

Динамика давления в синусах головного мозга и ликворного давления у больных с артериовенозными мальформациями головного мозга

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова, Санкт-Петербург
e-mail: alexey-iv@ya.ru

Реферат

Представлены результаты измерения давления в синусах во время внутрисосудистых эмболизаций 18 артериовенозных мальформаций (АВМ) головного мозга. Давление измерялось при катетеризации синусов по Сельдингеру, катетер располагался на уровне *confluens sinuum*, дополнительно измерялся градиент давления в сагиттальном синусе и в боковых синусах. Одновременно измерялось давление в яремных венах и ликворное давление. Результаты: давление в *confluens sinuum* составило $18,3 \pm 7,7$ мм рт. ст., что почти в 2 раза больше, чем нормальное (до 10 мм рт. ст.), что объясняется избыточным дренированием крови из АВМ. Ликворное давление было выше чем в синусах, однако у трех больных отмечалась обратная ситуация. Давление в синусах всегда превышало давление в яремных венах. Градиент давления в сагиттальном синусе составил 1,5–2 мм рт. ст.

Ключевые слова: сагиттальный синус, давление в синусе, давление цереброспинальной жидкости, артериовенозные мальформации, интракраниальная гемодинамика.

Ivanov A. Yu.

Dynamics of cerebral sinus pressure and fluid pressure in patients with arteriovenous malformations

Russian Polenov neurosurgical institute, Saint-Petersburg
e-mail: alexey-iv@ya.ru

Abstract

The article focuses on the results of sinus pressure change in the course of intravascular embolization of 18 brain arteriovenous malformations (AVM). The pressure was measured by means of sinus catheterization via femoral and jugular vein according to Seldinger, catheter being placed at the level of *confluens sinuum*; pressure gradient in sagittal sinus and transversus sinus was also measured. Simultaneously pressure measurement in jugular veins and of spinal fluid was performed. Results: the pressure in *confluens sinuum* was $18,3 \pm 7,7$ mm Hg which is almost two times exceeds the normal one (up to 10 mm Hg) due to blood drainage from AVM. Spinal fluid pressure was higher than in sinus pressure, although there was an opposite situation in three patients. Pressure in sinus was always higher than that of jugular veins. Sagittal sinus pressure gradient was 1,5–2 mm Hg.

Keywords: sagittal sinus, sinus pressure, cerebrospinal fluid pressure, arteriovenous malformation, intracranial venous hemodynamics.

Введение

Давление в синусной системе головного мозга является одним из очень важных показателей венозного кровообращения и поддержание, его параметров в определенных границах является необходимым условием функционирования венозной системы [4, 7].

Венозное кровообращение головного мозга нельзя рассматривать в отрыве от ликворообращения и артериальной системы. Тесная связь ликворного и венозного давлений в системе мозговой гемодинамики [1], обуславливает необходимость исследования компенсаторных механизмов ликворонаполнения полости черепа с учетом характера оттока венозной крови. К сожалению, уровень и динамика давления в синусах при различной патоло-

гии до сих пор остаются одним из малоисследованных вопросов. По современным данным, давление в сагитальном синусе и на уровне слияния синусов в норме не должно превышать 10–12 мм рт. ст., однако эти цифры могут значительно изменяться при наличии патологии головного мозга и даже просто в вертикальном положении. Так, наличие тяжелой черепно-мозговой травмы, крупных опухолей головного мозга, гидроцефалии приводит к повышению давления более 40 мм рт. ст. [4, 6–8] и может нарушить процесс резорбции ликвора. Неизвестным также является градиент давления в различных отделах синусной системы, который является фактором, определяющим скоростные и объемные параметры венозного кровотока.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Материал и методы исследования

Проведено обследование 18 пациентов с артериовенозными мальформациями (АВМ) сосудов головного мозга во время внутрисосудистых вмешательств, осуществлявшихся им по поводу этого заболевания. Мужчин было 8 (45 %), женщин 10 (55%), средний возраст составил $31,3 \pm 5,2$ года.

