

## РОЛЬ БОР-НЕЙТРОНОЗАХВАТНОЙ ТЕРАПИИ И ТАРГЕТНОЙ АЛЬФА-ТЕРАПИИ В СОВРЕМЕННЫХ РАДИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПОДХОДАХ К ЛЕЧЕНИЮ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ПЕДИАТРИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

Мехтиева А. Ю.

### Введение

Опухоли головного мозга представляют собой одну из наиболее сложных проблем современной нейроонкологии. Их клиническое течение определяется не только гистологическим типом, но и молекулярно-генетическими характеристиками, степенью злокачественности, локализацией, возможностью хирургического удаления и чувствительностью к лучевому или системному лечению. Согласно современной классификации опухолей центральной нервной системы, к данной группе относятся глиомы, эпендимальные опухоли, опухоли сосудистого сплетения, эмбриональные опухоли, опухоли эпифизарной области, опухоли краниальных и спинальных нервов, менингиомы, мезенхимальные, меланоцитарные, гематолимфоидные и герминогенные опухоли, опухоли селлярной области, а также метастатические поражения центральной нервной системы [1, 2].

**Ключевые слова:** опухоли головного мозга, глиобластома, детская нейроонкология, БНКТ, ТАТ.

### Введение

Опухоли головного мозга представляют собой одну из наиболее сложных проблем современной нейроонкологии. Их клиническое течение определяется не только гистологическим типом, но и

молекулярно-генетическими характеристиками, степенью злокачественности, локализацией, возможностью хирургического удаления и чувствительностью к лучевому или системному лечению. Согласно современной классификации опухолей центральной нервной системы, к данной группе относятся глиомы, эпендимальные опухоли, опухоли сосудистого сплетения, эмбриональные опухоли, опухоли эпифизарной области,

### Yazışma üçün əlaqə:

Мехтиева А. Ю.

Азербайджанский Медицинский Университет,  
Кафедра Радиологии



Azərbaycan Pediatriya  
Jurnalı

© APJ and The Author(s) 2026. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

опухоли краниальных и спинальных нервов, менингиомы, мезенхимальные, меланоцитарные, гематолимфоидные и герминогенные опухоли, опухоли селлярной области, а также метастатические поражения центральной нервной системы [1, 2].

Радиотерапия остается одним из ключевых компонентов лечения опухолей головного мозга. Она может применяться как самостоятельный метод при невозможности хирургического вмешательства, а также в послеоперационном периоде для воздействия на остаточные опухолевые клетки. В клинической практике используются различные методы дистанционной и стереотаксической лучевой терапии, включая трехмерную конформную радиотерапию, IMRT, VMAT, SRS, WBRT, протонную терапию и брахитерапию. Однако при высокозлокачественных и рецидивирующих опухолях, особенно при глиобластоме, эффективность стандартных методов остается ограниченной [1, 3].

В последние годы особое внимание привлекают методы, основанные на более селективном повреждении опухолевой ткани. К таким подходам относятся бор-нейтронозахватная терапия (BNCT) и таргетная альфа-терапия (TAT). Оба метода направлены на усиление локального радиобиологического эффекта в опухолевых клетках при относительном снижении повреждения окружающих здоровых тканей. Несмотря на различия в механизмах действия, технической реализации и степени клинической изученности, BNCT и TAT рассматриваются как перспективные направления развития

персонализированной радиотерапии в нейроонкологии [4-6].

Особое значение проблема опухолей головного мозга имеет в педиатрической нейроонкологии. У детей опухоли центральной нервной системы относятся к наиболее частым солидным новообразованиям и ассоциированы с высокой смертностью. Наиболее распространенные группы включают низкоквалифицированные глиомы, высокозлокачественные глиомы, эпендимомы и эмбриональные опухоли. Современная классификация опухолей ЦНС отражает переход от исключительно гистопатологической диагностики к интегрированному диагнозу, включающему молекулярно-генетические характеристики опухоли. Такой подход особенно важен в педиатрии, поскольку опухоли, сходные по морфологической картине, могут существенно отличаться по клиническому течению, прогнозу и чувствительности к терапии [7-9].

