

УДК 612.15:616.831-005.1:616.833.1-001

ЗНАЧЕНИЕ ВЫХОДА ИЗ «ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ФАЗЫ» ПОКАЗАТЕЛЯ СКОРОСТИ РЕГИОНАРНОГО КРОВОТОКА ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

Щуров В.А.

*ФГБУ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени акад. Г.А. Илизарова»
Минздрава РФ, Курган, e-mail: shchurovland@mail.ru*

У больных с последствиями ишемического (30 чел., 34-71 года) и посттравматического инсульта (10 чел., 16-55 лет), обследованных в отдаленные сроки до и в различные сроки после оперативного лечения, исследована динамика скорости кровотока по средним мозговым артериям (СМА). Скорость кровотока по СМА пораженной стороны в первые месяцы после инсульта у больных обеих групп была снижена. К концу года показатель в обеих группах приблизился к уровню условной нормы, после чего началась «отрицательная фаза» (ОФ) скорости кровотока, из которой у больных с последствиями ишемического инсульта в течение 4 последующих лет не наблюдалось выхода, а у больных с последствиями черепно-мозговой травмы произошло восстановление уровня показателя. После выполненной пластической операции на костях свода черепа у больных обеих групп отмечено более быстрое повторение динамики показателя скорости кровотока. При этом выход из ОФ также наблюдался только в группе больных с последствиями черепно-мозговой травмы.

Ключевые слова: Средняя мозговая артерия, скорость кровотока, инсульт, черепно-мозговая травма

THE OUTPUT VALUE FROM THE «NEGATIVE PHASE» SPEED INDICATORS REGIONAL BLOOD FLOW AFTER SURGERY

Schurov V.A.

*Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics Minzdrav FR,
Kurgan, e-mail: shchurovland@mail.ru*

In patients with ischemic effects (30 pers., 34-71 years) and post-traumatic stroke (10 per., 16-55 years) surveyed in the late periods prior to and at various times after surgery, the dynamics of blood flow velocity of the middle cerebral artery (MCA). The rate of blood flow in the affected side of the MCA in the first months after stroke in both groups was reduced. By year-end figure for both groups approached the level of conditional rules, and then began the «negative phase» (NP) blood flow velocity, from which patients with the consequences of ischemic stroke within 4 years to release was not observed, and in patients with traumatic consequences injury was restored level indicator. After performing plastic surgery on the bones of the cranial vault in both groups noted more rapid repetition of the dynamics of the blood flow velocity. The yield of the NP has also been observed only in the group of patients with sequelae of traumatic brain injury.

Keywords: Middle cerebral artery, blood flow velocity, stroke, traumatic brain injury

В физиологии сердечнососудистой системы подробно изучен феномен «отрицательной фазы» (ОФ) частоты сердечных сокращений, суть которого заключается в том, что частота пульса после окончания физической нагрузки становится ниже исходного уровня [1]. Длительное время полагали, что такое временное снижение частоты связано с динамикой переходного процесса тонуса вегетативной нервной системы и лежит в основе последующего формирования устойчивой брадикардии покоя [2]. Однако предположение об увеличении в этот период ударного объема сердца не подтвердилось [3]. Более того, длительное (более минуты) снижение частоты пульса может быть следствием перегрузки сердца, иметь отрицательное значение для работоспособности человека [4]. Установлена взаимосвязь выраженности и продолжительности ОФ со степенью тренированности и состоянием здоровья человека [5].

Менее исследован феномен ОФ скорости кровотока. Эта фаза развивается, например, после сеансов гипербарической оксигенотерапии [5]. Её появление после окончания хирургического лечения больных, сопровождающегося ускорением регионарного кровотока, ставит под сомнение эффективность применения методик, направленных на стимуляцию кровоснабжения тканей [7]. Во время этой фазы происходит постепенное восстановление функциональных свойств тканей оперированной конечности. Поэтому длительность и глубина ОФ могут иметь диагностическое и прогностическое значение, например, у больных с ишемическими заболеваниями конечностей [8, 9].