Все мальформации локализовались супратенториально, и относились к 3–4 градации по Spetzler–Martin (1986.)

Во время операции осуществлялась пункция бедренной вены с последующей катетеризацией направляющим катетером по Сельдингеру одной из яремных вен (с наибольшей скоростью кровотока). Контроль давления в яремной вене осуществлялся через направляющий катетер, и через него же, при катетеризации одного из синусов, проводился один из операционных катетеров (Magic 1,5, Vasco 14 (Balt, Франция)).

После расположения катетеров в области слияния синусов (рис. 1) проводилось измерение давления в *confluens sinuum* и обоих сигмовидных синусах. Если преимущественное дренирование осуществлялось в систему сагиттального синуса, катетеризировались начальные отделы ВСС, а затем катетер ретроградно смещали к задней трети ВСС и измеряли давление в синусе. Непрерывный мониторинг давления во время операции осуществлялся на уровне *confluens sinuum*.

Системное артериальное давление измерялось двумя способами: дискретно, с использованием манжеточного метода, и непрерывно, с помощью катетера в лучевой артерии.

До начала операции больному производилась люмбальная пункция и устанавливался люмбальный катетер фирмы APEXMED (16G) для измерения ликворного давления измерительной системой *Dinamap plus*.

До и после операции производилось измерение скорости кровотока в артериях шеи и головного мозга, а также в яремных венах с помощью ультразвукового триплексного сканирования (*Sonoline versa plus (Siemens)* Германия).

Перед операцией измерялись все показатели кровотока в артериях и венах и параметры давления. Повторно показатели кровотока определялись после вводного наркоза и после эмболизации АВМ, а давление непрерывно мониторировалось на протяжении всего оперативного вмешательства.

Все исследования проводились после получения информированного согласия пациентов в письменном виде, согласно стандартной форме, утвержденной этическим комитетом для сосудистого отделения РНХИ. Ни одного осложнения, связанного с проведением данного исследования, не отмечалось.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные показатели давления в синусной системе суммированы в табл. 1. Принято считать, что нормальные показатели давления в синусах у взрослых в положении лежа не превышают 10 мм рт. ст. В данном исследовании средние показатели