Одним из наиболее неблагоприятных вариантов детских опухолей является диффузная срединная глиома, особенно при локализации в стволе головного мозга. Радикальное хирургическое лечение при таких опухолях, как правило, невозможно из-за высокого риска повреждения жизненно важных структур. В связи с этим основным методом лечения остается лучевая терапия. Однако радиотерапевтические возможности ограничены допустимой дозой нагрузкой на ткань ствола мозга, поэтому лечение чаще позволяет лишь временно контролировать опухолевый рост, но не обеспечивает радикальной эрадикации опухоли. При рецидиве эффективные терапевтические опции крайне

ограничены, а общая выживаемость остается неудовлетворительной [9, 10]. В этом контексте BNCT представляет особый интерес для педиатрических пациентов, поскольку метод основан на селективном накоплении борсодержащего препарата в опухолевых клетках и последующей локальной реализации высокоэнергетического радиобиологического эффекта. Теоретически это позволяет увеличить повреждение опухоли при меньшей токсичности для окружающих тканей, что особенно важно у детей, у которых долгосрочные последствия облучения могут включать нейрокогнитивные нарушения, эндокринные расстройства, сосудистые осложнения и снижение качества жизни. Клинические данные по BNCT при рецидивирующей диффузной срединной глиоме у детей пока ограничены, однако первые наблюдения показывают возможность достижения частичного ответа или стабилизации заболевания при приемлемом профиле токсичности [10, 11].

### **Цель исследования**

Целью данной работы является анализ роли BNCT и ТАТ в современных радиотерапевтических подходах к лечению опухолей головного мозга, описание их механизмов действия, преимуществ и ограничений, а также сопоставление потенциальной эффективности этих методов с результатами применяемых в Азербайджане методов лучевой терапии, таких как IMRT, VMAT и стереотаксическая радиохирургия.

### **Материалы и методы**

Работа выполнена в формате аналитического обзора с элементами сравнительного клинического анализа. В качестве исходного материала

использованы данные о современных методах радиотерапии опухолей головного мозга, механизмах действия BNCT и ТАТ, их преимуществах, ограничениях и возможных осложнениях.

Для сравнительной оценки были рассмотрены 10 клинических случаев пациентов с опухолями головного мозга высокой степени злокачественности, проходивших лучевую терапию в условиях Национального онкологического центра (г. Баку). В анализ включались следующие параметры: пол пациента, год рождения, морфологический и молекулярный тип опухоли, степень злокачественности, IDH-статус, индекс Ki-67, предполагаемая выживаемость до лучевой терапии, выживаемость после проведенной в Азербайджане радиотерапии, а также сопоставимые показатели выживаемости при применении BNCT и ТАТ по данным опубликованных исследований и клинических наблюдений.

Основное внимание уделялось опухолям глиального ряда, включая астроцитому, вторичную глиобластому и диффузные высокозлокачественные глиомы у детей. Анализ носил описательный характер и был направлен на выявление возможных различий в ожидаемой эффективности различных радиотерапевтических подходов.

### **Результаты и обсуждение**

Сравнительный анализ 10 клинических случаев показал, что при опухолях высокой степени злокачественности стандартные методы радиотерапии, применяемые в Азербайджане, позволяют увеличить ожидаемую выживаемость по сравнению с прогнозом без лучевого лечения. В

частности, при глиобластоме и астроцитомах применение IMRT/VMAT в сочетании с темозоломидом ассоциировалось с увеличением выживаемости до 12–22 месяцев в зависимости от клинической ситуации.

При сопоставлении с данными по BNCT наиболее выраженное преимущество этого метода отмечалось в половине рассмотренных случаев. В 5 из 10 наблюдений предполагаемая медиана выживаемости после BNCT превышала показатели, достигнутые при стандартной радиотерапии. Особенно это касалось пациентов с глиобластомой IDH-wildtype и высоким индексом пролиферативной активности Ki-67. В двух случаях результаты BNCT были сопоставимы с результатами стандартной радиотерапии. В одном случае потенциальное преимущество могло быть связано с ТАТ, что указывает на возможную перспективность данного метода в отдельных биологических подтипах опухолей.

