

Возможности цветового дуплексного сканирования в оценке нарушений гемодинамики глаза при увеитах у детей



Л.А. Катаргина



Т.Н. Киселёва



Е.В. Денисова

О.В. Новикова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2022;19(2):384–390

Цель исследования: изучить показатели гемодинамики в сосудах глаза у детей с эндогенными увеитами в зависимости от локализации и степени активности воспалительного процесса. **Пациенты и методы:** обследованы 67 детей в возрасте от 6 до 18 лет. Из них у 19 человек (35 глаз) был диагностирован передний увеит, у 20 (38) — периферический, у 8 (14) — задний, у 10 (20) — панuveит. В каждой группе были выделены подгруппы в соответствии со степенью активности воспаления. Группу контроля составили 10 здоровых детей (20 глаз). Методом цветового дуплексного сканирования (ЦДС) определяли максимальную систолическую (Vsyst), конечную диастолическую (Vdiast) скорость кровотока и индекс резистентности (RI) в глазной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС), задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА), центральной вене сетчатки (ЦВС) и верхней глазной вене (ВГВ). **Результаты.** На фоне активного воспаления при передних увеитах максимальная систолическая и конечная диастолическая скорости кровотока в ГА снижаются, а при панuveитах, наоборот, возрастают. При панuveитах увеличивается также скорость кровотока в ВГВ. При периферических увеитах наблюдается снижение показателей систолической и диастолической скорости кровотока и повышение индекса резистентности в ЦАС и ЗКЦА. При задних увеитах замедляется кровоток в ВГВ и увеличивается RI в ЦАС и ЗКЦА. **Заключение.** У детей с активным увеитом, по данным ЦДС, наблюдаются изменения гемодинамики в сосудах глаза, которые зависят от локализации воспалительного процесса и носят разнонаправленный характер. В большинстве случаев выявляется снижение скорости кровотока и повышение RI. Исследование гемодинамики глаза может служить дополнительным критерием оценки активности воспаления и эффективности терапии, а также дифференциальной диагностики увеитов различной локализации.

Ключевые слова: цветовое дуплексное сканирование, увеит, дети, максимальная систолическая скорость, конечная диастолическая скорость, индекс периферического сопротивления

Для цитирования: Катаргина Л.А., Киселёва Т.Н., Денисова Е.В., Новикова О.В. Возможности цветового дуплексного сканирования в оценке нарушений гемодинамики глаза при увеитах у детей. *Офтальмология*. 2022;19(2):384–390. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-384-390>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует

The Possibilities of Color Duplex Scanning in the Assessment of Hemodynamic Eye Disorders in Children with Uveitis

L.A. Katargina, T.N. Kiseleva, E.V. Denisova, O.V. Novikova

National Medical Research Center of Eye Diseases named after Helmholtz
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation



Л.А. Катаргина, Т.Н. Киселёва, Е.В. Денисова, О.В. Новикова

Контактная информация: Новикова Ольга Владимировна olganovv@mail.ru

Возможности цветового дуплексного сканирования в оценке нарушений гемодинамики глаза...

ABSTRACT**Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):384–390**

Purpose: to study the hemodynamic parameters in the eye's vessels in children with endogenous uveitis, depending on the localization and degree and activity of the inflammatory process. **Patients and methods:** 67 children aged 6 to 18 years were examined. Of these, 19 people (35 eyes) were diagnosed with anterior uveitis, 20 (38) — peripheral, 8 (14) — posterior, 10 (20) — panuveitis. There were subgroups according to the degree of inflammation activity in each group. There were 10 healthy children (20 eyes) in the control group. The maximum systolic (Vsyst), final diastolic (Vdiast) blood flow rate and resistance index (RI) in the ocular artery (GA), central retinal artery (CAC), posterior short ciliary arteries (ZCCA), central retinal vein (CVS) and superior ocular vein (VGV) were detected with the method of the Color Duplex Scanning (CDR). **Results.** The maximum systolic and final diastolic blood flow rates in GA decrease, and in panuveitis, on the contrary, increase in anterior uveitis on the location of active inflammation. In panuveitis, the blood flow rate in the HBV also increases. In peripheral uveitis, there is a decrease in systolic and diastolic blood flow rates and an increase in the resistance index in CAC and WCC. With posterior uveitis, the blood flow in the HBV slows down and the RI in the CAC and WCC increases. **Conclusion.** In children with active uveitis, according to the CDR, hemodynamic changes in the vessels of the eye are observed, it depends on the localization of the inflammatory process. They have multidirectional nature. In most cases, a decrease in blood flow rate and an increase in RI are detected. The study of the eye's hemodynamics can be an additional criterion for assessing the activity of inflammation and the effectiveness of therapy, as well as differential diagnosis of various localization of the uveitis.

