

DOI: 10.34921/amj.2022.1.001

Abdullayev R.Ya.¹, Kulikova F.I.², Tkaçenko M.N.³, Abramov S.V.⁴,
İbrahimova K.N.¹, Kiriçenko A.Q.⁴, Tomax N.V.⁴, Aqarkov S.F.⁴

İŞEMİK İNSULT KEÇİRƏN XƏSTƏLƏRDƏ BEYİN HEMODİNAMİKASININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

¹Xarkov Diplomdansonrakı Tibb Akademiyasının Ultrasəs müayinəsi kafedrası, Xarkov, Ukrayna;

²Dnipro Dövlət Tibb Universiteti, Dnepr, Ukrayna;

³A.A.Boqomolets adına Milli Tibb Universitetinin Şüa müayinəsi kafedrası, Kiyev, Ukrayna

⁴Dnepr Ənənəvi və Qeyri-Ənənəvi Təbabət İnstitutu, Dnepr, Ukrayna

Xülasə. Məqalədə işemik insult (II) olan 91 xəstədə beyin hemodinamikasının qiymətləndirilməsi üçün transkraniyal Dopplerografiyanın nəticələri haqqında məlumatlar təqdim olunur. Orta beyin arteriyasında (OBA) zədələnmiş tərəfdə və əks tərəfdə, həmçinin beynin iri venalarında qan axınının kəmiyyət parametrləri müəyyən edilmişdir. Əldə edilən nəticələr heç bir damar patologiyası olmayan müqayisə qrupu (MG) şəxslərinin məlumatları ilə müqayisə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, zədələnmiş tərəfdə II olan xəstələrin 83,5%-də sistolik qan axınının sürəti (Vs) $54,9 \pm 6,1$ sm/s-dək azalmışdır ki, bu da qarşı tərəfə ($102,6 \pm 7,3$ sm/s) nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə ($p < 0,001$) aşağıdır.

İşemik insult zamanı beynin arterial və venoz qan axını arasında mütənasiblik pozulur. II-də beynin əsas damarları müqayisə qrupundakına nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə ($p < 0,05$) sürətlə vizualizasiyaya uğrayır. Bundan əlavə, beynin əsas venalarında (Galen və Rosenthal venasında, beynin orta venasında və birbaşa sinusda) sistolik qan axınının sürəti müqayisə qrupundakından əhəmiyyətli dərəcədə ($p < 0,05$) yüksək olmuşdur.

Açar sözlər: ultrasəs müayinəsi, dopplerografiya, işemik insult, beyin hemodinamikası

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, доплерография, ишемический инсульт, церебральная гемодинамика

Keywords: ultrasonography, dopplerography, ischemic stroke, cerebral hemodynamics

Абдуллаев Р.Я.¹, Куликова Ф.И.², Ткаченко М.Н.³, Абрамов С.В.⁴,
Ибрагимова К.Н.¹, Кириченко А.Г.⁴, Томах Н.В.⁴, Агарков С.Ф.⁴

ОЦЕНКА ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

¹Кафедра ультразвуковой диагностики Харьковской медицинской академии последипломного образования, Харьков, Украина;

²Днепропетровский государственный медицинский университет, Днепр, Украина;

³Кафедра радиологии и радиационной медицины Национального медицинского университета им. А.А.Богомольца, Киев, Украина;

⁴Днепропетровский институт традиционной и нетрадиционной медицины, Днепр, Украина

В статье представлены сведения о результатах транскраниальной доплерографии, проведенной с целью оценки церебральной гемодинамики у 91 пациентов с ишемическим инсультом. Определены количественные параметры кровотока в средней мозговой артерии на стороне поражения и на контралатеральной стороне, а также в крупных венах головного мозга. Полученные результаты сравнивались с данными лиц из группы сравнения, у которых отсутствовали сосудистые патологии. Выявлено, что у 83,5% пациентов с ишемическим инсультом систолическая скорость кровотока (Vs) снижалась до $54,9 \pm 6,1$ см/с на стороне поражения, что достоверно ($p < 0,001$) ниже, чем на контралатеральной стороне ($102,6 \pm 7,3$ см/с).