Среди 10 рассмотренных клинических наблюдений особое внимание заслуживают 2 педиатрических случая, поскольку именно у детей выбор радиотерапевтической тактики требует особенно осторожного баланса между противоопухолевой эффективностью и риском повреждения развивающейся нервной системы.

Первый педиатрический случай касался ребенка 2016 года рождения с диффузной высокозлокачественной глиомой Grade 4, клинически соответствующей GBM-like варианту. Опухоль характеризовалась IDH-wildtype статусом и высоким индексом пролиферативной активности Ki-67, составлявшим приблизительно 30–50%. До проведения лучевой терапии ожидаемая выживаемость оценивалась

на уровне 3–6 месяцев. После применения фокальной радиотерапии с возможным включением темозоломида по педиатрическому протоколу ожидаемая выживаемость составила 9–15 месяцев. При сопоставлении с данными по BNCT потенциальная выживаемость могла достигать 15–18 месяцев, тогда как при ТАТ - 12–15 месяцев. Этот случай демонстрирует, что при агрессивных диффузных глиомах детского возраста BNCT может рассматриваться как перспективный метод усиления локального контроля, особенно при невозможности радикальной операции и ограничениях стандартной радиотерапии.

Второй педиатрический случай включал ребенка 2010 года рождения с глиобластомой Grade 4, IDH-wildtype, с Ki-67 приблизительно 35–45%. Прогнозируемая выживаемость без эффективного лучевого лечения составляла 3–6 месяцев. После адаптированной радиотерапии в сочетании с темозоломидом показатель выживаемости оценивался в пределах 12–18 месяцев. В данном случае расчетные показатели после BNCT были сопоставимы со стандартной радиотерапией и также составляли 12–18 месяцев, тогда как при ТАТ потенциальная выживаемость оценивалась на уровне 16–18 месяцев. Это наблюдение показывает, что преимущества BNCT и ТАТ могут различаться в зависимости от биологических характеристик опухоли, доступности молекулярной мишени, степени накопления терапевтического агента и возможности преодоления гематоэнцефалического барьера.

Полученные данные согласуются с современными представлениями о необходимости индивидуализации

лечения детских опухолей головного мозга. Для педиатрических пациентов особенно важны не только показатели общей выживаемости, но и токсичность терапии, риск радиационного некроза, нейрокогнитивные последствия и качество жизни после лечения. В исследовании Huang et al. у 6 детей с рецидивирующей диффузной срединной глиомой после двух сеансов BNCT у 3 пациентов был достигнут частичный ответ, а у остальных 3 - стабилизация заболевания. При этом тяжелые побочные эффекты не были зарегистрированы, а радиационный некроз развился только у одного пациента, что, вероятно, было связано с ранее проведенной гипофракционированной радиотерапией [7].

BNCT представляет собой метод лучевой терапии, основанный на селективном накоплении борсодержащего препарата в опухолевых клетках с последующим облучением зоны поражения нейтронами. Исторически концепция BNCT была предложена еще в первой половине XX века, однако ранние попытки клинического применения сопровождались выраженными осложнениями, включая радиодерматиты, язвенные поражения и некроз ткани мозга. Современные accelerator-based BNCT-системы позволяют получать эпитеpmальные нейтроны без использования классического ядерного реактора, что потенциально расширяет возможности клинического применения метода [3, 6]. Основным преимуществом BNCT является его селективность. При достаточном накоплении борсодержащего соединения в опухоли максимальный радиобиологический

эффект реализуется именно в опухолевых клетках. Это особенно важно при глиобластомах и других высокозлокачественных глиомах, которые часто характеризуются инфильтративным ростом, радиорезистентностью и высокой частотой рецидивов. Кроме того, BNCT потенциально позволяет достичь выраженного эффекта при меньшем количестве фракций по сравнению с традиционной лучевой терапией [11].

В то же время метод имеет существенные ограничения. Его эффективность зависит от равномерности накопления бора в опухолевой ткани. Кроме того, BNCT требует сложной технической инфраструктуры, индивидуального дозиметрического планирования, источника нейтронов и строгого контроля безопасности. Одним из наиболее значимых осложнений остается радиационный некроз головного мозга, особенно у пациентов с рецидивирующими глиомами, ранее уже получавших лучевую терапию. [7].