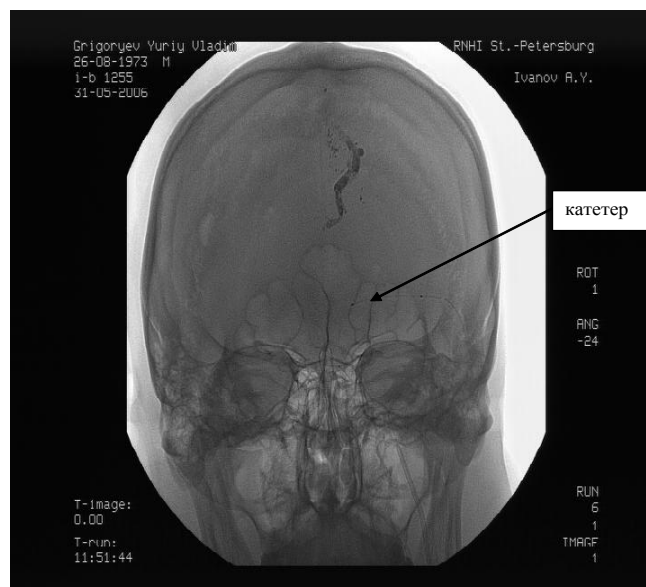


Рис. 1. Катетер на уровне слияния синусов

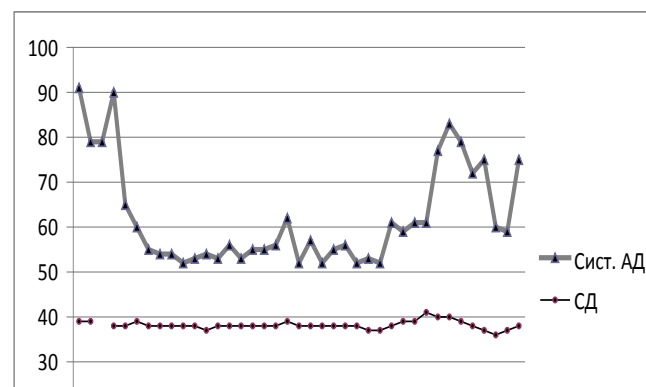


Рис. 2. Мониторинг системного АД и давления в *confluens sinuum* у больной Г: АД — системное артериальное давление; СД — давление в синусе

были почти в два раза выше — 18,3 мм рт. ст., что, вероятно, было обусловлено наличием дренирования крови в синусы из АВМ.

Следует отметить, что были пациенты, у которых давление превышало 40 мм рт. ст., что было значительно больше средних показателей (рис. 2).

Как следует из данных мониторинга (рис. 2) давление в синусной системе на протяжении всей операции составляло 38–41 мм рт. ст. Подобный уровень давления может быть связан или с дренированием из АВМ или с повышенным внутричерепным давлением. Признаков повышения внутричерепного давления не отмечалось ни клинически, ни по данным дополнительных методов обследования, следовательно, причиной мог являться высокий уровень дренирования крови из АВМ. К сожалению, непосредственно измерить объем дренирования не представлялось возможным, поэтому проведен анализ корреляций между давлением в синусах и средней линейной скоростью в сосудах шеи ипсилатеральных АВМ (показателем, косвенно характеризующим объем крови, протекающий через мальформацию).

Показатели давления в синусной системе

Таблица 1

Количество наблюдений	Среднее значение давления в синусах (мм рт. ст.)	Ошибка среднего (SE)	Стандартное отклонение (SD)
18	18,3	0,31	7,7

Корреляция между линейной скоростью кровотока в магистральных артериях шеи, ипсилатеральных АВМ и давлением в синусах

Таблица 2

Объект	Количество наблюдений	Spearman	t (N=2)	p-level
СД & ЛСК ВСА и ПА ипси	18	0,455764	1,846175	0,087754

Корреляция между средними значениями люмбальных и синусных давлений

Таблица 3

Показатель	Количество наблюдений	Spearman	t (N=2)	p-level
Давление в синусах & ликворное давление	15	0,783333	3,334136	0,012520

Таким образом, получена взаимосвязь между ЛСК в магистральных артериях шеи, ипсилатеральных АВМ и давлением в синусах на уровне тенденции ($P=0,087$), однако следует учесть, что скорость кровотока в одном из магистральных сосудов шеи в достаточной степени отражает объем дренирования только при кровоснабжении из одного сосудистого бассейна. С учетом этого фактора взаимосвязь на уровне тенденции можно расценивать как вполне адекватный результат. Следовательно, уровень давления в синусах связан с объемом шунтирования крови из АВМ.

Исследовалась взаимосвязь между внутричерепным давлением и давлением в синусах, для чего измерялось ликворное давление на уровне люмбаль-

ного сака с помощью установки люмбального катетера и соответствующей измерительной системы (рис. 3).

Перепады давлений в первой части графика представляют собой реакцию на вводный наркоз, колебания во второй части связаны с затруднениями дыхания. Проведенный корреляционный анализ исследуемых величин в данном наблюдении показал высокую силу и достоверность корреляции ($P=0,0024$).

Проведен корреляционный анализ значений давлений в синусе и люмбальном саке у всех пациентов.

