

Кровоснабжение головного мозга при заболеваниях и травмах конечностей

*Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г. А. Илизарова, г. Курган
e-mail: Shchurovland@mail.ru*

Реферат

Исследована линейная скорость кровотока по артериям конечностей и мозга у 30 больных с переломом костей и 18 пациентов с врожденным нарушением роста конечности до и в процессе оперативного лечения по Илизарову. Выявлена возрастная динамика интенсивности кровотока по средней мозговой артерии, ее усиление на контрлатеральной стороне при лечении переломов костей конечностей. Скорость кровотока по сосудам мозга сравнительно мало изменяется при оперативном лечении больных с врожденными аномалиями развития конечностей.

Ключевые слова: кровоснабжение мозга, перелом костей, чрезкостный остеосинтез.

Schurov V. A.

Cerebral blood flow in diseases and injuries limb

*Russian Ilizarov scientific center for restorative traumatology and orthopaedics, Kurgan
e-mail: Shchurovland@mail.ru*

Abstract

The linear velocity of blood flow through the arteries of the limbs and the brain in 30 patients with fractures and 18 patients with congenital dysplasia of limbs before and during surgery by Ilizarov. The age dynamics of the intensity of blood flow in the middle cerebral artery, its gain on the contralateral side in the treatment of fractures of the limbs. Blood flow through the vessels of the brain are relatively few changes in the surgical treatment of patients with congenital anomalies of the limbs.

Keywords: blood supply of the brain, broken bones, transosseous osteosynthesis.

Введение

Головной мозг является высшим интегративным центром регуляции соматических функций. И хотя известно, что при повреждении тканей ощущение боли возникает в центральном конце двигательного анализатора, более того, существует понятие травматической болезни, рассматривающее вовлечение в патологический процесс нервной, гуморальной и иммунной систем [3, 13], в практической травматологии и ортопедии заболевания и переломы конечностей принято рассматривать как местный процесс. Такой подход существует, несмотря на то, что ряд заболеваний опорно-двигательной системы первоначально возникает вследствие патологии центров головного мозга.

О функциональном состоянии мозговых структур можно судить по интенсивности их кровоснабжения. Кровоснабжение мозга имеет ряд отличительных особенностей.

Нормальная функция нейронов головного мозга может сохраняться при сравнительно высокой интенсивности кровоснабжения (до 50 мл/мин на 100 г ткани), которая поддерживается, несмотря на изменения показателей системной гемодинамики [11]. Мозговой кровоток осуществляется в замкнутой полости фиксированного объема черепа, поэтому его суммарная величина должна оставаться неизменной.

Этот эффект достигается тем, что при существенном увеличении кровотока в одной из областей мозга происходит его компенсаторное снижение в других областях [1, 10]. При интенсивной умственной или физической работе кровоснабжение отдельных участков мозга усиливается, но эффект носит временный характер [4, 12]. Тем не менее при обследовании больных в процессе лечения переломов костей конечностей обнаружено стойкое ускорение кровотока не только в травмированном органе, но и по средней мозговой артерии (СМА) контрлатеральной стороны [14].

Настоящее исследование выполнено с целью дальнейшего изучения выявленного феномена стимуляции скорости кровотока по СМА при травме конечностей, а также определения влияния на скорость мозгового кровотока врожденного нарушения роста одной из конечностей до и во время ее оперативного удлинения по Илизарову.

Материал и методы исследования

Определялась скорость кровотока (СК) по артериям конечностей (в частности, подколенной и плечевой) и экстракраниальным артериям (датчик на 8 МГц), а также по передним, задним и средним артериям головного мозга с обеих сторон (датчик

на 2 МГц) с помощью компьютеризированного диагностического комплекса «Ангиодин-2КМ» производственного объединения «БИОСС» (Россия). Особое внимание уделено исследованию СК по СМА, обеспечивающего кровоснабжение теменной части головного мозга. Для оценки индекса вазомоторной реактивности СМА дополнительно определялась амплитуда изменений скорости кровотока при выполнении функциональных пробы с максимальной произвольной задержкой дыхания (проба Штанге) и пробы с гиперпноэ [5].