Ранее было показано, что ОФ скорости кровотока после окончания оперативного уравнивания длины конечностей появляется через 2 мес., после окончания лечения переломов костей голени – через 5 мес., после удлинения конечностей у больных

с ахондроплазией через 7,5 месяцев и после моделирования формы голени у больных с последствиями полиомиелита – через 12 мес. [10]. Чем ниже исходный уровень скорости регионарного кровотока, тем позднее появляется и дольше продолжается период ОФ. При хирургическом вмешательстве на костях у больных с облитерирующими заболеваниями конечностей своевременный выход из ОФ скорости кровотока является хорошим прогностическим критерием улучшения функционального состояния и продолжительной ремиссии [11].

Гипотеза. У больных после ишемического или травматического инсульта возникает повреждение головного мозга, сопровождающееся снижением скорости кровотока по средней мозговой артерии (СМА). Дополнительное воздействие в виде distractionного краниоостеопластики [8] направленно на стимуляцию нарушенного мозгового кровообращения. О состоянии кровоснабжения мозга после инсульта и после дополнительного хирургического воздействия можно судить по динамике развития ОФ скорости мозгового кровотока, её выраженности и продолжительности.

Целью работы была оценка динамики взаимосвязи скорости кровотока в СМА поврежденной и интактной половин головного мозга и влияния на неё краниоостеопластики.

Материалы и методы исследования

Исследование скорости кровотока в магистральных артериях головы и мозга проводилось с помощью методов ультразвуковой доплеровской флоуметрии (прибор «АНГИО-плюс», Москва) с датчиками с несущей частотой на 2 и 8 МГц. У больных с сохраненной способностью передвигаться определялась максимальная сила мышц конечностей с помощью динамометрических стенов [8]. Гемодинамика исследована у 4 групп больных с нарушением мозгового кровоснабжения в бассейне средней мозговой артерии. Больные 1-й группы (30 человек, средний возраст 47 ± 4 года) с ишемическим инсультом, сопровождающимся гемипарезом и нарушением речи, обследована через 1-10 лет после начала заболевания и курсов консервативного лечения. Эти же больные в процессе оперативного лечения в клинике нейрохирургии и в различные сроки после его окончания

составили 2-ю группу. Все больные дали письменное информативное согласие на проведение операции. В процессе лечения, наряду с применением краниоостеопластики на костях свода черепа с созданием distractionного костного регенерата [9] проводили комплексное фармакологическое, физиотерапевтическое воздействия и ЛФК. Больные 3-й группы имели ишемическое повреждение мозга, возникшее после тяжелой черепно-мозговой травмы, приведшей к нарушению функции мышц конечностей (3-я группа, 10 больных в возрасте 31 ± 5 лет). Больные 4-й группы – это те же больные в процессе оперативного лечения и после его окончания. Контрольную группу (50 чел.) составили практически здоровые добровольцы в возрасте от 11 до 60 лет ($38 \pm 2,5$).

Результаты исследования и их обсуждение

Усредненные показатели скорости кровотока по СМА на пораженной и интактной сторонах мозга на различных этапах лечения представлены в таблице. Показатели скорости кровотока по СМА в 1-й и 3-й группах обследуемых на неповрежденной стороне мозга были близки к показателям контрольной группы ($87 \pm 3,6$ см/с). Небольшие отклонения показателей от нормы определялись различием в возрасте больных 1-й и 3-й групп. Показатель снижался на 5,2 см/с за каждые 10 лет жизни. У больных на стороне повреждения показатели были относительно ниже, на 15-17%. Между показателями скорости кровотока по СМА на стороне поражения и величинами кровотока в общих сонных артериях корреляционной взаимосвязи не выявлено. Не было взаимосвязи между показателями скорости кровотока по СМА пораженной стороны и силой мышц нижней конечности.

