

## ГОЛОВНЫЕ БОЛИ ПРИ МАЛЬФОРМАЦИИ КИАРИ

**САКОВЕЦ ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА**, ORCID ID: 0000-0002-0713-9836; Scopus Author ID: 35300646500; Web of Science Researcher ID: GXV-6528-2022; канд. мед. наук, доцент кафедры неврологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, 420012, Россия, г. Казань, ул. Бутлерова 49. E-mail: tsakovets@yandex.ru

**БОГДАНОВ ЭНВЕР ИБРАГИМОВИЧ**, ORCID ID: 0000-0003-1050-9081; Scopus Author ID: 276535; Web of Science Researcher ID: AAV-1365-2021; докт. мед. наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, 420012, Россия, г. Казань, ул. Бутлерова 49. E-mail: enver\_bogdanov@mail.ru

**Реферат. Введение.** Мальформация Киари 1 типа выявляется случайно у 0,7-1% детей и подростков среди субъектов, которым проводится магнитно-резонансная томография головного мозга и позвоночника, в 0,5% случаев у взрослого населения. Наиболее часто встречающейся патологией задней черепной ямки и сопровождающейся кашлевой головной болью, является мальформация Киари 1 типа, которая связана с мезодермальным дефектом и отсутствием соответствия размеров задней черепной ямки и невральных структур, заполняющих ее. Согласно последней международной классификации головной боли, принятой Committee of the International Headache Society, предполагается разделение кашлевой головной боли на первичную и вторичную (симптоматическую). Первичной кашлевой головной боли присуще доброкачественное течение. Симптоматическая кашлевая головная боль выявляется при патологии костной структуры задней черепной ямки головного мозга и ее содержимого, представленной преимущественно мальформацией Киари 1 типа. **Цель:** выявление особенностей головной боли при мальформации Киари. **Материал и методы.** Для анализа литературы использовались источники из международных баз данных Web of Science, Scopus, PubMed, а также отечественной библиотечной системы eLibrary. **Результаты и их обсуждение.** Наряду с гидросирингомиелией головные боли рассматриваются как показание к нейрохирургической операции. При этом, если считать, исключительно головные боли показанием к хирургическому вмешательству, возникает вопрос генеза цефалгии поскольку головные боли при мальформации Киари могут быть ассоциированными с мигренью или другой первичной головной болью, ввиду их широкой распространенности. Кашлевые и нагрузочные головные боли являются индикатором мальформации Киари. Однако в ряде случаев мальформация Киари 1 типа, при которой регистрируется дислокация миндалин мозжечка, является не первичным явлением, а вторичным феноменом, возникающим вследствие повышения или понижения внутричерепного давления. При этом в случае вторичной дислокации миндалин мозжечка также наблюдается головная боль. В связи с этим вопрос – является ли дислокации миндалин мозжечка, сопровождающаяся головной болью, первичной или вторичной становится крайне актуальным. **Заключение.** Таким образом, мальформация Киари 1 типа сопровождается головной болью различной локализации, которую иногда сложно дифференцировать от первичных головных болей, что требует проведения обязательной невровизуализации, а также тщательной дифференциальной диагностики в практике невролога.

**Ключевые слова:** мальформация Киари, клинические проявления, лечение.

**Для ссылки:** Саковец Т.Г., Богданов Э.И. Головные боли при мальформации Киари // Вестник современной клинической медицины. – 2024. – Т. 17, вып. 6. – С.78–83. DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(6).78-83.

## HEADACHES IN CHIARI MALFORMATION

**SAKOVETS TATYANA G.**, ORCID ID: 0000-0002-0713-9836; Scopus Author ID: 35300646500; Web of Science Researcher ID: GXV-6528-2022; Cand. sc. med., Associate Professor at the Department of Neurology, Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., 420012 Kazan, Russia. E-mail: tsakovets@yandex.ru

**BOGDANOV ENVER I.**, ORCID ID: 0000-0003-1050-9081. Scopus Author ID: 276535; Web of Science Researcher ID: AAV-1365-2021; Dr. sc. med., Professor, Head of the Department of Neurology, Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., 420012 Kazan, Russia. E-mail: enver\_bogdanov@mail.ru