Keywords: color duplex scanning, uveitis, children, maximum systolic velocity, final diastolic velocity, peripheral resistance index

For citation: Katargina L.A., Hiseleva T.N., Denisova E.V., Novikova O.V. The Possibilities of Color Duplex Scanning in the Assessment of Hemodynamic Eye Disorders in Children with Uveitis. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):384–390. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-384-390>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Эндогенные увеиты — полиморфная группа тяжелых заболеваний глаз с высоким риском хронизации и инвалидизации по зрению. У детей увеиты отличаются большей тяжестью и худшим прогнозом в связи со склонностью к генерализации и быстрому развитию осложнений при отсутствии адекватного лечения [1, 2].

Воспалительный процесс, возникающий первично в структурах сосудистой оболочки, неизбежно приводит к изменениям микроциркуляции глаза. Однако имеющиеся в отечественной и зарубежной литературе данные о состоянии регионарной гемодинамики при увеитах немногочисленны и нередко противоречивы, а роль гемодинамического фактора в патогенезе увеитов остается малоизученной.

В последние годы в офтальмологической практике широкое распространение получил метод цветового дуплексного сканирования (ЦДС), который позволяет при помощи цветного модуля визуализировать кровотоки в сосудах малого диаметра с последующей регистрацией спектра доплеровского сдвига частот [3]. Данный метод дает возможность определять состояние кровотока в глазной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС), центральной вене сетчатки (ЦВС), задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА) и верхней глазной вене (ВГВ) путем визуализации цветной картограммы потока и измерения основных гемодинамических параметров, включающих максимальную систолическую скорость (Vsyst), конечную диастолическую скорость кровотока (Vdiast) и индекс периферического сопротивления или резистентности (RI). ЦДС широко используется для количественной оценки состояния кровотока в сосудах глаза при различной офтальмопатологии [3–6]. Безопасность и безболезненность метода позволяет использовать его у детей, а также проводить

исследования глазного кровотока в динамике, в том числе на фоне терапии.

Изучению гемодинамики глаза при увеитах с помощью метода ЦДС посвящено небольшое число работ, связанных в основном с исследованием регионарного глазного кровотока при болезни Бехчета. Имеются данные о дефиците кровотока и повышении вазорезистентности в ЦАС и ЗКЦА при этом заболевании по сравнению с нормой [7–9, 11, 13–17]. Наиболее выраженное снижение показателей скорости кровотока в артериях глаза регистрировали у пациентов с поражением заднего отрезка глаза по сравнению с пациентами без офтальмосимптоматики. По мнению авторов, эти изменения обусловлены поражением ретинальных сосудов и ЗКЦА по типу окклюзирующего васкулита, что характерно для болезни Бехчета, а выявление изменений у пациентов без явных офтальмоскопических изменений указывают на наличие субклинического васкулита и свидетельствует о необходимости проведения ЦДС для ранней диагностики вовлечения в воспалительный процесс сосудов глаза.

R. Yamada и соавт. у пациентов с задними саркоидозными увеитами также обнаружили значительное снижение скорости кровотока и повышение индекса резистентности в орбитальных сосудах по сравнению с контрольной группой без офтальмопатологии [10].

