XÂY DỰNG HỆ THỐNG TÍNH ĐIỂM PHÂN BẬC U THẦN KINH ĐỆM TRÊN CỘNG HƯỞNG TỪ ĐA THÔNG SỐ

Nguyễn Duy Hùng[1,2], Lê Thị Hồng Phương[2], Lê Thanh Dũng[2]*

Tóm tắt

Mục tiêu: Xây dựng hệ thống tính điểm sử dụng đa thông số định lượng của cộng hưởng từ khuếch tán sức căng (diffusion tensor imaging - DTI), tưới máu (magnetic resonance perfusion - MRP) và phổ (magnetic resonance spectroscopy - MRS) trong phân biệt u thần kinh đệm bậc cao (high-grade gliomas - HGG) và bậc thấp (low-grade gliomas - LGG). ***Phương pháp nghiên cứu:*** Nghiên cứu mô tả cắt ngang có phân tích trên 50 bệnh nhân (BN) (25 LGG, 25 HGG), phân tích thông số FA, MD, rCBV, rCBF và Cho/NAA, Cho/Cr tại vùng u (t) và quanh u (p). Hệ thống tính điểm được xây dựng từ các yếu tố dự báo độc lập qua mô hình hồi quy logistic và kiểm chứng hiệu năng bằng đường cong ROC. ***Kết quả:*** Các giá trị MRP và MRS tại lõi u và vùng quanh u cao hơn đáng kể ở nhóm HGG so với LGG ($p < 0,05$). Mô hình hồi quy logistic đa biến xác định rCBVt (≥ 3,74; 5 điểm) và Cho/Crp (≥ 1,38; 3 điểm) là hai yếu tố dự báo độc lập trong hệ thống tính điểm. Với ngưỡng cắt 0 điểm (LGG) và ≥ 5 điểm (HGG), hệ thống cải thiện hiệu năng chẩn đoán (AUC = 0,969; AC: 95%) so với các thông số đơn lẻ. Ngưỡng 3 điểm cần được cân nhắc đánh giá thêm. ***Kết luận:*** Hệ thống tính điểm kết hợp rCBVt và Cho/Crp cung cấp công cụ trực quan có độ chính xác (AC) cao trong phân bậc u thần kinh đệm (UTKĐ).

Từ khóa: Hệ thống tính điểm; Phân bậc u thần kinh đệm; Cộng hưởng từ đa thông số.

DEVELOPMENT OF A MULTIPARAMETRIC MAGNETIC RESONANCE IMAGING-BASED SCORING SYSTEM FOR GLIOMA GRADING

Abstract

Objectives: To develop a scoring system using multiple quantitative parameters of diffusion tensor imaging (DTI), magnetic resonance perfusion (MRP), and magnetic resonance spectroscopy (MRS) in differentiating high-grade gliomas (HGG)

[1]Trường Đại học Y Hà Nội

[2]Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức

[*]Tác giả liên hệ: Nguyễn Duy Hùng (duyhung@hmu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 14/4/2026

Ngày được chấp nhận đăng: 10/7/2026

http://doi.org/10.56535/jmpm.v51i10.2079

and low-grade gliomas (LGG). ***Methods:*** A cross-sectional analytical study was conducted on 50 patients (25 LGG, 25 HGG), analyzing the parameters FA, MD, rCBV, rCBF, Cho/NAA, and Cho/Cr at the tumoral (t) and peritumoral (p) regions. The scoring system was developed from independent predictors identified through a logistic regression model, and its performance was validated using ROC curve analysis. ***Results:*** MRP and MRS values at the tumor core and peritumoral regions were significantly higher in the HGG group compared to the LGG group ($p < 0.05$). A multivariate logistic regression model identified rCBVt (≥ 3.74; 5 points) and Cho/Crp (≥ 1.38; 3 points) as two independent predictors in the scoring system. With cut-off scores of 0 points (LGG) and ≥ 5 points (HGG), the system improved diagnostic performance (AUC = 0.969; AC: 95%) compared to individual parameters. A score of 3 points requires further evaluation. ***Conclusion:*** The scoring system combining rCBVt and Cho/Crp provides an intuitive and highly accurate tool for glioma grading.

Keywords: Scoring system; Glioma grading; Multiparametric magnetic resonance imaging.