**Abstract. Introduction.** Chiari malformation type 1 is found incidentally in 0.7-1% of children and adolescents undergoing magnetic resonance imaging of the brain and spine, and in 0.5% of cases in the adult population. The most common posterior fossa condition associated with cough headaches is Chiari malformation type 1. This condition results from a mesodermal defect, leading to a disparity between the sizes of the posterior cranial fossa and the neural structures it contains. According to the latest international classification of headaches, established by the Committee of the International Headache Society, cough headaches are categorized into primary and secondary (symptomatic) types. Primary cough headaches typically have a benign course. In contrast, symptomatic cough headaches are associated with pathological changes in the bone structure of the posterior cranial fossa and its contents, particularly seen in Chiari malformation type 1. **Aim:** To identify the characteristics of headaches in Chiari malformation. **Materials and Methods.** Literature analysis was conducted using international databases, such as Web of Science, Scopus, and PubMed, as well as the domestic library system eLibrary. **Results and Discussion.** Headaches, along with hydrosyringomyelia, are considered an indication for neurosurgical intervention. However, if we look at headaches as the sole reason for

surgery, we must consider their origin. In cases of Chiari malformation, headaches may be linked to migraine or other primary headache types due to their common occurrence. Cough and stress headaches are specific indicators of Chiari malformation. In some instances, Chiari malformation type 1 characterized by dislocation of the cerebellar tonsils, may be a secondary phenomenon resulting from fluctuations in intracranial pressure. This condition can also cause headaches that stem from the secondary dislocation of the cerebellar tonsils. Consequently, the question of whether the dislocation of the cerebellar tonsils, accompanied by headaches, is primary or secondary is particularly relevant.

**Conclusions.** Chiari malformation type 1 is associated with headaches of various types, which can sometimes be challenging for distinguishing them from primary headaches. This necessitates mandatory neuroimaging and careful differential diagnosis by neurologists.

**Keywords:** chiari malformation, clinical manifestations, treatment.

**For reference:** Sakovets TG, Bogdanov EI. Headaches in Chiari malformation. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2024; 17 (6): 78-83. DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(6).78-83.

Наряду с гидросирингомиелией, головные боли рассматриваются как показание к нейрохирургической операции. При этом, если считать, исключительно головные боли показанием к хирургическому вмешательству, возникает вопрос генеза цефалгии поскольку краниалгии при мальформации Киари (МК) могут являться широко распространенными первичными головными болями. Головные боли, возникающие при кашле и/или физических нагрузках, являются часто индикатором МК. Однако, в ряде случаев мальформация Киари 1 типа (МК-1), при которой регистрируется дислокация миндалин мозжечка, является не первичным явлением, а вторичным феноменом, возникающим вследствие повышения или понижения внутричерепного давления. При этом в случае вторичной дислокации миндалин мозжечка (ДММ) также наблюдается головная боль. В связи с этим, вопрос, является ли ДММ, сопровождающаяся головной болью, первичной или вторичной становится крайне актуальным.

Подразделение кашлевой головной боли на первичную и вторичную (симптоматическую) предлагается в последней международной классификации головной боли. Первичной кашлевой головной боли присуще доброкачественное течение [1]. Симптоматическая кашлевая головная боль выявляется при патологии костной структуры задней черепной ямки головного мозга (ЗЧЯ) и ее содержимого. Широкое применение нейровизуализационных методов позволило выявить причину кашлевой головной боли у 1/5 пациентов, чаще всего к ней относились структурные изменения черепа и головного мозга, в частности МК-1. Некоторые авторы считают, что в 50% случаев кашлевая головная боль вызывается МК-1 [2]. К основным вариантам головной боли, провоцируемой приемами Вальсальвы относятся кашлевая боль, головная боль при физическом напряжении, головная боль, связанная с сексуальной активностью [3,4]. Первичная кашлевая головная боль наблюдается в возрасте старше 50 лет, для нее не характерна окципитальная локализация, длительность головной боли составляет секунды. Первичная кашлевая головная боль купируется приемом индометацина, люмбальной пункцией с удалением части спинно-мозговой жидкости (СМЖ) [1]. Симптоматическая кашлевая головная боль возникает в первые декады жизни, локализуется в окципитальной области, ее продолжительность составляет минуты и более. Указанная головная боль не купируется приемом индометацина. В этих