В процессе оперативного лечения скорость кровотока на поврежденной стороне у больных 2-й и 4-й групп возрастала соответственно на 22% и 10%. Появилась корреляционная взаимосвязь между показателями скорости кровотока по СМА пораженной стороны и кровотоком в общей сонной артерии интактной стороны ($r = 0,650$). После окончания лечения показатели скорости кровотока по СМА вновь оказались ниже, чем на интактной стороне соответственно на 19% и 16%.

Скорость систолического кровотока (см/с) по средним мозговым артериям ($M \pm m$)

| Этап лечения | Больные с последствием инсульта | | | | Больные с последствием ЧМТ | | | |
|-----------------|---------------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| | n | Интактн. | Больная | Бол./Инт. | n | Интактная | Больная | Бол./Инт. |
| До лечения | 30 | $80,5 \pm 6,7$ | $68,1 \pm 6,6$ | 84,6% | 10 | $92,9 \pm 8,4$ | $76,7 \pm 8,2$ | 82,6% |
| Процесс лечения | 26 | $76,5 \pm 4,7$ | $83,4 \pm 6,9$ | 112,9% | 8 | $90,9 \pm 10,2$ | $84,5 \pm 16,6$ | 93,0% |
| После лечения | 14 | $85,1 \pm 10,5$ | $68,9 \pm 6,5$ | 80,9% | 11 | $85,4 \pm 9,3$ | $72,1 \pm 10,2$ | 84,4% |

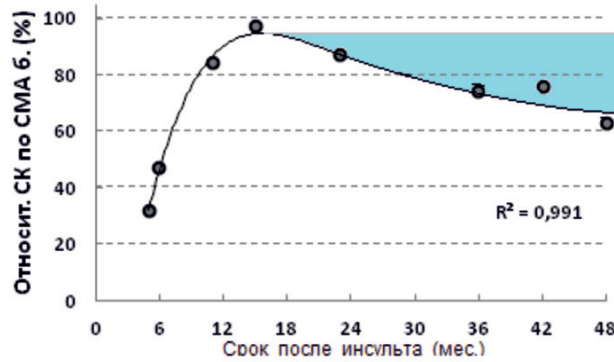


Рис. 1. Динамика соотношения скорости кровотока по СМА пораженной и интактной сторон после инсульта

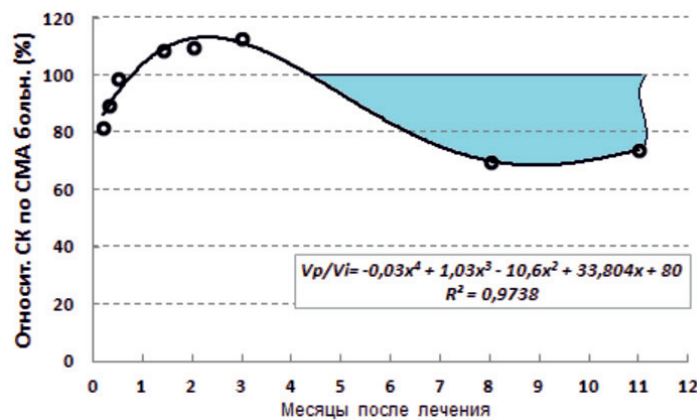


Рис. 2. Динамика скорости кровотока по СМА на стороне поражения у больных 1-й группы после операции краниоостеопластики

У больных 1-й группы соотношение величин скорости кровотока в СМА на поврежденной и неповрежденной сторонах мозга изменялась в зависимости от времени, прошедшего после сосудистой катастрофы. Скорость кровотока на стороне повреждения в ближайшие месяцы после инсульта была снижена до 30% от уровня показателя на интактной стороне и восстанавливалась с каждым месяцем реабилитационного периода: $V = 0,32 \cdot t + 60,6$; ($R^2 = 0,692$). Однако через год после заболевания, вследствие более быстрого увеличения показателя на неповрежденной стороне, соотношение величин скорости кровотока по СМА начало снижаться, уходя в «отрицательную фазу». Через 4 года не наблюдалось выхода показателя относительной величины скорости кровотока по СМА из ОФ (рис. 1).