ĐẶT VẤN ĐỀ

U thần kinh đệm là khối u nguyên phát phổ biến của hệ thần kinh trung ương [1, 2], được Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) năm 2021 phân loại thành 4 cấp độ dựa trên đột biến gene [1, 3]. Việc phân biệt HGG và LGG liên quan đến tiên lượng và quyết định điều trị [2]. Cộng hưởng từ (CHT) thường quy là phương pháp không xâm lấn phổ biến trong đánh giá UTKĐ nhưng AC chỉ đạt từ 55 - 83,3% [4]. Các kỹ thuật nâng cao như DTI, MRP và MRS giúp khảo sát toàn diện cả lõi u đặc và vùng quanh u và cải thiện hiệu quả chẩn đoán đáng kể [1, 5, 6]. Phần lớn nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam chỉ dừng lại ở việc đánh giá giá trị chẩn đoán của các thông số đơn lẻ và kết hợp, rất ít nghiên cứu xây dựng mô hình hệ thống tính điểm trực quan dễ áp dụng trong bối cảnh thực hành lâm sàng [1, 4 - 7]. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: *Xác định sự kết hợp thông số tối ưu, từ đó xây dựng hệ thống tính điểm phân bậc UTKĐ thông qua mô hình hồi quy logistic đa biến.*

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Gồm 50 BN u não (25 HGG, 25 LGG) đã có kết quả mô bệnh học tại Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức từ tháng 8/2025 - 02/2026.

** Tiêu chuẩn lựa chọn:* Có hồ sơ lâm sàng đầy đủ và chụp CHT 3.0T với các xung DTI, MRS, MRP.

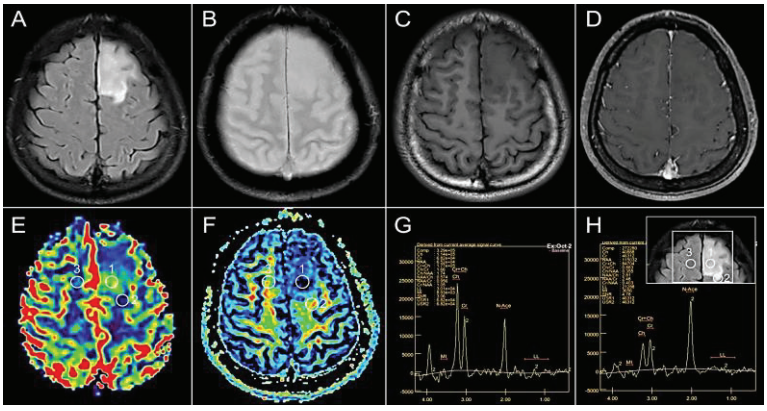
** Tiêu chuẩn loại trừ:* Những trường hợp đã qua phẫu thuật/sinh thiết hoặc hình ảnh nhiễu, không đạt chất lượng chẩn đoán.

2. Phương pháp nghiên cứu

** Thiết kế nghiên cứu:* Nghiên cứu mô tả cắt ngang có phân tích.

** Phương pháp chọn mẫu:* Chọn mẫu thuận tiện, hồi cứu hồ sơ và phim CHT từ tháng 8/2025 – 2/2026. Hình ảnh được bác sĩ chẩn đoán chuyên khoa thần kinh (> 10 năm kinh nghiệm) phân tích trên Workstation 4.7 trong điều kiện mù với kết quả mô bệnh học. Ba vùng quan tâm (ROI) diện tích 30mm^2 được đặt thủ công tại các vị trí tương ứng trên cùng lát cắt của các bản đồ DTI, MRP và MRS (*Hình 1*).

** Xử lý số liệu:* Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm SPSS 26.0 (IBM, Hoa Kỳ). Biến định tính được trình bày dưới dạng số lượng (n) và tỷ lệ (%), kiểm định bằng Pearson Chi-square hoặc Fisher-exact. Biến định lượng phân phối chuẩn trình bày dưới dạng trung bình (Mean) ± độ lệch chuẩn (SD), kiểm định bằng Independent-samples T-test, biến phân phối không chuẩn trình bày dưới dạng trung vị (Median) và khoảng tứ phân vị (IQR), kiểm định bằng Mann-Whitney U (tính chuẩn được kiểm tra bằng Shapiro-Wilk). Thông số định lượng được chuyển thành biến nhị phân dựa trên ngưỡng cắt từ phân tích ROC. Sau khi kiểm tra đa cộng tuyến nhằm tránh phân tích trùng lặp, phân tích hồi quy logistic được thực hiện để xác định các yếu tố chẩn đoán độc lập trong hệ thống tính điểm. Điểm số được xây dựng dựa trên hệ số hồi quy β thu được từ mô hình đa biến và làm tròn thành số nguyên gần nhất. Tổng điểm của BN là tổng các điểm thành phần. Diện tích dưới đường cong (AUC), độ nhạy (Se), độ đặc hiệu (Sp) và AC của hệ thống được so sánh với các thông số đơn lẻ.