Установлено нарушение пропорциональности между артериальным и венозным кровотоком мозга. Главные вены мозга при ишемическом инсульте визуализировались достоверно ($p < 0,05$) чаще, чем в группе сравнения. Кроме того, систолическая скорость кровотока в главных венах мозга (вена Галена и Розенталя, срединная вена мозга и прямой синус) была достоверно ($p < 0,05$) выше, чем в группе сравнения.

Инсульт является пятой по частоте причиной смерти, если рассматривать ее отдельно от других сердечно-сосудистых заболеваний. В США ежегодно около 795 000 человек переносят инсульт, и его распространенность увеличивается с возрастом. Среди женщин риск возникновения всех видов инсульта выше, чем у мужчин, и это объясняется с большей продолжительностью жизни у первых [1, 2].

Известно, что мозговой кровоток составляет около 20% ударного объема левого желудочка. Объем притока крови к мозгу зависит от выраженности стеноза внутренней сонной артерии и артерий Виллизиева круга. Гемодинамически значимый (более 50%) стеноз главных артерий головного мозга значительно ухудшает прогноз. Следует отметить, что выраженность клинических симптомов определяется не только степенью дисфункции артериальной гемодинамики, но и зависит от состояния венозного оттока крови. В значительном большинстве случаев основной причиной инсульта является атеросклеротическое поражение сосудов. Этиология инсульта влияет как на прогноз, так и на исход заболевания [3, 4].

Во многих неврологических клиниках при остром ишемическом инсульте проводится реперфузионная терапия. Бесконтрастная и перфузионная КТ, КТ-ангиография используются для быстрой диагностики и адекватной терапии [5, 6]. КТ и МРТ ангиография позволяет определить причины и механизмы возникновения инсульта, локализацию окклюзии артерий [7-9].

Транскраниальная ультразвуковая доплерография дает возможность визуализировать артерии Виллизиева круга, определить количественные параметры кровотока в них [10]. Метод используется для диагностики острого инсульта и контроля проведения внутривенного тромболизиса. При острой церебральной ишемии специфичность транскраниальной доплерографии достигает 94%, а чувствительность 79% от результатов КТ ангиографии [11]. Транскраниаль-

ная доплерография может предоставить полезную информацию, дополняющую КТ ангиографии и цифровую субтракционную ангиографию, для оценки коллатерального кровотока через глазничную артерию. Используя этот метод можно выявить артериальные эмболы и проводить мониторинг острых внутричерепных окклюзий в режиме реального времени [12]. Он же может использоваться при отборе пациентов для переходной терапии после неудачного внутривенного тромболизиса и при мониторинге гемодинамики во время процедур внутриартериальной реперфузии [13]. Ультразвуковая доплерография является основным методом оценки структурных изменений на стенках сонных артерий у больных сосудистыми заболеваниями мозга [14].

Целью исследования явилась транскраниальная доплерографическая оценка церебральной гемодинамики при ишемическом инсульте.

Материал и методы исследования. Проведен ретроспективный анализ результатов транскраниальной доплерографии (ТД) 91 пациентов с левосторонним полушарным ишемическим инсультом (ИИ), вызванным атеросклерозом внутренней сонной артерии (BCA). Возраст пациентов варьировал в пределах 41-79 лет, мужчин было 43, женщин 48. Группу сравнения составили 36 пациентов с нормальным неврологическим статусом и без сосудистой патологии. Были определены количественные параметры гемодинамики: максимальная систолическая скорость (V_s), средняя систолическая скорость (V_{tamx}), конечная диастолическая скорость (V_d), индекс резистентности (RI), индекс пульсативности (PI), минутный объем кровотока (V_{vol}) в средней мозговой артерии (СМА). Доплерография проводилась на аппарате Philips HD 11 XE. Была определена частота визуализации магистральных вен головного мозга – базальной вены головного мозга (вена Розенталя), глубокой средней мозговой вены (ГСМВ), большой вены головного мозга (вена Галена) и прямой синус (ПС). Достоверность отличий средних показателей оценивали по методу углового преобразования Фишера и по t критерию Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Без предварительной подготовки в цветном режиме визуализировали сосуды Виллизиева круга. У 76 (83,5+3,9%) больных с инсультом систолическая скорость