случаях облигатным является назначение манитно-резонансной томографии (МРТ) для выявления аномалии краниовертебрального перехода (КВП). У женщин старше 40 лет регистрируется первичная боль при физическом напряжении и сексуальной активности, при этом ее продолжительность, как правило, составляет более 24 часов. Таким пациентам необходимо проведение нейровизуализации, включая магнитно-резонансную ангиографию или мультиспиральную компьютерную томографию ангиографию для исключения опухоли или субарахноидального кровоизлияния [4].

МК-1 выявляется случайно у 0,7-1% детей и подростков среди субъектов, которым проводится МРТ головного мозга и позвоночника [5], в 0,5% случаев у взрослого населения. Наиболее часто встречающейся патологией ЗЧЯ является МК-1, которая связана с мезодермальным дефектом и отсутствием соответствия размеров ЗЧЯ и невральных структур, заполняющих ее. Возникновение МК-1 определяется истечением СМЖ через открытый дефект нервной трубки. Таким образом, возникает снижение внутричерепного давления, сброс ликвора через центральный канал, что обуславливает уменьшение количества СМЖ в желудочковой системе вследствие нарушения ее возврата, возникает несоответствие размеров ЗЧЯ и невральных структур [6] с ДММ, деформацией продолговатого мозга, сдавлением четвертого желудочка [6,7,8].

При МК-1 предполагается опущение миндалин мозжечка не менее 5 мм. Эктопия миндалин размером от 3 до 5 мм часто оценивают, как «пограничные случаи» с учетом сужения четвертого желудочка у ряда больных [9,10]. Эта «серая зона» в классификации эктопии миндалин мозжечка требует дополнительного изучения клинических симптомов и картины нейровизуализации для выявления клинико-лабораторных ассоциаций. Полемика относительно значимости МК-1 ведется уже более 40 лет [11,12]. Недавние исследования, направленные на определение значимости клинических симптомов при случайной находке ДММ, наблюдаемой на МРТ, обнаружили сходство в основных клинических симптомах [13-20].

Чаще всего МК-1 выявляется случайно при проведении МРТ, головная боль остается наиболее частой жалобой при МК-1 [21-23]. Некоторые авторы полагают, что цефалгии сложно связать с небольшой ДММ (менее 5 мм), из-за различных характеристик головных болей и отсутствия определенной их локализации [13].

МК-1 имеет различные проявления, наиболее частым симптомом является головная боль. Распространенность первичных головных болей у пациентов с аномалией МК-1 сходна с таковой в общей популяции в целом. Характерный для МК-1 тип затылочной головной боли чаще возникает у пациентов с ДММ [24]. Часто описывается субокципитально-окципитальная головная боль различной степени тяжести, определенно связанная с МК-1, усугубляемая приемом Вальсальвы, физическим усилием, кашлем, изменением позы, смехом, плачем, чиханием, напряжением или сексуальным возбуждением [16,25]. Преобладающей жалобой, как указывают большинство исследователей, является головная боль в затылочной области [16], часто односторонняя, иногда с иррадиацией боли в лобно-височную зону. Головная боль в ряде случаев отмечается с двух сторон, носит диффузный характер, цефалгия может усиливаться при движении в шейном отделе позвоночника. Иногда наблюдаются боли в области шеи при сгибании, кашле, болезненность при пальпации паравerteбральных мышц. При незначительной ДММ боль локализуется в шейном отделе позвоночника, плечевой области. Сообщается также о тупой, пульсирующей, разрывающей, реже стреляющей цефалгии. Цервикогенная головная боль может напоминать головную боль при МК-1.

Считается рядом авторов, что головные боли как лобные, так и диффузные редко ассоциируются со значительной ДММ и нарушением ликвородинамики, которая верифицируется при проведении фазово-контрастной МРТ области КВП, в отличие от краниалгий в затылочной области, наблюдающихся при обструкции ликворопроводящих путей [26].