Исходя из коэффициента корреляции по (Spearman = 0,78) и достоверности ($p=0,0125$), име-

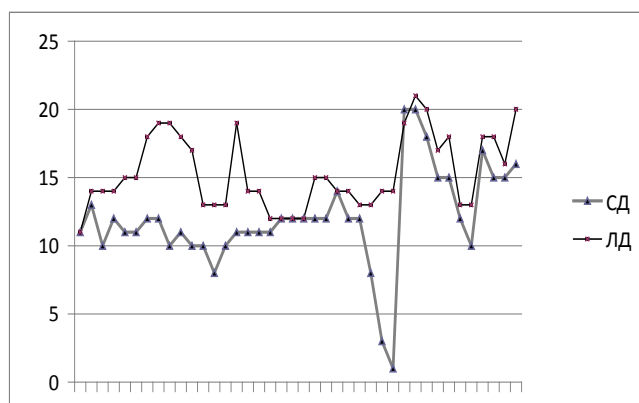


Рис. 3. Минтраоперационный мониторинг ликворного давления и давления в синусах больного Ш. Здесь и далее: СД — давление в синусе; ЛД — ликворное давление в люмбальном саке. Падение давления в синусе (измерения 27–29) связаны с техническими неполадками в измерительной системе

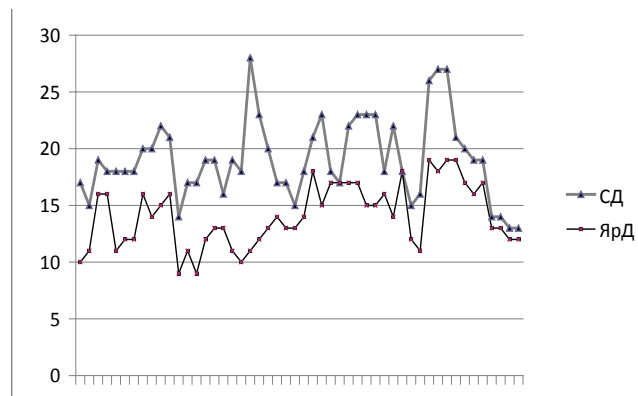


Рис. 4. Минтраоперационный мониторинг ликворного давления и давления в синусах больного Ш. Обозначения как на рис. 3

Таблица 4

Показатель	Количество наблюдений	Spearman	t (N=2)	p-level
Давление в синусе & давление в яремной вене	50	0,530196	4,33237	0,000075

ется сильная и достоверная связь между этими показателями.

Таким образом, подтверждается взаимосвязь между ликворным давлением и давлением в синусной системе.

Давление в яремных венах всегда было ниже давления в синусах, даже при затруднениях дыхания градиент давлений сохранялся, поскольку оба показателя повышались одновременно. Иногда на короткий период времени могло быть зафиксировано равенство давлений, однако уже через 20–30 с разница восстанавливалась (рис. 4).

Как следует из данных табл. 4, можно с высокой степенью достоверности ($P=0,000075$) утверждать, что давление в яремной вене и синусах показатели взаимосвязанные.

По существующим на сегодняшний день представлениям, резорбция ликвора в венозную систему головного мозга осуществляется преимущественно по градиенту давлений, соответственно, для нормального всасывания ликвора его давление должно быть выше, чем давление в синусах. В данном исследовании мы наблюдали подобную закономерность, однако у трех пациентов отмечалась парадоксальная ситуация, когда давление в синусах превалировало над ликворным (рис. 5; 6).

Подобную ситуацию могло бы объяснить наличие признаков внутричерепной гипертензии или гидроцефалии, но ни у одного из пациентов данных за подобную патологию получено не было ни клинически, ни данных МРТ.

Перед стационарной установкой кончика катетера на уровне *confluens sinuum* в 6 наблюдениях осуществлялась катетеризация проксимальных отделов сагиттального синуса (рис. 7) с целью оценки давления в его разных отделах.

Как видно из данных табл. 5, давление в проксимальных (начальных) отделах сагиттального синуса всегда превышало давление в дистальных отделах (у места впадения в *confluens sinuum*) на 1–2 мм рт. ст. Таким образом, отток по сагиттальному синусу в положении лежа осуществляется по градиенту давления, причем градиент составляет около 1–2 мм рт. ст.

Также проводились измерения в боковых синусах с целью определения разницы давлений в направлении преимущественного оттока крови и/или при анатомическом неравенстве синусов.