кровотока (Vs) в средней мозговой артерии (СМА) оказалась ниже 70 см/с (I группа) и у остальных 15 (16,5±3,9%) пациентов (II группа) Vs варьировала в пределах 71-120 см/с. У 68 (89,5%) пациентов I группы по данным МРТ размер очага поражения в левом полушарии находился в пределах 1,0-2,0 см, а у 8 (7,8%) пациентов составлял не более 1,0 см (рис. 1). В режиме цветного Доплера у 67 (88,2%) пациентов I группы был выявлен стеноз СМА, а с помощью МРТ – у 63 (82,9%).

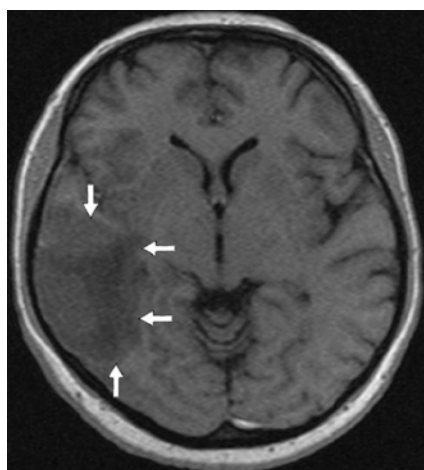


Рис. 1. МРТ визуализация очага поражения (стрелки) в левом полушарии мозга у пациента с левосторонним ишемическим инсультом

Средняя величина Vs у пациентов I группы составляла 54,9±6,1 см/с, Vd – 23,4±2,9 см/с, Vtamx – 27,2±3,4 см/с, RI – 0,57±0,03, PI – 1,16±0,12, Vvol – 34,5±7,6 мл/мин (рис. 2).

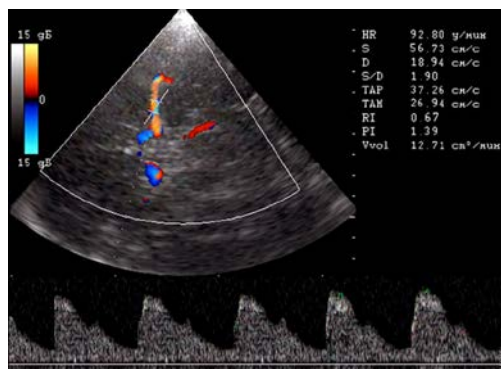


Рис. 2. Регистрация кровотока в левой СМА у пациента с левосторонним ишемическим инсультом. Vs – 56 см/с, Vtamx- 26,9 см/с, RI – 0,67

На контралатеральной стороне показатели гемодинамики в СМА были следующими; Vs – 102,6±7,3 см/с, Vd – 49,2±4,1 см/с, Vtamx – 41,6±5,3 см/с, RI –

0,52±0,03, PI – 0,78±0,07, Vvol – 98,6±9,7 мл/мин, соответственно. Величина Vs, Vd, PI, Vvol на контралатеральной стороне Виллизиева круга была достоверно ($P<0,001$) выше, чем на стороне ишемического инсульта у пациентов I группы (табл. 1). Во второй группе пациентов, у которых Vs выше 70 см/с, показатели гемодинамики пораженной и контралатеральной стороне между собой достоверно не отличались.

Таблица 1. Показатели гемодинамики в СМА у больных ишемическим инсультом, измеренные в первые сутки болезни на пораженной и контралатеральной стороне

Параметры гемодинамики	Пораженная сторона	Контралатеральная сторона
Vs (см/с)	54,9 ± 6,1	102,6 ± 7,3 $p<0,001$
Vd (см/с)	23,4 ± 2,9	49,2 ± 4,1 $p<0,001$
Vtamx s (см/с)	27,2 ± 3,4	41,6 ± 5,3
RI	0,57 ± 0,03	0,52 ± 0,03
PI	1,16 ± 0,12 $p<0,01$	0,78 ± 0,07
Vvol мл/мин	34,5 ± 7,6	98,6 ± 9,7 $p<0,001$