При МК-1 головная боль имеет тенденцию к усилению при прессорном воздействии в окципитальной/субокципитальной области с иррадиацией в верхнетеменную, ретроорбитальную зону и шею, которая усиливается при повышении внутричерепного давления [26-30]. Головная боль в затылочной области может возникать приступообразно, характерна продолжительностью менее 5 минут. Цефалгия может продолжаться также более длительный период времени: от нескольких часов до суток. Часто отмечается кратковременная головная боль, которую сложно отличить от цервикогенных головных болей или более продолжительных головных болей, соответствующих по критериям International Headache Society первичным головным болям [16]. Оценка и лечение головной боли, связанной с МК-1 затруднены, поскольку боль в затылочной и/или субокципитальной области, том числе и цефалгия, провоцирующаяся кашлем, может сочетаться с мигренью и/или головной болью напряжения. Головная боль в затылочной области иногда купируется в случаях приема традиционных симптоматических лекарственных агентов, но они не всегда эффективны [16].

У пациентов с МК-1 наряду с головными болями может наблюдаться поражение бульбарной группы черепных нервов, сколиоз, сенсорные нарушения или слабость [31, 32], те же самые клинические симптомы могут наблюдаться при эктопии миндалин

менее 3 мм [33]. У некоторых пациентов наблюдается невралгия тройничного [34] или языкоглоточного нервов [35].

Таким образом, пациентами описываются головные боли, связанные с МК-1, как кратковременные приступы «кашлевой головной боли» продолжительностью менее 5 мин. Патофизиология кашлевой головной боли связана с повышением внутричерепного давления, вызванном кашлем; что связано с увеличением внутригрудного и внутрибрюшного давления, что в последствии приводит к повышению центрального венозного давления [36]. У пациентов с мальформацией Киари 1-го типа это, по-видимому, вызвано ДММ [27,37,38].

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что головные боли чаще всего имеют локализацию в окципитальной, субокципитальной, окципитально-субокципитальной области, иррадиируют в лобную, височную, ретроорбитальную область, сопровождаются болями в шейном отделе позвоночника, длятся менее 5 минут, но могут продолжаться сутки. Редко головные боли имеют пульсирующий, тупой, стреляющий, диффузный характер, локализуются в лобной области.

Фазово-контрастная МРТ при МК-1 демонстрирует наличие потока СМЖ в виде пульсирующего нисходящего потока с движением миндалин, что приводит к дальнейшей окклюзии ограниченного субарахноидального пространства на уровне большого затылочного отверстия БЗО у этих пациентов [31,39-40]. Снижение количества и скорости движения СМЖ внутри этого пространства в сочетании с нормальным потоком в супратенториальном пространстве и области позвоночника обуславливает возникновение градиента давления, который нарушает способность типичной системы с открытым потоком к гашению воздействия венозного давления и СМЖ. При анализе циркулирующего ликвора в области незначительно ниже БЗО, у пациентов с МК-1 наблюдалась значительно более короткая систола ликвора и более длинная диастола.

Патологическая подвижность клиновидно-решетчатного и клиноводно-затылочного синхондрозов, связанная с родовой травмой, на фоне пульсации различных структур головного мозга может обуславливать возникновение МК [41]. Такая картина морфологии основания черепа наблюдается в семейных случаях симптоматических вариантов МК-1 [42] при семейной гипофосфатемии, рахите [43]. Указывается на бессимптомное [44] и манифестное [32] течение МК.

Прием Вальсальвы и изменения позы вызывают увеличение диссоциации градиента потока СМЖ с преходящим повышением внутричерепного давления, что сопровождается различной симптоматикой по выраженности и продолжительности [6]. Аналогичным образом происходит образование полости внутри спинного мозга. Предполагается, что это результат динамической обструкции с нарушением тока спинномозговой жидкости в БЗО, при этом в спинальном субарахноидальном пространстве наблюдаются избыточные систолические пульсовые волны [45]. В результате волны жидкости проникают

в центральный спинномозговой канал через периваскулярные и интерстициальные пространства, что вызывает расширение канала и развитие гидросирингомиелии [38]. Важно учитывать, что могут инициировать ноцицептивную перцепцию в зоне ЗЧЯ с сенсбилизацией в медуллярных и верхнешейных путях болевой чувствительности ритмичные колебания диссоциации градиента краниального и спинального давления, вызывая кратковременные головные боли при физической нагрузке и способствуя формированию ДММ [6, 23].