Hình 1. Minh họa cách đặt ROI định lượng trên các chuỗi xung CHT.

ROI 1 được đặt tại vùng u đặc ưu tiên vị trí có tưới máu cao nhất, tránh các vùng hoại tử, xuất huyết, vôi hóa hoặc mạch máu. ROI 2 được đặt tại vùng quanh u, ưu tiên vị trí nghi ngờ phù thâm nhiễm. ROI 3 được đặt tại vùng chất trắng bình thường ở đối bên.

3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu đảm bảo tuân thủ tiêu chuẩn đạo đức Helsinki và đã được Hội đồng Đạo đức Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức thông qua theo Quyết định số 11/GCN-HĐĐĐ ngày 31/7/2025. Số liệu nghiên cứu được Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức cho phép sử dụng và công bố. Nhóm tác giả cam kết không có bất kỳ xung đột lợi ích nào về tài chính, cá nhân hoặc chuyên môn liên quan đến nội dung và kết quả nghiên cứu.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Bảng 1. Đặc điểm chung của nhóm nghiên cứu và chẩn đoán mô bệnh học.

Đặc điểm	LGG (n = 25)	HGG (n = 25)	p
Giới tính (nam/nữ)	12/13	19/6	0,041[a]
Tuổi (Mean ± SD)	31,60 ± 13,03	52,96 ± 15,64	< 0,001[b]
Nhóm tuổi* (n, %)			
0 - 21 tuổi (trẻ em và thanh thiếu niên)	4 (16)	1 (4)	0,349[c]
> 21 tuổi (người lớn)	21 (84)	24 (96)	
Chẩn đoán mô bệnh học**			
Tên u	**Phân độ**	**n**	**%**
Pilocytic astrocytoma	1	1	2
Ganglioglioma	1	4	8
Astrocytoma	2	13	26
Pleomorphic xanthoastrocytoma	2	2	4
Central neurocytoma	2	1	2
Oligodendroglioma	2	4	8
Astrocytoma	3	2	4
Oligodendroglioma	3	5	10
Diffuse midline glioma	4	2	4
Glioblastoma	4	16	32

(: NICHD Pediatric Terminology [8]; **: WHO (2021) [3]; [a]: Kiểm định Pearson Chi-Square; [b]: Independent-samples T-test; [c]: Fisher-exact test)*

Trong 50 BN (25 LGG, 25 HGG), nhóm HGG có độ tuổi trung bình (52,96 ± 15,64) cao hơn có ý nghĩa so với nhóm LGG (31,60 ± 13,03), với p < 0,001; giới tính cũng có sự khác biệt (p = 0,041). Về mô bệnh học, u nguyên bào thần kinh đệm (glioblastoma) chiếm tỷ lệ cao nhất toàn nhóm (32%), u tế bào hình sao (astrocytoma) chiếm ưu thế ở nhóm LGG (26%), còn UTKĐ ít nhánh (oligodendroglioma) bậc 2 và 3 lần lượt chiếm 8% và 10%.

Bảng 2. Giá trị định lượng đa thông số CHT.

Biến	LGG (n = 25)	HGG (n = 25)	p
Vùng u đặc			
FAt, Median (IQR)	0,13 (0,08)	0,13 (0,08)	0,892[a]
MDt, Median (IQR)	1,46 (0,79)	1,03 (0,24)	0,079[a]
rCBVt, Median (IQR)	1,31 (1,30)	4,25 (1,79)	< 0,001[a]
rCBFt, Median (IQR)	1,36 (0,93)	2,57 (2,29)	< 0,001[a]
Cho/NAAt, Median (IQR)	1,75 (1,16)	3,65 (2,65)	0,001[a]
Cho/Crt, Median (IQR)	2,07 (1,04)	2,70 (1,96)	0,003[a]
Vùng quanh u			
FAp, Median (IQR)	0,27 (0,08)	0,21 (0,14)	0,058[a]
MDp, Median (IQR)	0,93 (0,17)	1,29 (0,36)	0,055[a]
rCBVp, Mean ± SD	0,91 ± 0,22	1,30 ± 0,48	< 0,001[b]
rCBFp, Median (IQR)	0,80 (0,39)	1,16 (0,44)	0,013[a]
Cho/NAAp, Median (IQR)	0,73 (0,43)	1,55 (0,93)	< 0,001[a]
Cho/Crp, Median (IQR)	1,13 (0,48)	1,71 (0,73)	< 0,001[a]