Оценка показателей гемодинамики проводилась на 21-е сутки от начала инсульта. К этому моменту по результатам клинко-инструментальных исследований у 63 пациентов отмечалось благополучное, а у 28 пациентов неблагоприятное течение инсульта. Среди пациентов с неблагоприятным течением инсульта в 2-х случаях исход заболевания был летальным. У пациентов с неблагоприятным течением достоверных различий между показателями гемодинамики на 1-е и 21-е сутки инсульта не было выявлено. Среди пациентов с благополучным течением инсульта средняя величина Vs составляла 75,3±8,1 см/с, Vd – 35,4±3,4 см/с, Vtamx – 49,3±2,9 см/с, RI – 0,53±0,03, PI – 0,81±0,05, Vvol – 78,6±9,3 мл/мин. У пациентов с неблагоприятным течением инсульта эти параметры выглядели следующим образом: Vs – 52,1±6,4 см/с ($p<0,05$), Vd – 21,9±2,8 см/с ($p<0,01$), Vtamx – 32,3±3,2 см/с ($p<0,001$), RI – 0,58±0,03, PI – 0,94±0,07 ($p<0,05$), Vvol – 32,9±8,1 мл/мин ($p<0,001$), соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Показатели гемодинамики в СМА на стороне инсульта, измеренные на 21-е сутки болезни с учетом течения заболевания

Параметры гемодинамики	Благополучное течение (n=63)	Неблагополучное течение (n=28)
Vs (см/с)	75,3 ± 8,1 (p<0,05)	52,1 ± 6,4
Vd (см/с)	35,4 ± 3,4 p<0,01	21,9 ± 2,8
Vtamx s (см/с)	54,3 ± 2,9 p<0,001	32,3 ± 3,2
RI	0,53 ± 0,03	0,58 ± 0,03
PI	0,73 ± 0,05	0,94 ± 0,07 p<0,05
Vvol мл/мин	78,6 ± 9,3 p<0,001	32,9 ± 8,1

В отличие от артериальных сосудов, визуализация вен головного мозга несколько затруднена из-за низкой скорости кровотока. Нами была изучена частота визуализации крупных вен головного мозга и систолическая скорость кровотока в них (табл. 3).

Таблица 3. Частота визуализации главных вен головного мозга у пациентов с ишемическим инсультом и сравнительной группе

Параметры гемодинамики	Ишемический инсульт (n=91)	Сравнительная группа (n=36)
Вена Розенталя	81 (89,0 ± 3,3) p<0,05	25 (72,2 ± 6,0)
Вена Галена	84 (92,3 ± 2,8)	31 (86,1 ± 5,8)
Срединная медианная вена	75 (82,4 ± 4,0) p<0,05	22 (61,1 ± 8,1)
Прямой синус	78 (85,7 ± 3,7) p<0,05	23 (63,9 ± 8,0)

Среди пациентов с ишемическим инсультом вена Розенталя визуализировалась в 81 (89,0±3,3%), вена Галена – в 84 (92,3±2,8%), срединная медианная вена (СМВ) – в 75 (82,4±4,0%) и прямой синус – в 78 (85,7±3,7%) случаев, соответственно. В сравнительной группе вена Розенталя визуализировалась в 25 (72,2±6,0%), вена Галена – в 31 (86,1±5,8%), срединная медианная вена (СМВ) – в 22 (61,1±8,1%) и прямой синус – в 23 (63,9±8,0%) случаев, соответственно.

Нами проведена сравнительная оценка систолической скорости кровотока в главных венах мозга у лиц с ишемическим инсультом и в сравнительной группе (табл. 4).

Таблица 4. Величина Vs кровотока в главных венах мозга у пациентов с инсультом и сравнительной группе на 1-е сутки инсульта

Vs (см/с)	Ишемический инсульт	Сравнительная группа
Вена Розенталя	25,1 ± 2,7 (p<0,05)	17,6 ± 1,8
Вена Галена	27,2 ± 2,4 p<0,05	19,2 ± 2,1
Срединная медианная вена	26,1 ± 3,8 p<0,05	15,3 ± 2,4
Прямой синус	31,8 ± 4,1 p<0,05	21,2 ± 2,7

У пациентов с ишемическим инсультом средняя величина систолической скорости кровотока в вене Розенталя составляла 25,1±2,7 см/с, в вене Галена – 27,2±2,4 см/с, в средней медианной вене – 26,1±3,8 см/с и в прямом синусе – 31,8±4,1 см/с, соответственно. Величина систолической скорости кровотока в аналогичных венах у пациентов сравнительной группы оказалась: 17,6±1,8 см/с, 19,2±2,1 см/с, 15,3±2,4 см/с и 21,2±2,7 см/с, соответственно (рис. 3).