Имеются доказательства механической связи между твердой мозговой оболочкой в области затылочной кости, первым шейным позвонком и малой задней прямой мышцей головы через соединительнотканые мостики [46]. Указанные анатомические структуры иннервируются верхне-шейными нервами и поражение этих нервных волокон вызывает активацию ноцицепторов и возникновение отраженной боли от миофасциальных триггерных точек в зоне структур, иннервируемых указанными нервами.

Гипоплазия ЗЧЯ может определять возникновение патологических взаимодействий между этой анатомической структурой и лоцирующейся рядом с ней зоной кровоснабжения с кровеносными сосудами, что обуславливает стимуляцию болевых нервных волокон на шейном уровне и/или уровне ЦНС [47].

Предложен ряд критериев, согласно которым подтверждается МК-1 [3]. К ним относится окципитальная и/или субокципитальная цефалгия, провоцирующаяся кашлем и/или пробой Вальсальвы, наблюдающаяся до нескольких суток. Важно отметить, что головная боль проходит в течение 3 месяцев после успешного хирургического лечения мальформации Киари.

При обследовании больных с головными болями при МК-1 тест Вальсальвы может быть ложноположительным [48,49], что усложняет дифференциальную диагностику.

В случае нейрохирургического лечения МК-1 положительные результаты регистрировались в 85% случаев не характерных для МК цефалгий и 93% случаев типичных головных болей при корректной оценке показаний к операции [49]. По данным литературы, наблюдается слабая корреляция между клиническим симптомокомплексом и радиологической степенью ДММ. Вследствие этого сложно выявлять корреляции между радиологическими находками и различными вариантами головной боли [50,51]. Некоторые авторы считают, что выраженность клинических симптомов, наблюдаемых при ДММ, часто связаны со степенью деформации ЗЧЯ [6]. Считается, что головные боли, ассоциированные с МК-1, не характерные для этой аномалии развития, будут нивелироваться после декомпрессии БЗО [52].

Если рассматривать возможный дифференциальный диагноз при наличии головной боли у детей, то иногда сложно исключить симптоматическое происхождение краниалгий и в этих случаях МК-1 может являться значимой скрытой причиной возникновения головной боли [53-54]. У детей, как и у взрослых, в 80% случаев головные боли, ассоции-

рованные с МК-1 регрессируют в долгосрочном периоде времени после декомпрессии БЗО. Пластика твердой мозговой оболочки способствует регрессу головной боли при декомпрессии БЗО как у детей [54], так и у взрослых.