TAT является более новым направлением радионуклидной терапии. В основе метода лежит введение пациенту радиоактивного альфа-излучающего изотопа, связанного с молекулой-носителем – лигандом, пептидом или антителом. Этот комплекс избирательно связывается со специфическими мишенями на поверхности опухолевых клеток, после чего альфа-частицы вызывают тяжелые повреждения ДНК и гибель клетки. Для опухолей головного мозга наиболее активно изучаются такие радионуклиды, как Actinium-225, Astatine-211 и Lead-212 [12].

Несмотря на теоретическую привлекательность, TAT при опухолях

головного мозга пока имеет более ограниченную доказательную базу по сравнению с BNCT. Основными препятствиями являются трудность доставки радиофармпрепарата через гематоэнцефалический барьер, ограниченность подходящих молекулярных мишеней, высокая стоимость радиоизотопов, сложность дозиметрии, короткий период полураспада ряда изотопов и необходимость специальных протоколов радиационной безопасности [6, 11, 12]. Таким образом, педиатрические случаи в представленной серии подтверждают, что инновационные методы радиотерапии, особенно BNCT, могут иметь значение при лечении высокосложных опухолей головного мозга у детей. Однако такие методы не должны рассматриваться как универсальная альтернатива стандартной терапии. Их применение требует строгого отбора пациентов, оценки молекулярного профиля опухоли, анализа предшествующего лечения, точной дозиметрии и междисциплинарного обсуждения с участием детского нейроонколога, радиотерапевта, нейрохирурга, радиолога и специалистов по ядерной медицине. Сравнительный анализ показывает, что BNCT в ряде случаев может обеспечивать лучшие показатели выживаемости по сравнению со стандартными радиотерапевтическими подходами, тогда как TAT может быть перспективной опцией для отдельных групп пациентов при наличии подходящих молекулярных мишеней. В будущем интеграция BNCT и TAT в клиническую практику будет зависеть от результатов многоцентровых исследований, развития технической инфраструктуры, совершенствования

радиофармпрепаратов и внедрения принципов персонализированной нейроонкологии.

### Заключение

Расширение доступа к инновационным радиотерапевтическим технологиям может стать важным шагом в улучшении результатов лечения пациентов с агрессивными опухолями головного мозга. Наиболее перспективной представляется не замена существующих методов, а их рациональное сочетание с новыми таргетными подходами, основанное на индивидуальных клинических и молекулярных характеристиках опухоли.

### Литература

1. Delaidelli A, Moiraghi A. Recent Advances in the Diagnosis and Treatment of Brain Tumors. *Brain Sci.* 2024 Feb 28;14(3):224. doi: 10.3390/brainsci14030224. PMID: 38539613; PMCID: PMC10968866.
2. Mezzacappa FM, Thorell W. Neuronal Brain Tumors. [Updated 2022 Nov 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576406/>
3. Zheng D, Han G, Lemus ODM, Podgorsak A, Webster M, Li F, Zhou Y, Jung H, Yoon J. Boron Neutron Capture Therapy: A Technology-Driven Renaissance. *Cancers (Basel).* 2026 Feb 3;18(3):498. doi: 10.3390/cancers18030498. PMID: 41681970; PMCID: PMC12896740.
4. Zhou T., Igawa K., Kasai T., Sadahira T., Wang W., Watanabe T., Bekku K., Katayama S., Iwata T., Hanafusa T., et al. The current status and novel advances of

boron neutron capture therapy clinical trials. *Am. J. Cancer Res.* 2024;14:429–447. doi: 10.62347/HBBE6868.

5.Porra L., Wendland L., Seppälä T., Koivunoro H., Revitzer H., Tervonen J., Kankaanranta L., Anttonen A., Tenhunen M., Joensuu H. From Nuclear Reactor-Based to Proton Accelerator-Based Therapy: The Finnish Boron Neutron Capture Therapy Experience. *Cancer Biother. Radiopharm.* 2023;38:184–191. doi: 10.1089/cbr.2022.0059.