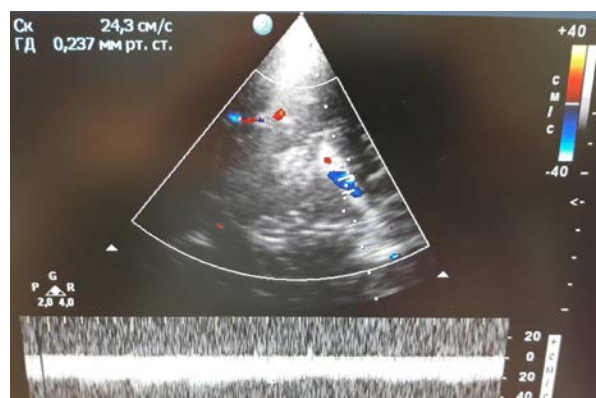


Рис. 3. Регистрация кровотока в срединной медианной вене у пациента с ишемическим инсультом

В настоящее время развитие ультразвуковой диагностической техники позволяет провести транскраниальную доплерографию у постели больного на первые сутки инсульта [14]. Триплексная эхография дает информацию об окклюзии, реканализация и реперфузия после растворения тромба, а также реокклюзии. Чтобы следить за этими критическими изменениями, было разработано несколько классификаций, позволяющих оценить состояние больного. Наиболее широко

известная из них, эта система ТИГМ (тромболизис при ишемии головного мозга), которая хорошо коррелирует с тяжестью инсульта, смертностью, вероятностью реперфузии [15].

Церебральная перфузия и сопротивление венозному оттоку, эти те факторы, которые определяют мозговое венозное давление. Давление в венах головного мозга влияет на скорость венозного оттока и способствует развитию отека мозга у больных с ишемическим инсультом. При ишемическом инсульте имеется обратная связь между артериальным и венозным кровотоком головного мозга – первый чаще уменьшается, второй увеличивается.

Допплерометрический мониторинг на 21-й день болезни позволило предоставить нам прогностически неблагоприятные параметры кровотока. Улучшенная визуализация

глубоких вен, усиление кровотока в них было дополнительным косвенным признаком поражения головного мозга при ишемическом инсульте.

Выводы

1. Снижение систолической скорости кровотока в средней мозговой артерии на стороне поражения менее 70 см/с, увеличение индекса сопротивления более 0,67, пульсационного индекса более 1,15 являются прогностическими признаками неблагоприятного течения ишемического инсульта;

2. При ишемическом инсульте на стороне поражения визуализация глубоких вен головного мозга улучшаются из-за увеличения скорости в них.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов в отношении исследования, авторства и/или публикации этой статьи.