([a]: Kiểm định Mann-Whitney U; [b]: Independent-Samples T-test)

Các giá trị FA, MD không khác biệt đáng kể giữa nhóm LGG và HGG (p > 0,05). Ngược lại, nhóm HGG có thông số MRP (rCBV, rCBF) và MRS (Cho/NAA, Cho/Cr) tại cả vùng u đặc lẫn quanh u cao hơn đáng kể so với nhóm LGG (p < 0,05).

Bảng 3. Kết quả phân tích đường cong ROC các thông số đơn lẻ.

Biến	AUC	Ngưỡng cắt	Se (%)	Sp (%)	AC (%)
rCBVt	0,882	3,74	76	96	86
rCBFt	0,787	1,58	92	60	76
Cho/NAAt	0,784	2,10	92	68	80
Cho/Crt	0,749	2,16	88	60	74
rCBVp	0,787	1,06	76	88	82
rCBFp	0,706	1,03	68	72	70
Cho/NAAp	0,835	1,01	76	80	78
Cho/Crp	0,802	1,38	80	80	80

Trong số các thông số đơn lẻ, rCBVt có giá trị phân bậc cao nhất với AUC = 0,882 và AC: 86% tại ngưỡng cắt 3,74. Thông số chuyển hóa tại vùng quanh u đạt giá trị

chẩn đoán cao hơn so với lõi u. Tỷ lệ Cho/NAAp đạt AUC = 0,835, AC: 78% tại ngưỡng cắt 1,01. Tỷ lệ Cho/Crp đạt AUC = 0,802 và AC: 80% tại ngưỡng cắt 1,38.

Bảng 4. Phân tích mô hình hồi quy đơn biến và đa biến các thông số.

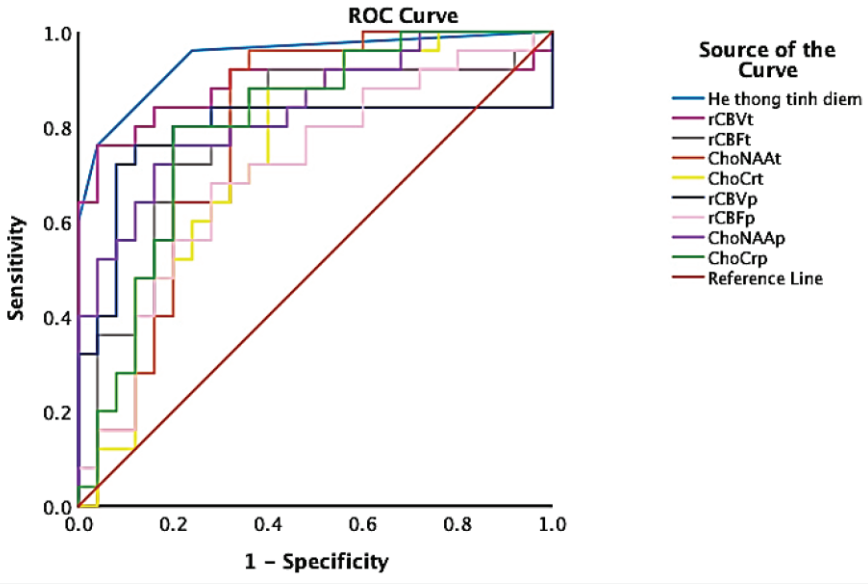
Biến	Đơn biến	Đa biến			
	p_1	β	p_1	p_2	p_3
rCBVt	< 0,001	4,658	0,001	< 0,001	0,910
Cho/NAAt	< 0,001	1,350	0,312		
Cho/Crt	0,001	1,727	0,109		
rCBVp	< 0,001	1,787	0,997		
Cho/NAAp	< 0,001	1,439	0,350		
Cho/Crp	< 0,001	3,148	0,007		

