệt vùng hố sau, vẫn có thể bị bỏ sót. Kết quả này gợi ý SATPT có tính ứng dụng đặc biệt thuận lợi trong các u ngoài trục hoặc khối u có giới hạn rõ, đồng thời vẫn có vai trò định hướng đường vào, đánh giá tương quan mạch máu và kiểm tra hốc mỡ ở các u trong trục.

Một điểm có ý nghĩa thực tiễn của nghiên cứu là SATPT đã trực tiếp hỗ trợ thay đổi quyết định trong mổ ở một số trường hợp: phát hiện mô nghi ngờ còn sót để tiếp tục lấy thêm khi an toàn, xác định phần u cần để lại do xâm lấn vùng chức năng hoặc vị trí khó tiếp cận, và nhận diện mạch máu lớn bằng Doppler. Các nghiên cứu cập nhật về siêu âm tăng cường tương phản, phối hợp fluorescein sodium và phân đoạn bằng trí tuệ nhân tạo cho thấy tiềm năng cải thiện thêm khả năng nhận diện ranh giới và u tồn dư, nhưng các kỹ thuật này chưa phải lúc nào cũng sẵn có trong thực hành

thường quy.¹³⁻¹⁵

So với CHT trong mổ, SATPT có lợi thế về chi phí, thời gian triển khai và tính linh hoạt, phù hợp với điều kiện của nhiều bệnh viện. Tuy nhiên, CHT trong mổ vẫn có ưu thế trong đánh giá toàn bộ trường mổ và các phần tồn dư rất nhỏ hoặc ngoài vùng khảo sát siêu âm. Vì vậy, hướng tiếp cận hợp lý không phải là thay thế hoàn toàn giữa các phương tiện, mà là sử dụng SATPT như công cụ dẫn đường thời gian thực trong mổ và CHT sau mổ sớm như tiêu chuẩn kiểm tra kết quả cắt bỏ.^{11,12}

Nghiên cứu có một số hạn chế cần được nhìn nhận. Cỡ mẫu còn nhỏ, thực hiện tại một trung tâm và bao gồm nhiều loại mô bệnh học khác nhau, do đó chưa đủ mạnh để phân tích riêng từng nhóm u và chưa khảo sát kết cục dài hạn như tái phát, sống thêm hoặc chất lượng sống. Các nghiên cứu tiếp theo nên có thiết kế đa trung tâm, cỡ mẫu lớn hơn, phân tích riêng theo từng nhóm u và đánh giá định lượng thể tích u tồn dư để tăng giá trị bằng chứng. Mặc dù vậy, nghiên cứu cung cấp dữ liệu thực tế tại Việt Nam, đối chiếu trực tiếp SATPT với CHT sau mổ sớm và làm rõ cả giá trị lẫn giới hạn của kỹ thuật trong thực hành phẫu thuật u nội sọ.

V. KẾT LUẬN

SATPT là phương tiện hình ảnh thời gian thực có vai trò hỗ trợ quan trọng trong phẫu thuật u nội sọ, giúp định vị chính xác khối u, đánh giá ranh giới, hỗ trợ lựa chọn đường tiếp cận, nhận diện mạch máu liên quan và kiểm tra hốc mỡ sau cắt bỏ. Trong nghiên cứu này, SATPT có độ chính xác 88,2% và độ đặc hiệu cao trong phát hiện u tồn dư khi đối chiếu với CHT sau mổ sớm. Hạn chế chính là khả năng bỏ sót các phần u nhỏ, nằm sâu hoặc ranh giới không rõ ở nhóm u trong trục xâm lấn; do đó SATPT nên được sử dụng phối hợp với CHT sau mổ và các kỹ thuật hỗ trợ khác nhằm tối

ưu hóa chiến lược lấy u tối đa an toàn. Cần có thêm nghiên cứu với cỡ mẫu lớn và phân tích theo từng nhóm mô bệnh học để xác định rõ hơn nhóm bệnh nhân hưởng lợi nhiều nhất từ SATPT.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp Khoa Chẩn đoán hình ảnh và Khoa Phẫu thuật thần kinh, Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn đã hỗ trợ thu thập số liệu và hoàn thiện nghiên cứu này.