References

1. Writing Group Members. Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S. et al. American Heart Association Statistics Committee. Stroke Statistics Subcommittee. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association // *Circulation*. 2016 Jan 26;133(4):447-54.
2. Benjamin E.J., Blaha M.J., Chiuve S.E. et al. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association // *Circulation*. 2017 Mar 07;135(10):e146-e603.
3. Ntaios G. Embolic Stroke of Undetermined Source: JACC Review Topic of the Week // *J Am Coll Cardiol*. 2020 Jan 28;75(3):333-340.
4. Pierik R., Algra A., van Dijk E., Erasmus M.E., van Gelder I.C., Koudstaal P.J. et al. On behalf of the Parelstoer Institute-Cerebrovascular Accident Study Group. Distribution of Cardioembolic Stroke: A Cohort Study // *Cerebrovasc Dis*. 2020;49(1):97-104.
5. Allen L.M., Hasso A.N., Handwerker J. et al. Sequencespecific MR imaging findings that are useful in dating ischemic stroke // *Radiographics*. 2012; 32(5):1285-97.
6. Cassella C.R., Jagoda A. Ischemic Stroke: Advances in Diagnosis and Management // *Emerg Med Clin North Am*. 2017 Nov; 35(4):911-930.
7. Vilela P., Rowley H.A. Brain ischemia: CT and MRI techniques in acute ischemic stroke // *Eur J Radiol*. 2017;96:162-72;
8. Sawicki M., et al. "CT Angiography in the Diagnosis of Brain Death" // *Polish Journal of Radiology* 79 (2014): 417-421;
9. Kim B.J., et al. "Magnetic Resonance Imaging in Acute Ischemic Stroke Treatment". *Journal of Stroke* 16.3 (2014): 131-145.
10. Abdullayev R.Ya., Dudnik T.A., Tovajnyanskaya Ye.L. et al. Dopplerometry of the main arteries // *Azerbaijan Medical Journal*, 2021, №1, p. 18-23.
11. Rubiera M., Ribo M., Pagola J., Coscojuela P., Rodriguez-Luna D., Maisterra O. et al. Bridging intravenous-intraarterial rescue strategy increases recanalization and the likelihood of a good outcome in nonresponder intravenous tissue plasminogen activator-treated patients: a case-control study // *Stroke*. 2011
12. Rizvan Ya Abdullaev., et al. "Dopplerometric Assessment of Cerebral Hemodynamics in Ischemic Stroke" // *Acta Scientific Neurology* 2.8 (2019). 42:993–997. doi: 10.1161/STROKEAHA.110.597104.
13. Dalli M.A., Posoxov N.F., Abdullaev R.Ya. et al. Ultrasonoid assesment of structural changes carotid arteries in patients with ishemic stroce // *Azerbaijan Medical Journal*, 2021, №4, p. 5-21.

14. Schlachetzki F, Herzberg M, Hölscher T, et al. Transcranial ultrasound from diagnosis to early stroke treatment–Part 2: Prehospital neurosonography in patients with acute stroke–The Regensburg Stroke Mobile Project. *Cerebrovasc Dis.* 2012;33(3):262-71.
15. Hedna V.S., Bodhit A.N., Ansari S. et al. Hemispheric differences in ischemic stroke: is left-hemisphere stroke more common? // *Clin Neurol.* 2013; 9(2):97-102.

**Abdullaiev R.Ya¹, Kulikova F.I.², Tkachenko M.N.³, Abramov C.V.⁴,
Ibragimova K.N.¹, Kirichenko A.G.⁴, Tomach N.V.⁴, Agarkov C.F.⁴**

ASSESSMENT OF CEREBRAL HEMODYNAMICS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE

¹*Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkiv, Ukraine;*

²*Dneprovsk State Medical University, Dnipro, Ukraine;*

³*National Medical University named after A.A. Bogomolets, Kyiv, Ukraine;*

⁴*Dnipro Medical Institute of Traditional and Non-Traditional Medicine, Dnipro, Ukraine*

Summary. The article presents information about the results of transcranial Dopplerography for assessing cerebral hemodynamics in 91 patients with ischemic stroke (IS). The quantitative parameters of blood flow in the middle cerebral artery (MCA) on the side of the lesion and on the contralateral side, as well as in the large veins of the brain, were determined. The obtained results were compared with the data of the persons of the comparative group (CG), who had no vascular pathologies. It was found that in 83.5% of patients with IS on the side of the lesion, the systolic blood flow velocity (V_s) decreased to 54.9 ± 6.1 cm/s, which is significantly ($P < 0.001$) lower than on the contralateral side (102.6 ± 7.3 cm/s).

An inverse relationship has been established between the arterial and venous blood flow of the brain in ischemic stroke. The main veins of the brain in IS were visualized significantly ($P < 0.05$) more often than in comparison group. In addition, the systolic blood flow velocity in the main veins of the brain (the vein of Galen and Rosenthal, the median cerebral vein and the direct sinus) was significantly ($P < 0.05$) higher than in comparison group.

Автор для корреспонденции:

Абдуллаев Ризван Ягуб оглы – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики Харьковской медицинской академии последипломного образования, Харьков, Украина

E-mail: rizvanabdullaiev@gmail.com