Обследована группа больных (30 человек) с переломами костей одной из конечностей в условиях лечения по Илизарову в травматолого-ортопедическом отделении № 1. Закрытые переломы бедра имели 7 больных, голени — 9 больных. Возраст больных — от 14 до 50 лет. У 14 больных в возрасте от 17 до 86 лет был закрытый перелом плечевой кости. Кроме того, обследована 2-я группа больных (18 человек) в возрасте от 8 до 48 лет с отставанием в продольных размерах одной из нижних конечностей до и во время оперативного лечения по Илизарову в травматолого-ортопедическом отделении № 13. При этом у половины из них была врожденная задержка роста, а у половины — посттравматическое укорочение конечности. В контрольную группу вошли 32 здоровых обследуемых (средний возраст — 38 лет).

Результаты исследования и их обсуждение

У обследуемых контрольной группы СК по СМА составила справа 90±5 см/с, слева — 95 ±5 см/с. Коэффициент асимметрии между показателями равнялся 6 %. Между показателями скорости кровотока по артериям конечностей и по контрлатеральной СМА у больных разных групп выявлена линейная взаимосвязь (рис. 1).

У больных с переломами костей конечностей в процессе лечения не отмечено существенных изменений СК по экстракраниальным артериям и кровотока по передней и задней мозговым артериям. При анализе СК по СМА выявлена зависимость показателя от возраста пациентов. У этой группы пациентов с увеличением возраста на каждый год величина СК по СМА на стороне поврежденной конечности снижалась с темпом 0,47 см/с, на контрлатеральной стороне — на 1,62 см/с. В группе больных с укорочением конечностей средний возраст был относительно

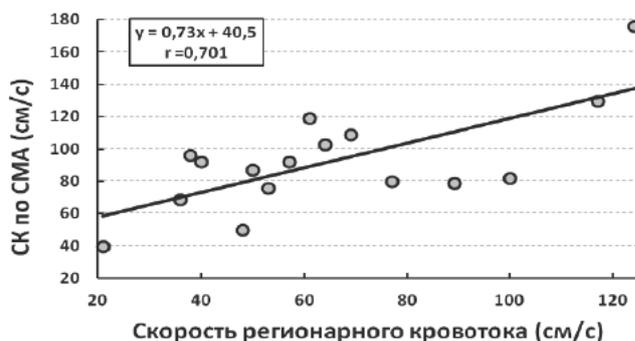


Рис. 1. Взаимосвязь скорости кровотока по регионарным артериям конечности и СК по СМА противоположной стороны мозга у больных обеих групп

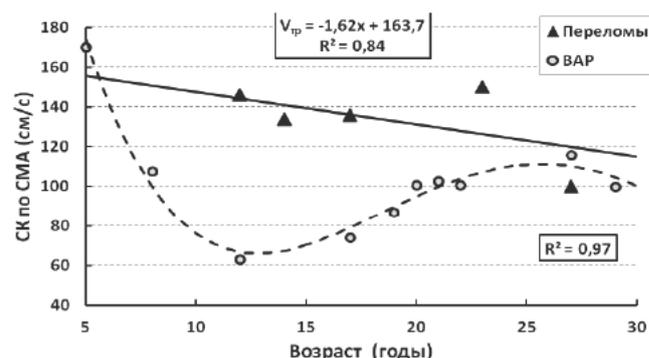


Рис. 2. Возрастная динамика скорости кровотока по СМА контрлатеральной стороны у больных с переломами костей и у пациентов с врожденной аномалией развития одной из конечностей

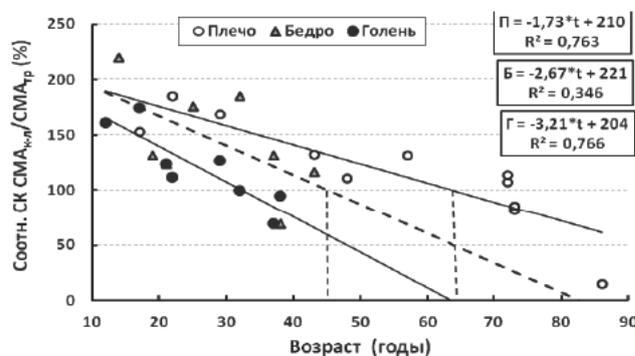


Рис. 3. Возрастная динамика соотношения СК по СМА интактной и поврежденной сторон при травмах голени (Г), бедра (Б) и плеча (П)

Скорость кровотока и индекс вазомоторной реактивности СМА (M±m)