Под влиянием дополнительного стимулирующего фактора в виде операции краниоостеопластики у больных 2-й группы с последствиями инсульта происходила

стимуляция скорости кровотока по СМА на стороне повреждения. Через 4 месяца после операции вновь наблюдалось развитие ОФ скорости кровотока без последующего выхода на уровень показателя интактной стороны мозга (рис. 2). Следовательно, динамика соотношения скоростей кровотока по СМА после операции повторила имевшуюся до того динамику этого же показателя с возвратом на имевшийся ранее уровень.

У больных 3-й группы с последствиями перенесенной черепно-мозговой травмы соотношение скорости кровотока по СМА на поврежденной и интактной сторонах мозга также зависело от времени, прошедшего после травмы. Судя по угловому коэффициенту уравнения линейной регрессии, прирост показателя скорости кровотока по СМА поврежденной стороны с каждым месяцем периода реабилитации в 4 раза. Период ОФ начался через 6 месяцев после травмы. Через 5 лет ОФ исчезала, и показатель возвратился к уровню условной нормы (рис. 3).

Это более благоприятная для восстановления здоровья динамика изменения скорости мозгового кровотока.

После выполнения операции краниостеопластики у больных в течение первых 6 месяцев (4-я группа) отмечался подъём соотношения скорости кровотока по СМА на травмированной и интактной сторонах мозга, который в дальнейшем сменился его снижением и развитием через год выраженной ОФ относительной скорости кровотока на поврежденной стороне (рис. 4). Динамика показателя у пациентов 4-й группы после операции на костях свода черепа повторила динамику после травмы головного мозга.

Общей закономерностью в развитии ОФ скорости регионарного кровотока является предшествующий период компенсаторного повышения показателя. Компенсаторное повышение показателя микроциркуляции, например, у здоровых людей наблюдается к 55 годам, а у больных с облитерирующими заболеваниями артерий конечностей ещё раньше (к 35-45 годам). При этом наблюдалось увеличение площади функционирующих капилляров в состоянии физического

покоя, связанное с расширением прекапилляров и трансмиссией давления в микроциркуляторное русло [10, 11]. Последующее снижение регионарной микроциркуляции крови происходит до критического уровня, при котором не только не обеспечивается удовлетворение потребностей работающих мышц, но и текущие потребности жизнеспособности тканей.

Проводимые ранее операции на костях голени, направленные на стимуляцию регионарного кровотока оказались эффективными у больных с облитерирующим атеросклерозом с большей величиной безостановочного пути, у которых были сохранены резервы адаптации сосудистого русла мышц голени и у которых наблюдался выход из ОФ скорости регионарного кровотока [12].

Характеризуя влияние травматического фактора на функциональное состояние центральной нервной системы, анестезиологи, например, определяют допустимый предел для восстановления равновесия гомеостази (рис. 5), выход за который способствует переходу обратимого шока в необратимый [13].

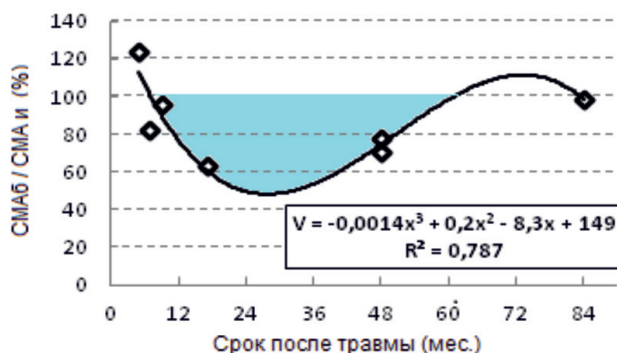


Рис. 3. Динамика соотношения скорости кровотока по СМА поврежденной и интактной сторон после черепно-мозговой травмы