О.В. Чудинова и В.М. Хокканен выявили замедление максимальной систолической и минимальной диастолической скорости кровотока и повышение индекса периферического сопротивления у пациентов с туберкулезным увеитом по сравнению с пациентами с туберкулезом без поражения глаз. В то же время в группе пациентов с увеитами различной локализации и этиологии (риногенные, герпетические, ревматические) авторами обнаружено ускорение систолической и диастолической скорости кровотока в ЦАС по сравнению с тем же контролем [11].

Е.А. Дроздовой и соавт.¹ было выявлено повышение скорости кровотока в ЦАС и ЗКЦА у взрослых пациентов с увеитами при ревматических заболеваниях (РЗ) (спондилоартрит, ревматоидный артрит). У детей с увеитом, ассоциированным с ювенильным идиопатическим артритом (ЮИА), автор, напротив, наблюдала снижение скорости кровотока в ЗКЦА при повышении индекса периферического сопротивления, что согласуется с данными, полученными О.В. Чудиновой и В.М. Хокканен [11].

Противоречивые сведения получены при исследовании кровотока в ГА. Так, в большинстве исследований у пациентов с болезнью Бехчета зарегистрировано достоверное снижение показателей максимальной систолической скорости в ГА по сравнению со здоровыми добровольцами [8, 12, 13, 15]. В то же время, по данным О. Usakhan и соавт., максимальная систолическая и конечная диастолическая скорость кровотока в ГА у пациентов с болезнью Бехчета и ретиноваскулитом была выше, чем в группе здоровых добровольцев [9], а Н. Ozdemir и соавт. не выявили отличий в скорости кровотока у пациентов с болезнью Бехчета с поражением глаз, у пациентов без офтальмопатологии и у здоровых лиц [14]. Снижение скорости кровотока в ГА зарегистрировано также у пациентов с саркоидозными увеитами [10], а при туберкулезных и ассоциированных с ревматическим заболеванием увеитах² существенных нарушений показателей гемодинамики в ГА обнаружено не было [11].

Единичные работы посвящены изучению венозного глазного кровотока при увеитах. Н. Atilla и соавт. обнаружили выраженное снижение линейной скорости кровотока в ЦВС у больных увеитами различной этиологии по сравнению с нормой [16]. I. Saça и соавт. [12] и Y. Duranoglu и соавт. [15] не выявили достоверных различий показателей кровотока в ЦВС у пациентов с болезнью Бехчета и у здоровых лиц. В исследовании Е.А. Дроздовой³ было определено повышение скорости кровотока в ЦВС при всех изученных нозологических формах РЗ.

Противоречивые данные о состоянии регионарного глазного кровотока при увеитах требуют дальнейшего детального изучения этого вопроса. Следует отметить, что в отечественной и зарубежной литературе имеются лишь единичные исследования, касающиеся состояния гемоциркуляции глаза при увеитах различной этиологии у детей⁴.

В связи с этим **целью** настоящего исследования явилось изучение показателей гемодинамики глаз у детей с эндогенными увеитами в зависимости от локализации и степени активности воспалительного процесса.

¹ Дроздова Е.А. Увеит при ревматических заболеваниях: особенности клиники, диагностика, иммунопатогенез и лечение: дис. ... д-ра мед. наук. Российская медицинская академия последипломного образования. М., 2006. 300 с.

² Там же.

³ Там же.

⁴ Там же.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследование включены 67 детей с увеитами (39 девочек, 28 мальчиков) в возрасте от 6 до 18 лет, наблюдавшихся в НМИЦ ГБ им. Гельмгольца. Из них у 19 человек (35 глаз) был диагностирован передний увеит, у 20 (38 глаз) — периферический, у 8 детей (14 глаз) — задний, у 10 детей (20 глаз) — панuveит. Оценка локализации, течения и активности увеита проводилась на основании критериев SUN (Standartization of Uveitis Nomenclature) [17]. В каждой группе были выделены подгруппы в соответствии со степенью активности воспалительного процесса на момент обследования. У пациентов с передними и периферическими увеитами диагностировали активный, вялотекущий, субактивный и неактивный воспалительный процесс. Задние и панuveиты, учитывая сложность определения активности, делили на три подгруппы: активный, вялотекущий и неактивный. Группу контроля составили 10 здоровых детей (20 глаз).