Таблица 1

Группа больных	n	Возраст, лет	Скорость кровотока по СМА (см/с)			Индекс вазомоторной реактивности (%)	
			больная сторона	контрлатеральная	СМА _{контр} / СМА _{больной} %	больная сторона	контрлатеральная
С переломами	18	39±4	68±5	96±8	141	58±12	52±10
С укорочением конечности	18	20±3	97±7	93±8	96	49±8	47±7

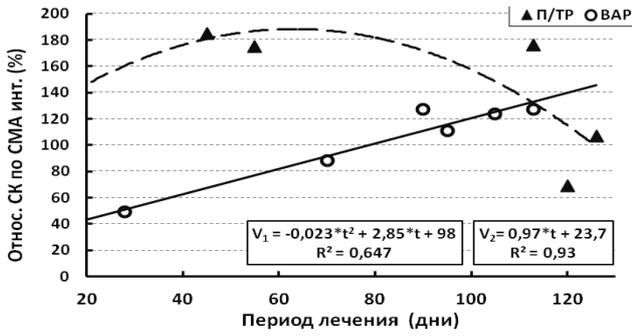


Рис. 4. Динамика относительной величины СК по СМА контрлатеральной стороны у больных с посттравматическим укорочением конечности (V_1) и с врожденной аномалией роста (V_2) в период лечения

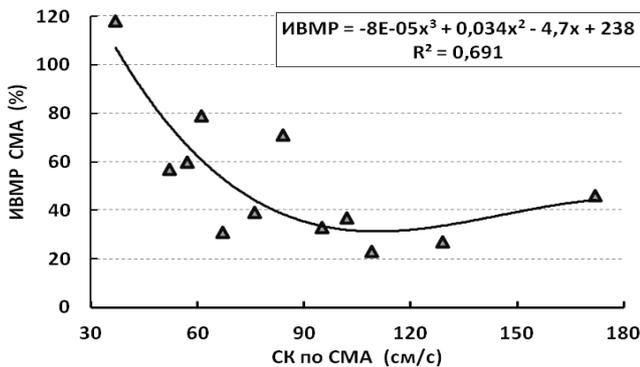


Рис. 5. Зависимость индекса вазомоторной реактивности от скорости кровотока по СМА

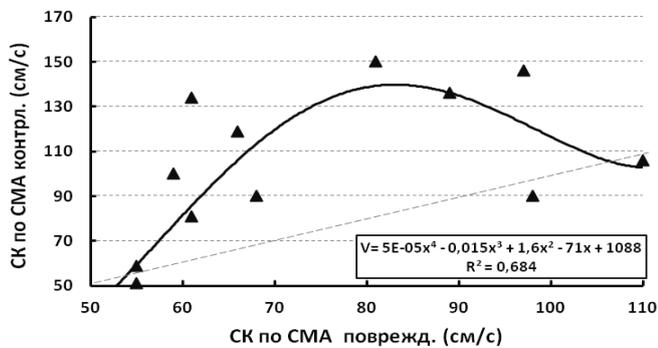


Рис. 6. Взаимосвязь скорости кровотока по СМА интактной и пораженной стороны при травме конечности

меньше, чем у больных первой группы, а величины СК по сосудам мозга на стороне поражения — соответственно выше (табл. 1). При сравнении СК по СМА на контрлатеральной по отношению к поврежденной конечности стороне мозга в двух группах обследуемых одного возраста (8–20 лет) выявлено, что показатели у больных с укорочением конечности относительно ниже (рис. 2). Этот возрастной период, как известно, наиболее благоприятен для выполнения ортопедических вмешательств с целью оперативного удлинения отстающей в росте конечности. Для нас наибольший интерес представляют не абсолютные величины СК по СМА, на которые существенное влияние оказывает возраст пациентов, а соотношение этих величин на контрлатеральной и поврежденной

(пораженной) конечности. Локализация травмы оказывала влияние на возрастную динамику исследуемого показателя (рис. 3).

Обнаружено, что чем дистальнее располагался поврежденный сегмент конечности, тем быстрее происходило выравнивание показателей СК на двух сторонах мозга (при переломах костей голени — в 32 года, бедра — в 45 и плеча — в 65 лет).

Степень избирательного ускорения СК по СМА на контрлатеральной стороне отражает состояние реактивности сосудистого русла головного мозга. Соотношение величин СК у больных первого зрелого возраста с переломами костей составило $178 \pm 11\%$, а у больных с врожденным отставанием конечности в продольном росте в период до лечения — только $96 \pm 6\%$ ($p \leq 0,001$). При этом возраст у данной подгруппы больных не оказывал влияния на величину соотношения СК по СМА.