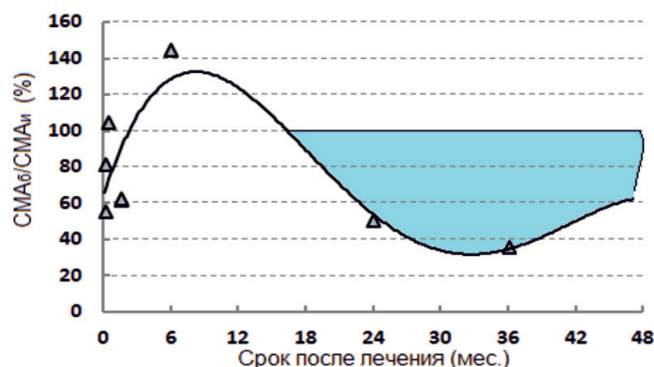


Рис. 4. Динамика соотношения скорости кровотока по СМА поврежденной и интактной сторон у больных 2 групп после операции краниостеопластики

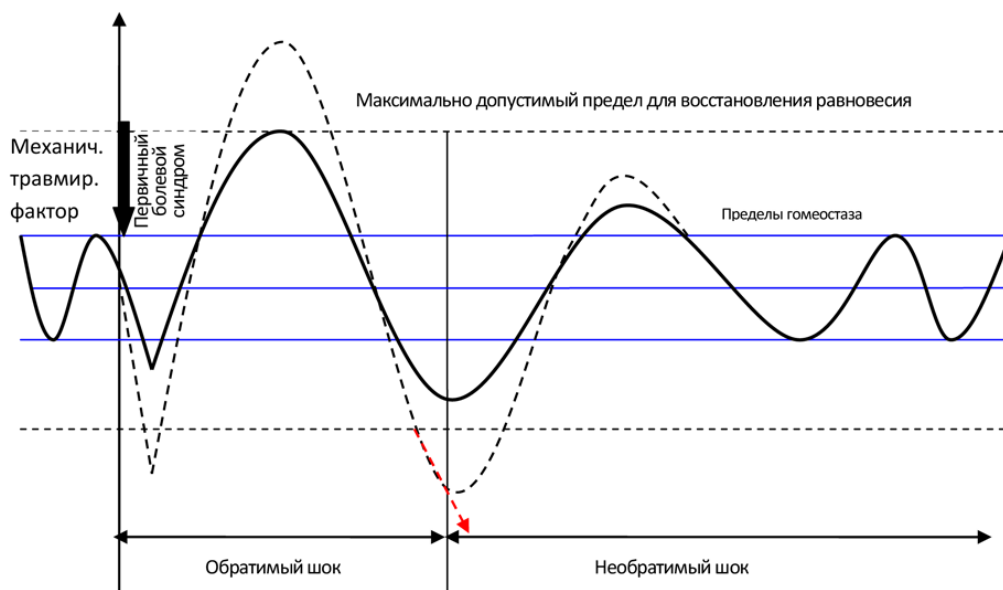


Рис. 5. Принципиальная схема [по Ю. Шутеу, 12] динамики состояния гомеостаза организма при действии повреждающего фактора

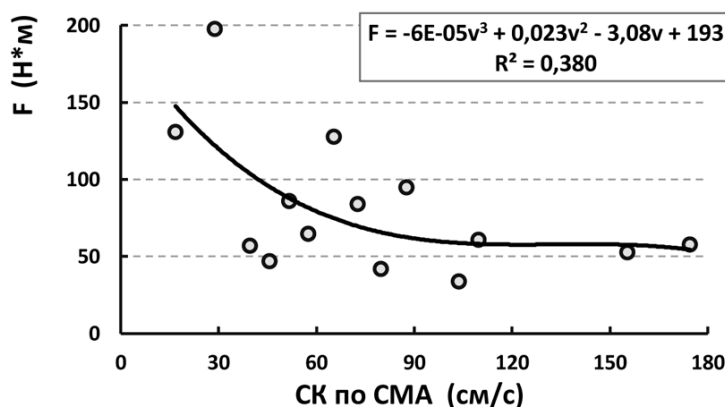


Рис. 6. Взаимосвязь показателей силы передней группы мышц бедра на контрлатеральной стороне в отдаленные сроки после лечения больных 2 и 4 групп и скорости кровотока по СМА пораженной стороны