У 19 пациентов (33 %) увеит был ассоциирован с ЮИА, у 4 детей (7 %) — с болезнью Фогта — Коянаги — Харада, у 1 ребенка (2 %) — с вероятной болезнью Бехчета, у 33 (58 %) этиологию увеита установить не удалось. Длительность заболевания с момента постановки диагноза до включения в исследование составила от 1 месяца до 9 лет (в среднем — 40,85 месяца). У подавляющего большинства детей (96,5 %) воспалительный процесс в глазу имел хроническое течение. Все пациенты на момент включения в исследование получали местное лечение глюкокортикоидами и нестероидными противовоспалительными препаратами. Системную иммуносупрессивную терапию получали 43 ребенка (64,2 %). Критериями включения в исследование были: эметропия или миопия/гиперметропия не более 2 диоптрий, а также нормальное артериальное давление и отсутствие патологии магистральных сосудов головы и шеи.

Помимо стандартного офтальмологического обследования (определение остроты зрения, авторефрактометрия, измерение внутриглазного давления, биомикроскопия переднего отрезка глаза, осмотр глазного дна в условиях миопии), у всех пациентов проводили исследование регионарной гемодинамики глаза с помощью прибора VOLUSON E8 (GE Healthcare) с использованием ЦДС в режимах цветового доплеровского картирования (ЦДК) и импульсной доплерографии. Оценивали кровотоки в ГА, ЦАС, ЗКЦА, ЦВС и ВГВ. Регистрировали спектр доплеровского сдвига частот и определяли количественные показатели кровотока: максимальную систолическую скорость (V_{syst}), конечную диастолическую скорость (V_{diast}), индекс резистентности или периферического сопротивления (RI). Ультразвуковое исследование проводили детям в положении лежа на спине. Датчик располагали на закрытых веках с использованием достаточного количества акустического геля, не оказывая избыточного давления на глазное яблоко. ЦДС осуществлялось одним специалистом.

У 20 детей (39 глаз) ЦДС было проведено в динамике (в сроки от 1 до 24 месяцев, в среднем — через 6 месяцев после первого обследования), при различной длительности и активности воспалительного процесса.

Демографические и клинические данные, а также результаты ЦДС были обработаны методами описательной статистики (программа Statistica 7, Statsoft, США). Анализ достоверности различий проводился с использованием критерия Стьюдента и теста Манна — Уитни, значимыми считались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Статистически достоверных различий средних показателей скорости кровотока в сосудах глаза у детей с увеитами по сравнению с нормой не выявлено. Однако более детальное изучение данных позволило определить ряд особенностей гемодинамики в группах в зависимости от локализации и активности воспалительного процесса.

У детей с передними увеитами отмечалось достоверное снижение V_{syst} и V_{diast} в ГА в подгруппах с активным и субактивным воспалительным процессом по сравнению с соответствующими показателями в подгруппах с вялотекущим и неактивным увеитом. Индекс периферического сопротивления во всех исследованных сосудах, а также показатели скорости кровотока (V_{syst} , V_{diast}) в ЦАС, ЗКЦА, ЦВС и ВГВ существенно не отличались при различных степенях активности увеита (табл. 1).

При оценке индивидуальной динамики состояния глазного кровотока в 23 % случаев (8 глаз) на фоне

активного увеита в ЗКЦА регистрировалось снижение V_{syst} и повышение индекса резистентности.