Таким образом, МК-1 сопровождается головной болью различной локализации, которые иногда сложно дифференцировать от первичных головных болей, что требует проведения облигатной нейровизуализации, а также тщательной дифференциальной диагностики в практике невролога.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорара за исследование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kesserwani H. Primary cough headache disorder responds to low volume therapeutic lumbar puncture: a case report with a side note on therapeutics and cranio–spinal dissociation Cureus. 2020; 12 (9): 10262. DOI: 10.7759/cureus.10262
2. Bates JE, Augustine BS. Pearls Oysters: Cough headache secondary to Chiari malformation type I. American Academy of Neurology. 2014; 83 (16): 149–151. DOI: 10.1212/WNL.0000000000000889
3. Lane RM, Davies PTG. Modified Valsalva test differentiates primary from secondary cough headache. The Journal of Headache and Pain. 2013; 1: 14–31. DOI: 10.1186/1129–2377–14–31
4. Alvarez R, Ramón C, Pascual J. Clues in the differential diagnosis of primary vs secondary cough, exercise, and sexual headaches. Headache. 2014; 54 (9): 1560–1562. DOI: 10.1111/head.12449
5. Abu–Arafeh I, Campbell E. Headache, Chiari malformation type1 and treatment options. Arch Dis Child. 2017; 102 (3): 210–211. DOI: 10.1136/archdischild–2016–312137
6. Arnett BC. Tonsillar ectopia and headaches. Neurol Clin N Am. 2004; 22: 229–236. DOI: 10.1016/S0733–8619(03)00101–4
7. McLone DG, Knepper PA. The cause of Chiari II malformation: a unified theory. Pediatr Neurosci. 1989; 15(1): 1–12. DOI: 10.1159/000120432
8. Mancarella C, Delfini R, Landi A. Chiari malformations. New trends in craniovertebral junction. Acta Neurochi Suppl. 2019; 125: 89–95. DOI: 10.1007/978–3–319–62515–7\_13
9. Сурженко И.Л., Менделевич Е.Г. Клинические проявления эктопии миндалин мозжечка малой степени // Практическая медицина. – 2007. – Т3, №22. – С. 25–26. [Surzhenko IL, Mendelevich EG. Klinicheskie pojavleniya ektopii mindalin mozzhechka maloj stepeni. [Clinical appearance of low–grade ectopia of the cerebellar tonsils]. Prakticheskaya medicina [Practical Medicine]. 2007; 3 (22): 25–26. (In Russ.)].
10. Bogdanov EI., Faizutdinova AT, Heiss JD. The small posterior cranial fossa syndrome and Chiari malformation Type 0. J Clin Med. 2022; 11: 5472. DOI: 10.3390/jcm11185472
11. Bloch S, Van Rensburg MJ, Danziger J. The Arnold–Chiari malformation. Clin Radiol 1974; 25: 335–341. DOI: 10.1016/s0009–9260(74)80162–5