Обнаружено, что повторные травматические воздействия в переходный период динамики соотношения скорости кровотока по СМА поврежденной и неповрежденной сторон мозга приводят к повторному повышению показателя скорости кровотока, но при этом не ускоряют выход её из ОФ, сопровождающийся нормализацией нутритивного кровоснабжения тканей. Такие стимулирующие воздействия, имеющие целью ускорение процесса функциональной реабилитации, требуют строгого обоснования. Известно благоприятное влияние ЛФК, кинезотерапии, физиотерапевтических проце-

дур на пораженные конечности у больных после инсульта [14, 15]. Однако хирургическое вмешательство на костях свода черепа на стороне кровоизлияния способно оказать длительное стимулирующее рефлекторное влияние лишь на скорость кровотока на контрлатеральной стороне мозга, что мы и наблюдали у наших пациентов.

У пациентов более молодого возраста 3, 4 групп, у которых сохранены резервы функциональной адаптации сердечнососудистой системы, способствующие выходу из ОФ показателя относительной скорости мозгового кровотока на поврежденной стороне, в от-

даленные сроки после лечения наблюдались лучшие клинические признаки восстановления функций мышц, показателей локомоции и речи. Такое заключение о прогностически более благоприятном результате оперативного лечения у больных с последствиями травматического происхождения инсульта головного мозга подтверждает вывод о наиболее интенсивно протекающих у них пластических перестройках пирамидной системы [16]. Только в группе больных с последствиями черепно-мозговой травмы под влиянием оперативного лечения на 15% возросли индекс вазомоторной реактивности сосудов головного мозга и скорость ходьбы, произошло увеличение силы мышц бедра и голени пострадавшей стороны тела [17].

Ускорение исходно сниженного кровотока в сосудах мозга после применения distractionного краниостеосинтеза являлось одной из целей оперативного вмешательства. Однако после такого лечения обнаружено, что сила мышц пораженной конечности относительно выше у больных с адекватными потребностям пораженных тканей, а не с повышенными показателями скорости мозгового кровотока (рис. 6).

В настоящее время методика distractionного краниостеосинтеза применяется для коррекции внутричерепного объема и лечения дефектов костей черепа [18, 19, 20].

Выводы

1. Развитие «отрицательной фазы» соотношения скорости кровотока по средним мозговым артериям поврежденной и неповрежденной сторон мозга является закономерным этапом динамики показателя после ишемического и травматического инсультов.

2. Хирургическое воздействие на костях свода черепа оказывает временный эффект стимуляции мозгового кровотока, после которого развивается «отрицательная фаза», повторяющая динамику показателя относительной скорости кровотока по средней мозговой артерии после сосудистой катастрофы мозга, с выходом на имевшийся ранее дооперационный уровень показателя.

3. У больных с последствиями черепно-мозговой травмы выход динамики соотношения скорости кровотока по СМА поврежденной и неповрежденной сторон мозга из «отрицательной фазы» через 5 лет после повреждения является благоприятным признаком восстановления функциональных способностей центров головного мозга поврежденной стороны.

Список литературы

1. Цейтловский С.Е. О сократительной способности сердца в восстановительном периоде после дозированной

мышечной нагрузки // В кн.: Новое в физиологии и патологии моторно-висцеральных рефлексов. Пермь, 1967. – С. 75-81.

2. Вахитов И.Х. Насосная функция сердца в зависимости от возраста приобщения к мышечным тренировкам // Автореф. дисс... докт. биол. наук, Казань. 2005. – 45 с.

3. Weymans M., Reybronck T. Habitual level of Physical activity and cardiorespiratory endurance capacity in children // Eur. J. Appl. Physiol. And Occup. Physiol. 1989. Vol. 58. No 8. – P. 803-807.

4. Отрицательная фаза пульса у пловцов / Егоренков В.В., Черемисин А.И., Козик В.В., Розман А.М. // Плавание. Ежегодник. М., 1985. – С. 48-49.