Периферические увеиты у детей встречаются чаще, чем у взрослых (10,0–37,5 % в структуре эндогенных увеитов) и характеризуются хроническим течением. Анализ данных в группе детей с периферическими увеитами продемонстрировал достоверное увеличение индекса резистентности в ГА и медиальных ЗКЦА при активном и вялотекущем увеите по сравнению с неактивным увеитом и нормой (табл. 2). Кроме того, выявлено снижение конечной диастолической скорости кровотока в ЦАС и тенденция к уменьшению этого показателя в ГА ($p = 0,08$) на фоне вялотекущего и субактивного воспаления по сравнению с активным увеитом. Отмечалось статистически достоверное снижение показателей скорости кровотока в ЗКЦА при активном и вялотекущем увеите по сравнению с нормой.

Макулярный отек (МО) является одним из самых частых осложнений периферического увеита и был диагностирован в 11 (29 %) из 38 глаз. В этой группе детей средние показатели V_{syst} в ЦАС и ГА составили $9,30 \pm 2,28$ и $36,90 \pm 5,69$ см/с соответственно, что достоверно ниже таковых в группе контроля ($10,82 \pm 1,20$ и $41,19 \pm 6,81$ см/с соответственно, $p < 0,05$). В глазах без МО средние показатели максимальной систолической скорости в ЦАС и ГА были выше, чем в глазах с МО, но ниже, чем в здоровых глазах, и составили $9,96 \pm 1,64$ и $37,53 \pm 10,28$ см/с соответственно, однако эти различия были статистически недостоверными.

Таблица 1. Средние показатели глазного кровотока при разных степенях активности переднего увеита у детей

Table 1. Average indicators of ocular blood flow at different degrees of activity of anterior uveitis in children

Показатели кровотока / Indicators of blood flow	Активный увеит / Active uveitis $n = 15$	Вялотекущий увеит / Moderate uveitis $n = 13$	Субактивный увеит / Subactive uveitis $n = 10$	Неактивный увеит / Inactive uveitis $n = 7$	Норма / Healthy $n = 20$
Глазная артерия / Ophthalmic artery					
V_{syst} , см/с	$36,56 \pm 6,53^{*,**}$	$45,52 \pm 10,29$	$35,11 \pm 3,8^{*,**}$	$43,92 \pm 10,30$	$41,19 \pm 6,81$
V_{diast} , см/с	$8,43 \pm 2,2^{**}$	$11,45 \pm 4,05$	$9,33 \pm 1,83$	$9,32 \pm 1,78$	$7,80 \pm 2,11^{**}$
RI	$0,76 \pm 0,07$	$0,75 \pm 0,07$	$0,73 \pm 0,06$	$0,78 \pm 0,07$	$0,81 \pm 0,04$
Центральная артерия сетчатки / Central retinal artery					
V_{syst} , см/с	$9,48 \pm 2,12$	$10,87 \pm 2,33$	$10,98 \pm 2,73$	$9,51 \pm 1,58$	$10,82 \pm 1,20$
V_{diast} , см/с	$2,18 \pm 1,00$	$2,91 \pm 1,34$	$3,10 \pm 0,96$	$2,29 \pm 1,54$	$3,16 \pm 0,70$
RI	$0,77 \pm 0,09$	$0,74 \pm 0,11$	$0,72 \pm 0,05$	$0,77 \pm 0,13$	$0,71 \pm 0,06$
Центральная вена сетчатки / Central retinal vein					
V , см/с	$6,27 \pm 1,11$	$5,87 \pm 0,83$	$6,12 \pm 1,12$	$5,46 \pm 1,33$	$5,94 \pm 0,77$
Задняя короткая цилиарная артерия (латеральная) / Posterior short ciliary artery (lateral)					
V_{syst} , см/с	$12,59 \pm 2,44$	$12,66 \pm 2,28$	$14,09 \pm 2,87$	$11,82 \pm 3,08$	$12,6 \pm 2,12$
V_{diast} , см/с	$4,55 \pm 1,26$	$4,57 \pm 1,29$	$5,41 \pm 1,15$	$4,16 \pm 1,10$	$4,82 \pm 1,18$
RI	$0,63 \pm 0,09$	$0,64 \pm 0,07$	$0,62 \pm 0,06$	$0,65 \pm 0,03$	$0,62 \pm 0,06$
Задняя короткая цилиарная артерия (медиальная) / Posterior short ciliary artery (medial)					
V_{syst} , см/с	$11,59 \pm 2,47$	$11,58 \pm 2,52$	$12,58 \pm 2,77$	$10,81 \pm 2,50$	$11,90 \pm 1,40$
V_{diast} , см/с	$4,32 \pm 1,45$	$4,35 \pm 1,25$	$4,69 \pm 1,37$	$4,29 \pm 1,30$	$4,38 \pm 0,96$
RI	$0,63 \pm 0,07$	$0,63 \pm 0,05$	$0,63 \pm 0,04$	$0,61 \pm 0,07$	$0,63 \pm 0,06$
Верхняя глазная вена / Superior ophthalmic vein					
V , см/с / cm/s	$9,28 \pm 1,41$	$8,78 \pm 1,17$	$9,90 \pm 1,26$	$9,23 \pm 2,56$	$9,33 \pm 0,99$