Измерение осуществлялось справа и слева на расстоянии 3 см от *confluens sinuum*. Ни в одном из наблюдений, даже при выраженной анатомической асимметрии поперечных синусов (рис. 8), не было

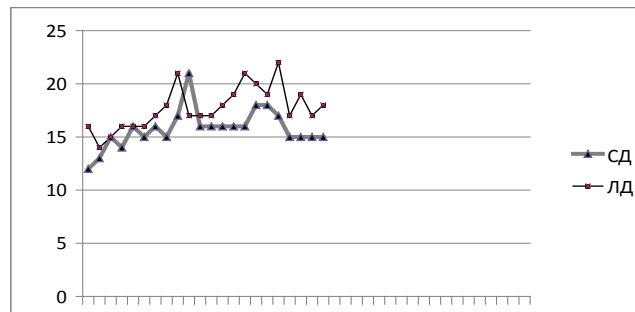


Рис. 5. Мониторинг давления в синусах и ликворного давления у пациента Г. Давление ликвора выше, чем давление в синусах

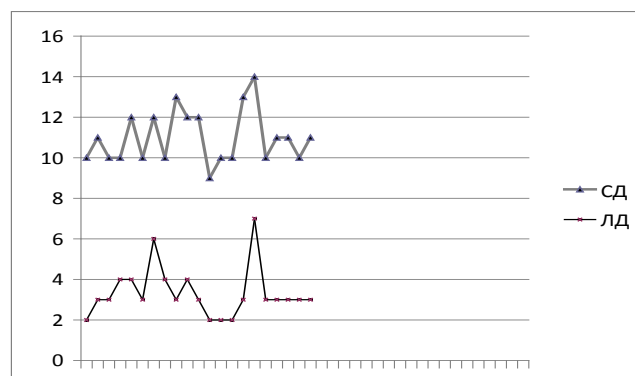


Рис. 6. Мониторинг давления в синусах и ликворного давления у пациентки С. Парадоксальный результат — давление в синусах выше, чем давление ликвора.

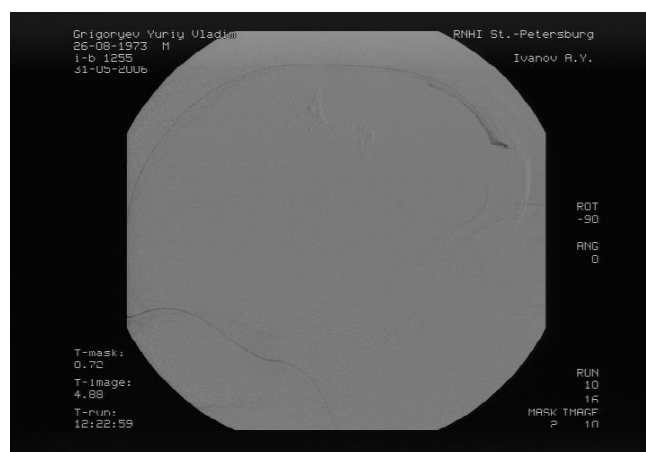


Рис. 7. Кончик катетера в проксимальных отделах сагиттального синуса. Синусография

получено значений давления, отличных от зафиксированного на уровне *confluens sinuum*.

Таблица 5

Пациент	Давление в дистальных отделах сагиттального синуса (мм рт. ст.)	Давление в проксимальных отделах сагиттального синуса (мм рт. ст.)
С-ва	10	11
П-ов	16	18
В-тин	17	19
С-ов	18	19
См-ов	19	21
Щ-ин	19	20



Рис. 8. Анатомическая асимметрия синусов. Равенство давлений. СД_{пр} — давление в правом поперечном синусе; СД_л — давление в левом поперечном синусе

Выводы

Давление в синусах при наличии артериовенозных мальформаций головного мозга составило в среднем $18,3 \pm 7,7$ мм рт. ст., что почти в 2 раза больше, чем нормальное (до 10 мм рт. ст.). Подобное повышение давления в данной ситуации может быть вызвано только одним фактором — избыточным дренированием крови в синус из АВМ, что дополнительно подтверждается наличием прямой корреляции давления в синусе с ЛСК в магистральных артериях шеи, ипсилатеральных АВМ, т. е. с величиной, косвенно отражающей степень кровото-

ка через мальформацию. Литературных данных на эту тему практически нет, за исключением работы E. Lamas et al. (1977), которые зафиксировали повышенное давление в синусах у пациента с артериовенозной мальформацией головного мозга.