12. Baker H. Myelographic examination of the posterior fossa with positive contrast medium. *Radiology*. 1963; 81: 791–801.
13. Arnett BA, Huckman MA, Moore CM. Comparison of presenting symptoms and neurological signs in incidental tonsillar ectopia. *Neurology*. 2002; 58 (3): 119.
14. Furuya K, Sano K, Segawa H, et al. Symptomatic tonsillar ectopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1998; 64: 221–226. DOI: 10.1136/jnnp.64.2.221
15. Paul KS, Strang FA, Dutton J. Arnold–Chiari malformation. *J Neurosurg*. 1983; 58: 183–187. DOI: 10.3171/jns.1983.58.2.0183
16. Pascual J, Oterio A, Berciano J. Headache in Type I Chiari malformation. *Neurology*. 1992; 42: 1519–1521. DOI: 10.1212/wnl.42.8.1519
17. Ishikawa M, Kikuchi H, Fujisawa I, et al. Tonsillar herniation on magnetic resonance imaging. *Neurosurgery*. 1988; 22: 77–81. DOI: 10.1227/00006123-198801010-00012
18. Meadows J, Kraut M, Guarnieri M, et al. Asymptomatic Chiari type I malformations identified on magnetic resonance imaging. *J Neurosurg*. 2000; 92: 920–926. DOI: 10.3171/jns.2000.92.6.0920
19. Менделевич Е.Г., Дунин Д.Н. Нейровизуализационные и неврологические характеристики мальформации Киари I у больных с клиническими и субклиническими координаторными нарушениями // Практическая медицина. – 2013. – Т.1, №1–2. – С.62–67. [Mendelevich EG, Dunin DN. Neirovizualizacionnye i nevrologicheskie harakteristiki mal'formacii Kiari I u bol'nyh s klinicheskimi i subklinicheskimi koordinatormymi narusheniyami [Neuroimaging and neurological characteristics of Chiari I malformation in patients with clinical and subclinical coordination disorders]. *Prakticheskaya medicina [Practical Medicine]*. 2013; 1 (1–2): 62–67. (In Russ.)].
20. Stevens JM, Serva WAD, Kendall BE, et al. Chiari malformation in adults: relation of morphological aspects to clinical features and operative outcomes. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1993; 56: 1072–1077. DOI: 10.1136/jnnp.56.10.1072
21. Dure LS, Percy AK, Cheek WR, et al. Chiari type I malformation in children. *J Pediatrics*. 1989; 115 (4): 573–576. DOI: 10.1016/s0022-3476(89)80283-5
22. Park JK, Gleason PL, Madsen JR, et al. Presentation and management of Chiari I malformation in children. *Pediatr Neurosurg*. 1997; 26 (4): 190–196. DOI: 10.1159/000121190
23. Schwedt TJ, Guo Y, Rothner AD. “Benign” imaging abnormalities in children and adolescents with headache. *Headache*. 2006; 46: 387–398. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2006.00371.x
24. Kesler R, Mendizabal JE. Headache in Chiari malformation: a distinct clinical entity? *J Am Osteopath Assoc*. 1999; 99 (3): 153–156. DOI: 10.7556/jaoa.1999.99.3.153
25. Riveira C, Pascual J. Is Chiari type I malformation a reason for chronic daily headache? *Current pain and headache reports*. 2007; 11: 53–55. DOI: 10.1007/s11916-007-0022-x
26. Stovner LJ. Headache associated with the Chiari type I malformation. *Headache*. 1993; 33 (4): 175–181. DOI: 10.1111/j.1526-4610.1993.hed33040175.x
27. McGirt MJ, Nimjee SM, Floyd J, et al. Correlation of cerebrospinal fluid flow dynamics and headache in Chiari I malformation. *Neurosurgery*. 2005; 56: 716–721. DOI: 10.1227/01.NEU.0000156203.20659.14
28. Kesler R, Mendizabal JE. Headache in Chiari malformation: A distinct clinical entity? *J Am Osteopath Assoc*. 1999; 99 (3): 153–156. DOI: 10.7556/jaoa.1999.99.3.153
29. Sansur CA, Heiss JD, DeVroom HL, et al. Pathophysiology of headache associated with cough in patients with Chiari I malformation. *J Neurosurg*. 2003; 98 (3): 453–458. DOI: 10.3171/jns.2003.98.3.0453
30. Schwedt TJ, Guo Y, Rothner AD. “Benign” imaging abnormalities in children and adolescents with headache. *Headache*. 2006; 46: 387–398. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2006.00371.x
31. Greenlee JD, Donovan KA, Hasan DM, et al. Chiari I malformation in the very young child: The spectrum of presentations and experience in 31 children under age 6 years. *Pediatrics*. 2002; 110 (6): 1212–1219. DOI: 10.1542/peds.110.6.1212
32. Milhorat TH, Chou MW, Trinidad EM, Kula RW, Mandell M, Wolpert C, et al. Chiari I malformation redefined: Clinical and radiographic findings for 364 symptomatic patients [see comment]. *Neurosurgery*. 1999; 44(5): 1005–1017. DOI: 10.1097/00006123-199905000-00042.
33. Furuya K, Sano K, Segawa H, et al. Symptomatic tonsillar ectopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1998; 64: 221–226. DOI: 10.1097/00006123-199905000-00042
34. Storrs TJ, Roberts CI. Adult Chiari malformation with headache and trigeminal dysesthesia. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod*. 1996; 82: 284–287. DOI: 10.1016/s1079-2104(96)80353-2
35. Atkinson JLD, Kokmen E, Miller GM. Evidence of posterior fossa hypoplasia in the familial variant of adult Chiari I malformation: case report. *Neurosurgery* 1998; 42: 401–403. DOI: 10.1097/00006123-199802000-00129
36. Cordenier A, De Hertogh W, De Keyser J, et al. Headache associated with cough: a review. *J Headache Pain*. 2013; 14: 42. DOI: 10.1186/1129-2377-14-42
37. Williams B. Cough headache due to craniospinal pressure dissociation. *Arch Neurol*. 1980; 37(4): 226–230. DOI: 10.1001/archneur.1980.00500530064010
38. Marcella C, Valentini LG, Vetrano I, et al. Chiari malformation type 1-related headache: the importance of a multidisciplinary study. *Neurol Sci*. 2017; 38 (1): 91–93. DOI: 10.1007/s10072-017-2915-8
39. Pujol J, Roig C, Capdevila A, et al. Motion of the cerebellar tonsils in Chiari type I malformation studied by cine phase-contrast MRI. *Neurology*. 1995; 45: 1746–1753. DOI: 10.1212/wnl.45.9.1746
40. Bhadelia RAE, Frederick S, Patz P, et al. Cough-associated headache in patients with Chiari I malformation: CSF flow analysis by means of cine phase-contrast MR imaging. *AJNR. Am J Neuroradiol*. 2011; 32(4): 739–742. DOI: 10.3174/ajnr.A2369
41. Луцик А.А., Раткин И.К., Никитин М.Н. Краниовертебральные повреждения и заболевания. – Новосибирск: «Издатель», 1998. – С.337–412. [Lucik AA, Ratkin IK, Nikitin MN. Kraniovertebral'nye povrezhdeniya i zabolevaniya [Craniovertebral injuries and diseases]. Novosibirsk: «Izdatel'» [Novosibirsk: “Publisher”]. 1998; 337–412.
42. Dobkin BH. The adult Chiari malformation. *Bull Los Angeles Neurol Soc*. 1977; 42: 23–27. DOI: 10.3171/foc.2001.11.1.2
43. Caldemeyer KS, Boaz JC, Wappner RS, et al. Chiari I malformation: association with hypophosphatemic rickets and MR imaging appearance. *Radiology*. 1995; 195: 733–738. DOI: 10.1148/radiology.195.3.7754003
44. Meadows J, Kraut M, Guarnieri M, et al. Asymptomatic Chiari type I malformations identified on magnetic resonance imaging. *J Neurosurg*. 2000; 92: 920–926. DOI: 10.3171/jns.2000.92.6.0920
45. Oldfield EH, Muraszko K, Shawker TH, et al. Pathophysiology of syringomyelia associated with Chiari I malformation of the cerebellar tonsils. *J Neurosurg*. 1994; 80: 3–15. DOI: 10.3171/jns.1994.80.1.0003