Nguồn tài chính: không. Xung đột lợi ích: không.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sanai N, Berger MS. Glioma extent of resection and its impact on patient outcome. *Neurosurgery*. 2008; 62(4): 753-766. doi:10.1227/01.neu.0000318159.21731.cf.
2. Brown TJ, Brennan MC, Li M, et al. Association of the extent of resection with survival in glioblastoma: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Oncol*. 2016; 2(11): 1460-1469. doi:10.1001/jamaoncol.2016.1373.
3. Nimsky C, Ganslandt O, Cerny S, Hastreiter P, Greiner G, Fahlbusch R. Quantification of, visualization of, and compensation for brain shift using intraoperative magnetic resonance imaging. *Neurosurgery*. 2000; 47(5): 1070-1080. doi:10.1097/00006123-200011000-00008.
4. Trevisi G, Barbone P, Treglia G, Mattoli MV, Mangiola A. Reliability of intraoperative ultrasound in detecting tumor residual after brain diffuse glioma surgery: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev*. 2020; 43(5): 1221-1233. doi:10.1007/s10143-019-01160-x.
5. Dixon L, Lim A, Grech-Sollars M, Nandi D, Camp S. Intraoperative ultrasound in brain tumor surgery: a review and implementation guide. *Neurosurg Rev*. 2022; 45(4): 2503-2515. doi:10.1007/s10143-022-01778-4.
6. Wu H, Wang L, Hu P, He Z. Progress in the application of ultrasound in glioma surgery. *Front Med (Lausanne)*. 2024; 11: 1388728. doi:10.3389/fmed.2024.1388728.
7. Erdoğan N, Tucer B, Mavili E, Menkü A, Kurtsoy A. Ultrasound guidance in intracranial tumor resection: correlation with postoperative magnetic resonance findings. *Acta Radiol*. 2005; 46(7): 743-749. doi:10.1080/02841850500223208.
8. Albert FK, Forsting M, Sartor K, Adams HP, Kunze S. Early postoperative magnetic resonance imaging after resection of malignant glioma: objective evaluation of residual tumor and its influence on regrowth and prognosis. *Neurosurgery*. 1994; 34(1): 45-61. doi:10.1227/00006123-199401000-00008.
9. Solheim O, Selbekk T, Jakola AS, Unsgård G. Ultrasound-guided operations in unselected high-grade gliomas-overall results, impact of image quality and patient selection. *Acta Neurochir (Wien)*. 2010; 152(11): 1873-1886. doi:10.1007/s00701-010-0731-5.
10. Prada F, Del Bene M, Fornaro R, et al. Identification of residual tumor with intraoperative contrast-enhanced ultrasound during glioblastoma resection. *Neurosurg Focus*. 2016; 40(3): E7. doi:10.3171/2015.11.FOCUS15573.
11. Sweeney JF, Smith H, Taplin A, Perloff E, Adamo MA. Efficacy of intraoperative ultrasonography in neurosurgical tumor resection. *J Neurosurg Pediatr*. 2018; 21(5): 504-510. doi:10.3171/2017.11.PEDS17473.
12. Mosteiro A, Di Somma A, Ramos PR, et al. Is intraoperative ultrasound more efficient than magnetic resonance in neurosurgical oncology? An exploratory cost-effectiveness

analysis. *Front Oncol.* 2022; 12:1016264. doi:10.3389/fonc.2022.1016264.

13. Fang Q, Hou Q, Liu X, Ma L, Jiang G, He Z. Enhancing the extent of resection in glioma surgery through the integration of intraoperative contrast-enhanced ultrasound and fluorescein sodium. *World Neurosurg.* 2024; 186: e662-e672. doi:10.1016/j.wneu.2024.04.027.

14. Sirbu OM, Chirtes A, Gorgan MR, Mitrica M. 2D intraoperative ultrasound in brain

metastasis resection: a matched cohort analysis from a single-center experience. *Cancers (Basel).* 2025; 17(14): 2272. doi:10.3390/cancers17142272.

15. Ferreira MY, Cardoso LJC, Huda S, Ben-Shalom N. Intraoperative contrast-enhanced ultrasound-assisted resection of brain tumors: a systematic review and meta-analysis. *Neurochirurgie.* 2026; 72(2): 101774. doi:10.1016/j.neuchi.2026.101774.

Summary

THE ROLE OF INTRAOPERATIVE ULTRASOUND IN INTRACRANIAL TUMOR SURGERY

This study evaluated the role and supportive value of intraoperative ultrasound (IOUS) for localization, margin assessment, and residual tumor detection in intracranial tumor surgery, using early postoperative MRI as the reference standard. A descriptive retrospective-prospective study included 34 patients treated with IOUS at Saint Paul General Hospital from January 2021 to March 2026. Early postoperative MRI within 48 hours was the reference standard. IOUS localized all tumors correctly. Gross total resection on postoperative MRI was achieved in 25/34 patients (73.5%). For residual tumor detection, IOUS showed sensitivity 55.6%, specificity 100%, positive predictive value 100%, negative predictive value 86.2%, and accuracy 88.2%. False-negative cases were mainly small, deep-seated, or ill-defined residual lesions at the resection cavity margin. IOUS is a useful, real-time, and cost-effective adjunct that supports surgical orientation and resection control. It should be combined with postoperative MRI and other adjuncts, particularly for infiltrative intra-axial tumors.

Keywords: Intraoperative ultrasound, intracranial tumor, magnetic resonance imaging, extent of resection, residual tumor.