(β: Hệ số hồi quy; p_1: Kiểm định Wald; p_2: Kiểm định Omnibus, p_3: Kiểm định Hosmer - Lemeshow)

Sau khi loại bỏ rCBFt và rCBFp do hiện tượng đa cộng tuyến (VIF > 5), 6 thông số độc lập gồm rCBVt, Cho/NAAt, Cho/Crt, rCBVp, Cho/NAAp, Cho/Crp được đưa vào mô hình hồi quy logistic để xây dựng hệ thống tính điểm (*Bảng 4*). Kiểm định Wald xác định các biến có ý nghĩa thống kê (p_1 < 0,05) là rCBVt (OR = 105,43; 95%CI: 6,58 - 1.690,09) và Cho/Crp (OR = 23,29; 95%CI: 2,4 - 229,50) với hệ số hồi quy β thể hiện tác động thuận chiều. Mô hình có độ phù hợp cao với kiểm định Omnibus (p_2 < 0,001), kiểm định Hosmer - Lemeshow (p_3 = 0,910 > 0,05).

Bảng 5. Hệ thống tính điểm phân bậc UTKĐ.

Thông số	Điểm						
rCBVt	< 3,74: 0 điểm; ≥ 3,74: 5 điểm						
Cho/Crp	< 1,38: 0 điểm; ≥ 1,38: 3 điểm						
Tổng điểm	0 điểm: LGG; 3 điểm: Cân nhắc; ≥ 5 điểm: HGG						
	Hiệu năng chẩn đoán						
Ngưỡng cắt	Dự đoán	LGG	HGG	Se	Sp	AC	AUC
0 điểm	LGG	19	1				
≥ 5 điểm	HGG	1	19	95%	95%	95%	0,969
3 điểm	Cân nhắc	5	5				



Hình 2. Đường cong ROC của hệ thống tính điểm và các thông số đơn lẻ.

Hệ thống tính điểm quy đổi số nguyên được xây dựng từ hệ số hồi quy β của hai yếu tố dự báo độc lập nhằm đơn giản hóa ứng dụng lâm sàng (*Bảng 5*). Phân tích đường cong ROC cho thấy hệ thống này cải thiện hiệu năng phân bậc UTKĐ so với các thông số đơn lẻ (*Hình 2*).

BÀN LUẬN

Nghiên cứu này xác nhận các thông số tưới máu (rCBV, rCBF) và chuyển hóa (Cho/NAA, Cho/Cr) hiệu quả trong phân bậc UTKĐ (AUC = 0,706 - 0,882). Trong đó, rCBVt là thông số đơn lẻ tốt nhất (AUC = 0,882, Sp: 96%), đồng thời có trọng số cao nhất (β = 4,658) trong mô hình hồi quy logistic đa biến, phản ánh đặc trưng tân sinh mạch của khối u ác tính [1, 2, 4]. Dù các tỷ lệ chuyển hóa tại lõi u (Cho/NAAt, Cho/Crt) có ý nghĩa trong phân tích đơn biến, chúng bị loại khỏi mô hình đa biến do hiệu ứng lấn át của rCBVt. Ngược lại, tại vùng quanh u, Cho/Crp duy trì ý nghĩa dự báo độc lập (β = 3,148; p = 0,007), được thuật toán hồi quy lựa chọn làm thông số thứ hai (bên cạnh rCBVt). Điều này chứng minh sự kết hợp tân sinh vi mạch lõi u với tính chất xâm lấn quanh u mang lại độ tin cậy cao hơn trong dự đoán mức độ ác tính của UTKĐ so với việc sử dụng thông số đơn lẻ, phù hợp với các báo cáo quốc tế [5, 6]. Caulo và CS (2014) cho thấy việc kết hợp tuổi, giá trị rCBV tại vùng ngấm thuốc và tỷ lệ Cho/Cr tại vùng có tín hiệu thấp nhất trên T2W đem lại khả năng phân bậc UTKĐ với AUC đạt 0,95 [5].