46. Alix ME, Bates DK. A proposed etiology of cervicogenic headache: the neurophysiologic basis and anatomic relationship between the dura mater and the rectus posterior capitis minor muscle. *J Manipulative Physiol Ther.* 1999; 22: 534–539. DOI: 10.1016/S0161–4754(99)70006–0
47. Angus–Leppan H, Lambert GA, Boers P, et al. The cervical spinal cord is a relay center for the central nervous system processing of input from the cranial vasculature. *Cephalalgia.* 1989; 9 (10): 137–138.
48. Cordenier A, De Hertogh W, De Keyser Jacques, et al. Headache associated with cough: a review Ann Cordenier. *The Journal of Headache and Pain.* 2013; 14 (1): 42. DOI: 10.1186/1129–2377–14–42
49. Beretta E, Vetrano IG, Curone M, et al. Chiari malformation–related headache: outcome after surgical treatment. *Neurol Sci.* 2017; 38 (1): 95–98. DOI 10.1007/s10072–017–2950–5
50. Raza–Knight S, Mankad K, Prabhakar P, al. Headache outcomes in children undergoing foramen magnum decompression for Chiari I malformation. *Arch Dis Child.* 2017; 102 (3): 238–243. DOI: 10.1136/archdischild–2016–310662
51. Taylor F, Larkins M. Headache and Chiari I malformation: clinical presentation, diagnosis, and controversies in management. *Curr Pain Headache Rep.* 2002; 6: 331–337. DOI: 10.1007/s11916–002–0056–z
52. Lewis DW, Middlebrook MT, Mehallick L, et al. Pediatric headaches: what the children want? *Headache.* 1996, 36: 224–230. DOI: 10.1046/j.1526–4610.1996.3604224.x
53. Grazzi L, Usai S. Headache and Chiari malformation in young age: clinical aspects and differential diagnosis. *Neurol Sci.* 2011; 32 (3): 299–301. DOI: 10.1007/s10072–011–0696–z
54. Bear JJ, Gelfand AA, Goadsby PJ, et al. Occipital headaches and neuroimaging in children *Neurology.* 2017; 89(5): 469–474. DOI: 10.1212/WNL.0000000000004186