5. «Отрицательная фаза частоты сердечных сокращений у ударного объема крови у юных спортсменов после выполнения гарвардского степ-теста / Абзалов Р.А., Абзалов Р.Р., Вахитов И.Х., Мартынов О.П. // Физиология человека, 2006. № 6. – 47-51.

6. Щуров В.А. Сазонова Н.В., Николайчук Е.В. Капиллярный кровоток в тканях стопы после сеанса гипербарической оксигенации // Методология флюометрии. Трансоник, Москва, 2002. Вып. 6. – С. 77-85.

7. «Отрицательная фаза» скорости кровотока в динамике лечебно-реабилитационного процесса ортопедо-травматологических больных / В.И. Шевцов, Т.И. Долганова, В.А. Щуров, Д.В. Долганов // Бюл. ВСНЦ СО РАМН, 2002. Т. 2, № 6. – С. 226-231.

8. Schurov V.A. Dynamics of the biomechanical properties of the skin, the walls of the arteries and skeletal muscle by increasing the longitudinal dimensions of the tibia // Russia Zh. Biomechanics. 2015, № 2. – 410-417.

9. Регенерация костей черепа при чрескостном остеосинтезе / В.И. Шевцов, А.Н. Дьячков, А.М. Чиркова, Ю.М. Ирьянов // М.: Медицина, 2005. – 168 с.

10. Щуров В.А., Щурова Е.Н. Состояние микроциркуляторного русла мышц голени у больных с облитерирующими поражениями артерий конечностей // Тений ортопедии, 2000. № 3. – С. 68-71.

11. Щуров В.А. Физиологические основы эффекта стимулирующего влияния растяжения тканей на рост и развитие при удлинении конечности по Илизарову // Дисс... докт. мед. наук. Пермь, 1993. 333 с.

12. Ортопедические методы в лечении недостаточности периферического кровообращения / В.И. Шевцов, А.В. Попков, В.А. Щуров, В.С. Бунов, Е.Н. Щурова // М. Медицина. 2007. – 205 с.

13. Шок. Терминология и классификация. Шоковая клетка. Патофизиология и лечение. / Ю. Шутеу, Т. Бэндтлэ, А. Кафрицэ, А.И. Букур, В. Кында // Бухарест, Военное изд-во. – 1981. – 515 с.

14. Awad L.N., Reisman D.S., Binger-Macleod S.A. Do improvements in balance relate to improvements in long distance walking function after stroke? // Stroke research treatment/ 2014. 6. Article ID 646230. – 6 p.

15. Randomized trial of a robotic assistive device for the extremity during early inpatient stroke rehabilitation / S. Masiero, M. Armani, G. Ferlini, G. Rosati, A. Rossi // Neurorehabil. Neural Repair. 2014. 28, – 377-386.

16. Skripnikov A.A., Shein A.P., Krivoruchko G.A. Neurophysiological markers of traumatic and ischemic pyramidal insufficiency in patients undergoing distraction osteosynthesis // Human Physiology. 2014. Vol. 40. No 2. – P. 156-163.

17. Щуров В.А., Худяев А.Т., Дьячков А.Н. Интенсивность мозгового кровотока и сократительная способность мышц у больных с последствиями черепно-мозговой травмы // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации больных с заболеваниями, повреждениями позвоночника, спинного мозга и периферической нервной системы. Матер. Российской науч.-практ. конф. Курган, 2005. – С. 305-308.

18. Volumetric analysis of cranial vault distraction for cephalocranial disproportion. / Deschamps-Braly J., Hettinger P., Amm C., Denny A.D. // Pediatr Neurosurg. 2011; 47(6): – 396-405.

19. De Lima M.H., Harshbarger R.J., George T.M. Treatment of cephalocranial disproportion in shunt-induced slit ventricle syndrome with cranial vault distraction osteogenesis // Pediatr. Neurosurg. 2013; 49. – 187-92.

20. Posterior cranial vault distraction osteogenesis: evolution of technique. / Ong J., Harshbarger R.J., Kelley P., George T. // Semin. Plast Surg. 2014 Nov; 28(4). – 163-78.