Cản trở lớn nhất trong việc ứng dụng rộng rãi thông số định lượng CHT vào thực hành lâm sàng chính là tính phức tạp

trong việc diễn giải kết quả. Hệ thống tính điểm trong nghiên cứu này cung cấp một giải pháp khả thi bằng cách gán trọng số toán học 5 điểm cho bằng chứng tân sinh mạch ở lõi u (rCBVt ≥ 3,74) và 3 điểm cho bằng chứng thâm nhiễm tế bào ở quanh u (Cho/Crp ≥ 1,38). Với ngưỡng cắt ≥ 5 điểm, một khối u có tưới máu lõi cao (đạt 5 điểm) sẽ được phân loại ngay là HGG. Ngược lại, LGG cần thỏa mãn cả hai thông số dưới ngưỡng (rCBVt < 3,74 và Cho/Crp < 1,38). Những trường hợp khối u có rCBVt thấp nhưng Cho/Crp cao (đạt 3 điểm) cần được cân nhắc đánh giá thêm, đặc biệt là cùng với các đặc điểm trên CHT thường quy. Thực tế, việc ước tính rCBV có thể bị nhầm lẫn do thuốc đối quang thoát mạch vào khoảng gian bào, gây giảm tín hiệu trên T2 GE nhờ hiệu ứng rút ngắn T1, từ đó gây ra thay đổi giá trị định lượng [1, 4]. Do đó, ở những khối u có hàng rào máu não bị phá huỷ nghiêm trọng (ngấm thuốc tương phản mạnh), rCBV có thể bị đánh giá thấp, chưa đủ để vượt ngưỡng 3,74, gây bỏ sót HGG. Cạm bẫy thứ hai liên quan đến dương tính giả Cho/Cr tại vùng quanh u do ROI đặt quá sát viền khối u trên MRS, dẫn đến đánh giá quá mức LGG, đòi hỏi bác sĩ chẩn đoán hình ảnh cần có đủ kinh nghiệm khi thực hành đo đạc. Khi áp dụng vào mẫu nghiên cứu, hệ thống tính điểm cho thấy khả năng phân loại tốt hơn (AUC = 0,969; AC: 95%) so với các thông số đơn lẻ rCBVt (AUC = 0,882; AC: 86%) hay Cho/Crp (AUC = 0,802; AC: 80%).

Nghiên cứu còn hạn chế do cỡ mẫu nhỏ (n = 50), đặc điểm mẫu chưa sát dịch tễ lâm sàng và thiếu dữ liệu kiểm chứng độc lập. Do đó, các nghiên cứu tiến cứu với cỡ mẫu lớn hơn và đa trung tâm là cần thiết trong tương lai.

KẾT LUẬN

Sự tích hợp hai thông số rCBVt và Cho/Crp vào một hệ thống tính điểm trực quan, đơn giản hóa đã cải thiện hiệu năng chẩn đoán phân bậc UTKĐ với AC 95% và AUC đạt mức 0,969.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hirschler L, Sollmann N, Schmitz-Abecassis B, et al. Advanced MR techniques for preoperative glioma characterization: part 1. J Magn Reson Imaging. 2023;57(6):1655-75.

2. Jain R. Perfusion MRI: a biomarker for tumor grading and outcome in gliomas. AJNR Am J Neuroradiol. 2015;36(1 Suppl):S20-7.

3. Osborn AG, Louis DN, Poussaint TY, Linscott LL, Salzman KL. The 2021 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system: what neuroradiologists need to know. AJNR Am J Neuroradiol. 2022;43(7):928-37.

4. Aydin S, Fatihoğlu E, Koşar PN, Ergün E. Perfusion and permeability MRI in glioma grading. Egypt J Radiol Nucl Med. 2020;51:2.

5. Caulo M, Panara V, Tortora D, et al. Data-driven grading of brain gliomas: a multiparametric MR imaging study. Radiology. 2014;272(2):494-503.

6. Chawalparit O, Sangruchi T, Witthiwej T, et al. Diagnostic performance of advanced MRI in differentiating high-grade from low-grade gliomas in a setting of routine service. J Med Assoc Thai. 2013;96(10):1365-73.

7. Nguyễn Đình Hiếu, Nguyễn Ngọc Anh, Lê Thanh Dũng, Nguyễn Duy Hùng. Giá trị cộng hưởng từ phổ và khuếch tán sức căng định lượng trong phân bậc u thần kinh đệm trên lều. Tạp chí Nghiên cứu Y học. 2024;175(2):85-95.

8. Williams K, Thomson D, Seto I, et al. Standard 6: age groups for pediatric trials. Pediatrics. 2012;129(suppl 3):S153-60.