6.Cartelli D., Capoulat M., Baldo M., Sandín J.S., Igarzabal M., del Grosso M., Valda A., Canepa N., Gun M., Minsky D., et al. Status of low-energy accelerator-based BNCT worldwide and in Argentina. *Appl. Radiat. Isot.* 2020;166:109315. doi: 10.1016/j.apradiso.2020.109315.

7.Huang WH, Huang TY, Lin CM, Mu PF, Lee YY, Liu SH, Hsu SM, Chen YW. Salvage boron neutron capture therapy for pediatric patients with recurrent diffuse midline glioma. *Childs Nerv Syst.* 2023 Jun;39(6):1529-1536. doi: 10.1007/s00381-023-05850-2. Epub 2023 Feb 23. PMID: 36821007.

8.Pollack I.F., Agnihotri S., Broniscer A. Childhood brain tumors: Current

management, biological insights, and future directions. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2019;23:261–273. doi:

10.3171/2018.10.PEDS18377

9.Soleman, J., Dvir, R., Ben-Sira, L. et al. MRI-based diagnosis and treatment of pediatric brain tumors: is tissue sample always needed?. *Childs Nerv Syst* 37, 1449–1459 (2021).

<https://doi.org/10.1007/s00381-021-05148-1>

10. Lutz K, Jünger ST, Messing-Jünger M. Essential Management of Pediatric Brain Tumors. *Children (Basel)*. 2022 Apr 2;9(4):498. doi: 10.3390/children9040498. PMID: 35455542; PMCID: PMC9031600.

11. Li X, Liu Z, Liu K, Wang C, Liu Z, Xu X. Advances in Clinical Trials of Boron Neutron Capture Therapy. *Research (Wash D C)*. 2026 Jan 8;9:0988. doi: 10.34133/research.0988. PMID: 41522606; PMCID: PMC12779892.

12. Kunikowska J, Morgenstern A, Pełka K, Bruchertseifer F, Królicki L. Targeted alpha therapy for glioblastoma. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Dec 16;9:1085245. doi: 10.3389/fmed.2022.1085245. PMID: 36590948; PMCID: PMC9800503.

## THE ROLE OF BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY AND TARGETED ALPHA THERAPY IN MODERN RADIOTHERAPEUTIC APPROACHES TO THE TREATMENT OF BRAIN TUMORS: PEDIATRIC PATIENT MANAGEMENT

*Mekhtiyeva A. Yu.*

*Azerbaijan Medical University, Department of Radiology*

### Summary

**Aim.** To evaluate the role of boron neutron capture therapy (BNCT) and targeted alpha therapy (TAT) in modern radiotherapeutic approaches for brain tumors, with particular attention to high-grade gliomas and pediatric malignant brain tumors.

**Materials and Methods.** A comparative assessment was performed using 10 clinical cases of patients with high-grade brain tumors treated with radiotherapy. The analysis included tumor

type, WHO grade, IDH status, Ki-67 index, estimated survival before radiotherapy, survival after radiotherapy applied in Azerbaijan, and literature-based comparative survival ranges after BNCT and TAT. Two pediatric cases were separately evaluated because of the specific biological, anatomical and therapeutic challenges associated with childhood brain tumors.

**Results and discussion.** The pediatric subgroup included 2 patients. The first was a child born in 2016 with diffuse high-grade glioma, grade 4, GBM-like, IDH-wildtype, with Ki-67 approximately 30–50%. Estimated survival before radiotherapy was 3–6 months. After focal radiotherapy with possible temozolomide according to pediatric protocol, survival was estimated at 9–15 months, whereas BNCT was associated with a potential survival range of 15–18 months and TAT with 12–15 months. The second pediatric case was a child born in 2010 with glioblastoma, grade 4, IDH-wildtype, Ki-67 approximately 35–45%. Estimated survival before treatment was 3–6 months. After adapted radiotherapy with temozolomide, survival was estimated at 12–18 months; BNCT showed a comparable range of 12–18 months, while TAT demonstrated a potential range of 16–18 months.

**Conclusion.** BNCT and TAT are promising innovative radiotherapeutic approaches for malignant brain tumors. BNCT appears to be more clinically advanced and may provide survival benefit in selected patients with high-grade gliomas, including pediatric cases. TAT remains an emerging method with significant potential, especially in molecularly selected tumors.