У больных с посттравматическим укорочением конечности в процессе оперативного лечения относительная величина СК по СМА контрлатеральной стороны мозга составила $142 \pm 25\%$, в то время как при удлинении конечности при врожденной аномалии развития — всего $107 \pm 8\%$. В этой подгруппе пациентов значение относительной СК по СМА контрлатеральной стороны достигали 100 %-го уровня только после окончания периода distraction.

Для того, чтобы понять причину увеличения скорости кровотока по артериям мозга при повреждениях конечности, необходимо рассмотреть величину индекса вазомоторной реактивности (ИВМР) СМА. По мере повышения значений скорости кровотока по СМА величины ИВМР становились меньше.

То есть при проведении функциональных проб, в частности ишемической пробы Штанге, реакция сосуда на накопление в крови углекислоты снижалась (рис. 5). Отсюда можно сделать заключение, что одной из причин увеличения скорости кровотока в мозговых артериях в состоянии покоя является повышение метаболизма тканей, повышение потребности в кислороде и накопление углекислоты.

При повышении СК по СМА на стороне, соответствующей стороне поврежденной конечности, до 80 см/с скорость кровотока по СМА на контрлатеральной стороне достигала 150 см/с (рис. 6). Однако дальнейшее увеличение СК по СМА на стороне повреждения приводило не к росту, а к нормализации показателя на контрлатеральной стороне. В этих условиях срабатывал физиологический закон силовых отношений, препятствующий дальнейшему дисбалансу показателей скорости кровотока в условиях ограниченного пространства черепной коробки.

Таким образом, в процессе заживления сломанной кости при чрескостном остеосинтезе изменения обменных и гемодинамических условий наблюдаются не только в тканях поврежденной конечности, но и в соответствующих структурах ЦНС, ответственных за управление этой конечностью. По мере сращения перелома костей у больных происходила нормализация кровотока в артериях конечности и исчезал эффект ускорения кровотока по СМА на контрлатеральной стороне.

У больных с врожденной задержкой роста одной из конечностей линейная скорость кровотока по подколенной артерии снижена. Степень снижения определяется этиологией и тяжестью заболевания. Площадь поперечного сечения артерий отстающей в размерах конечности меньше, чем интактной, в среднем на одну четверть и находилась в прямой зависимости от сниженной сократительной способности мышц [9].

Обнаружено, что у таких больных также снижена скорость кровотока по СМА контрлатеральной стороны мозга (84 ± 8 см/с, или 86 % от показателя на стороне пораженной конечности). В процессе оперативного удлинения конечности достоверных признаков стимуляции кровотока мозга на контрлатеральной стороне мозга не наблюдалось (84 ± 7 см/с).

Следовательно, регенераторные возможности тканей конечности снижаются не только по мере увеличения возраста пациентов, что согласуется с положением второго закона регенерации Ч. Дарвина [15], но они также относительно ниже у людей с врожденной аномалией развития конечности [7, 8]. Возможно, причина такого снижения не в изменениях свойств самих тканей конечностей, но в изменении реактивности сосудов соответствующих мозговых структур.

Особенностью реакции мозгового кровотока на внешние воздействия является подчинение ее закону силовых отношений. Известно, например, что у здоровых людей после легкой физической нагрузки (пробы Мартине) мозговой кровоток ускоряется на 35,6 % [4], а достижение пороговой мощности нагрузки приводит к снижению скорости кровотока по СМА [12].

По-видимому, динамика и исход лечения заболеваний и травм конечностей определяются не только состоянием поврежденных тканей, но и состоянием регулирующих центров головного мозга, которые осуществляют управление движением, и в них самих происходят соответствующие изменения метаболизма. Изменения в состоянии регулирующих конечность структурах мозга могут оказывать существенное влияние на обменные процессы в тканях конечности. Отсюда так важно в процессе лечения больных адекватно воздействовать на состояние мозга.