Давление в синусе имело сильную (коэффициент Spearman = 0,78) и достоверную корреляцию со значениями ликворного давления, что еще раз подтверждает положение о взаимосвязи этих двух показателей.

Давление в синусе всегда превышало давление в яремной вене — закономерность, которая, по всей вероятности, является граничным условием функционирования организма для сохранения возможности оттока венозной крови от головного мозга.

При измерении давления в поперечных синусах с асимметричным строением было показано, что уровень давления в них не зависит от размера синуса и объема оттекающей по нему крови.

Для сохранения возможности адекватной резорбции ликвора его давление должно быть выше, чем в синусной системе [2, 3], и в проведенном исследовании мы наблюдали именно эту картину.

Однако у трех пациентов, без признаков гидроцефалии и внутричерепной гипертензии, отмечалась обратная ситуация, аргументированного объяснения которой мы дать не можем, ограничившись предположением о возможности превалирования, в определенной ситуации, механизмов активного всасывания ликвора против градиента давления.

Литература

1. Москаленко, Ю. Е. О роли внутричерепных вен в механизме регуляции мозгового кровотока / Ю. Е. Москаленко, Г. Б. Вайнштейн // Труды междунаро. симп. по регуляции емкостных сосудов. М., 1977. С. 120-129.
2. Разумовский, А. Е. Методические вопросы исследования давления в венозных синусах головного мозга / А. Е. Разумовский [и др.] // Журн. выпр. нейрохир. им. Н. Н. Бурденко. 3. 1985. С. 31-36.
3. Хачатрян, В. А. Гидроцефалия : патогенез, диа-

гностика, хирургическое лечение / В. А. Хачатрян [и др.]. СПб., 1998. 228 с.

4. Щедренок, В. В. Изменение венозного давления и оксигенации крови во внутренних яремных венах и сигмовидных синусах в остром периоде черепно-мозговой травмы черепа и головного мозга : дис. + д-ра мед. наук / В. В. Щедренок. Л., 1971.
5. Artru, A. A. CSF, sagittal sinus, and jugular venous pressures during desflurane or isoflurane anesthesia in dogs

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

/ A. A. Artru [et al] // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* 1994. 6 (4). P. 239-248.

6. Gideon, P. *Measurement of blood flow in the superior sagittal sinus in healthy volunteers, and in patients with normal pressure hydrocephalus and idiopathic intracranial hypertension with phase-contrast cine MR imaging* / P. Gideon [et al] // *Acta Radiol.* 1996. Vol. 37. 2. P. 171-176.

7. Iwabuchi, T. *The significance of dural sinus pressure in neurological surgery correlation with surgical position* / T. Iwabuchi [et al] // *No Shinkei Geka.* 1983. 11 (11). P. 1167-1176.

8. Karahalios, D. G. *Elevated intracranial venous pressure as a universal mechanism in pseudotumor cerebri of varying etiologies* / D. G. Karahalios [et al] // *Neurology.* 1996. 46 (1). P. 198-202.

9. Lamas, E. *Dural posterior fossa AVM producing raised sagittal sinus pressure : case report* / E. Lamas [et al] // *J. Neurosurg.* 1977. 46 (6). P. 804-810.

10. Spetzler, R. F. *A proposed grading system for arteriovenous malformations* / R. F. Spetzler, N. A. Martin // *J. Neurosurg.* 1986. 65 (4). P. 476-483.