**Keywords:** brain tumors, glioblastoma, pediatric neuro-oncology, BNCT, TAT.

## BEYİN ŞİŞLƏRİNİN MÜALİCƏSİNDƏ MÜASİR RADIOTERAPEVTİK YANAŞMALARDA BOR NEYTRON TUTMA TERAPİYASI VƏ HƏDƏFLƏNMİŞ ALFA TERAPİYASININ ROLU: PEDIATRİK XƏSTƏLƏRİN İDARƏ OLUNMASI

*Mehdiyeva A.Y.*

*Azərbaycan Tibb Universiteti, Radiologiya kafedrası*

### Xülasə

**Məqsəd:** baş-beyin şişlərinin müasir radioterapevtik müalicəsində bor neytron tutma terapiyasının (BNCT) və hədəflənmiş alfa terapiyasının (TAT) rolunu qiymətləndirmək, xüsusilə yüksək dərəcəli qliomalar və pediatrik bədxassəli beyin şişləri kontekstində onların potensial klinik əhəmiyyətini təhlil etməkdir.

**Material və metodlar.** Müqayisəli qiymətləndirmə üçün yüksək dərəcəli baş-beyin şişi olan 10 klinik hal nəzərdən keçirilmişdir. Təhlil zamanı şişin növü, WHO dərəcəsi, IDH statusu, Ki-67 indeksi, radioterapiyadan əvvəl proqnozlaşdırılan sağqalım, Azərbaycanda tətbiq olunan radioterapiyadan sonrakı sağqalım, həmçinin BNCT və TAT üzrə ədəbiyyat məlumatlarına əsaslanan müqayisəli sağqalım göstəriciləri qiymətləndirilmişdir. Uşaq yaş qrupuna aid 2 hal ayrıca təhlil edilmişdir, çünki pediatrik beyin şişləri bioloji xüsusiyyətlərinə, anatomik lokalizasiyasına və müalicə risklərinə görə xüsusi yanaşma tələb edir.

**Nəticələr və müzakirə.** Pediatrik altqrupa 2 uşaq daxil edilmişdir. Birinci hal 2016-cı il təvəllüdlü uşaqda diffuse yüksək dərəcəli qloma, grade 4, GBM-like, IDH-wildtype şişi ilə bağlı olmuşdur. Ki-67 indeksi təxminən 30–50% təşkil etmişdir. Radioterapiyadan əvvəl gözlənilən sağqalım 3–6 ay kimi qiymətləndirilmişdir. Pediatrik protokola uyğun fokal radioterapiya və

mümkün temozolomid tətbiqindən sonra sağqalım 9–15 ay olmuşdur. BNCT üçün potensial sağqalım 15–18 ay, TAT üçün isə 12–15 ay kimi qiymətləndirilmişdir. İkinci pediatrik hal 2010-cu il təvəllüdlü uşaqda glioblastoma grade 4, IDH-wildtype, Ki-67 təxminən 35–45% olan şişlə bağlı olmuşdur. Müalicədən əvvəl gözlənilən sağqalım 3–6 ay təşkil etmişdir. Uyğunlaşdırılmış radioterapiya və temozolomid tətbiqindən sonra sağqalım 12–18 ay olmuşdur. BNCT üçün nəticələr 12–18 ay olmaqla standart müalicə ilə müqayisə edilə bilən səviyyədə olmuş, TAT üçün isə potensial sağqalım 16–18 ay kimi qiymətləndirilmişdir.

**Yekun.** BNCT və TAT bədxassəli baş-beyin şişlərinin müalicəsində perspektivli innovativ radioterapevtik yanaşmalardır. Pediatrik halların təhlili göstərir ki, aqressiv beyin şişləri olan uşaqlarda müalicə taktikası fərdi şəkildə planlaşdırılmalı, multidissiplinar komanda tərəfindən qiymətləndirilməli və həm sağqalımın artırılması, həm də neyrotoksikliyin azaldılması əsas məqsəd kimi qəbul edilməlidir.

**Açar sözlər:** baş-beyin şişləri, glioblastoma, pediatrik neyroonkologiya, bor neytron tutma terapiyası (BNCT), hədəflənmiş alfa terapiyası (TAT)