Литература

1. Ганнушкина И. В. Физиология и патофизиология мозгового кровообращения // *Сосудистые заболевания нервной системы / под ред. Е. В. Шмидта. М.: Медицина, 1975. С. 65–106.*
2. Илизаров Г. А. *Некоторые теоретические и клинические аспекты чрескостного остеосинтеза с позиций открытых нами общебиологических закономерностей // Экспериментально-теорет. и клин. аспекты чрескостного остеосинтеза, разрабатываемого в КНИИЭКОТ: Тезисы докл. междунар. конф. Курган, 1986. С. 7–12.*
3. Корнилов Н. В., Аврунин А. С. *Травматическая болезнь – метаболическое нарушение органических компонентов // Ученые записки СПбМУ им. акад. И. П. Павлова. 2001. Т. VIII. № 3. С. 120–122.*

К таким воздействиям можно отнести и наличие на конечности самого аппарата внешней фиксации, позволяющего совмещать по времени процессы лечебной и функциональной реабилитации, сохранять локомоторную активность больных, проводить занятия ЛФК, массаж и т. д. Повышение проприоцептивной афферентации от пораженных органов должно благотворно влиять не только на ткани этих конечностей, но и на состояние контролирующих их нервных центров.

В свое время Г. А. Илизаров [2] искал теоретическое обоснование механизма клинически выявленных им стимулирующих воздействий аппарата внешней фиксации, локомоторной активности больных, адекватного ускорения кровотока на репаративную регенерацию кости. За основу поиска принимались различные местные механические, физические и биологические факторы. При этом не принимался во внимание факт рефлекторного взаимодействия центров головного мозга и периферических образований. Концепция взаимосвязи состояния центров головного мозга и поврежденных периферических анатомических образований согласуется с основными теоретическими положениями А. Д. Сперанского о трофической роли центральной нервной системы [6].

Выводы

1. При лечении переломов костей конечностей скорость кровотока увеличивается не только по артериям травмированного сегмента этой конечности, но по средней мозговой артерии контрлатеральной стороны. Величина прироста скорости кровотока по СМА, обусловленного травмой конечности, с увеличением возраста пациентов неуклонно снижается в связи со снижением реактивности артерий мозга.
2. Чем проксимальнее находится травмированный сегмент конечности, тем в более старшем возрасте исчезает реакция перераспределения кровотока по СМА контрлатеральной и поврежденной сторон.
3. Скорость кровотока по СМА контрлатеральной стороны снижена у больных с врожденным отстаиванием одной из конечностей в росте и развитии и не отвечает адекватным приростом показателя в процессе оперативного лечения этих больных.

4. Куликов В. Н., Доронина Н. Л. *Реакция мозгового кровообращения на легкую физическую нагрузку // Физиология человека. 1999. Т. 35. № 6. С. 71–75.*
5. Куликов В. П. *Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний: рук-во для врачей. М.: Стром, 2007. 512 с.*
6. Сперанский А. Д. *Нервная трофика в теории и практике медицины. М.: ВИЭМ, 1936. 423 с.*
7. Федотова Р. Г. *Отдаленные исходы оперативного удлинения укороченной конечности у детей и подростков // Ортопед. травматол. 1972. № 8. С. 32–36.*
8. Шевцов В. И. и др. *Хирургическое лечение врожденных аномалий развития берцовых костей. Курган, 1998. 323 с.*

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

9. Щуров В. А. и др. Анализ факторов, определяющих объемную скорость кровотока голени при лечении заболеваний конечностей по Илизарову // *Травматол., ортопедия России*. 1994. № 2. С. 91–96.
10. Vaumbach G. L., Heistad D. D. Effects of sympathetic stimulation and changes in arterial pressure on segmental resistance of cerebral vessels in rabbits and cats // *Circ. Res.* 1983. № 52. P. 527–533.
11. Faraci F. M., Heistad D. D. Regulation of the Cerebral Circulation: Role of Endothelium and Potassium Channels // *Physiological Reviews*. 1998. Vol. 78. № 1. P. 53–97.
12. Hellstrom G., Wahlgren N. G. Physical exercise increases middle cerebral artery blood flow velocity // *Neurosurg. Rev.* 1993. Vol. 16. № 2. P. 151.
13. Pasternak G. W. The central questions in pain perception may be peripheral // *Anesth. Analg.* 1998. Vol. 87. № 2. P. 388–393.
14. Schurov V. A., Gubin A. V. The influence of trauma on the limb blood flow through the vessels of the brain. Czech Republic. Prague // *Materialy VIII miedzynarodowej naukowy-practycznej konferencyi*. 2012. Vol. 17. P. 80–83.
15. Schurov V. A., Muradisinov S. O. The second rule of regeneration and leg elongation of Ilizarov // *Chir. Narz. Ruchu ortop. Pol.* 1994. Suppl. 4. P. 32–38.