Примечание: n — число исследований; * — достоверно относительно группы с неактивным увеитом, $p < 0,05$; ** — достоверно относительно группы с вялотекущим увеитом, $p < 0,05$.
Note: n — number of studies; * relative to the group with inactive uveitis, $p < 0,05$; ** relative to the group with moderate uveitis, $p < 0,05$.

Изолированные задние увеиты встречаются у детей достаточно редко. В эту группу были включены дети с хориоидитом, хориоретинитом и ретиноваскулитом. Данные, полученные в этой группе пациентов (табл. 3), свидетельствуют о том, что в наибольшей степени гемодинамика глаза нарушается при вялотекущем увеите. Так, индекс резистентности в ЦАС при вялотекущем воспалении был достоверно выше по сравнению с таковым показателем при активном, неактивном увеите и у здоровых детей. Кроме того, была выявлена тенденция к увеличению этого параметра в ЗКЦА на фоне вялотекущего увеита ($p = 0,07$).

Анализ показателей кровотока в ВГВ показал статистически достоверное снижение V_{syst} при вялотекущем воспалении по сравнению с другими группами. Вероятно, отсутствие в некоторых случаях статистически достоверных результатов в этой группе обусловлено малой выборкой пациентов.

У детей с панувеитом наблюдалось достоверное увеличение V_{syst} и V_{diast} в ГА на фоне активного воспаления по сравнению с вялотекущим и неактивным увеитом, а также повышение V_{syst} в ВГВ при вялотекущем воспалении по сравнению с активным и неактивным (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, исследование глазного кровотока с помощью ЦДС у 67 детей с увеитом показало, что изменения гемодинамики зависят от локализации и степени

выраженности воспалительного процесса и носят разнонаправленный характер.

Так, при передних увеитах в активную фазу воспаления показатель скорости кровотока в ГА снижается, а при панувеите — возрастает. Кроме того, при панувеите увеличивается скорость кровотока (V_{syst}) в ВГВ, что может являться дополнительным критерием для дифференциальной диагностики и оценки активности этих заболеваний.

Учитывая то, что 80 % передних увеитов у детей, включенных в наше исследование, было ассоциировано с ЮИА, снижение скорости кровотока в этой группе согласуется с результатами исследований Е.А. Дроздовой⁵ и О.В. Чудиновой и В.М. Хокканен [11].

Результаты ЦДС ретробульбарных сосудов свидетельствуют о том, что при периферических увеитах наблюдаются более выраженные изменения гемодинамики в ГА, ЦАС и ЗКЦА по сравнению с передними увеитами. Дефицит кровотока в ЦАС и ЗКЦА на фоне длительно существующего воспаления свидетельствует о вовлечении в патологический процесс ретинальных и хориоидальных сосудов, а также, вероятно, может быть одним из факторов развития и персистенции МО, который является одним из самых частых осложнений периферического увеита и в нашем исследовании отмечался в 29 % случаев.

⁵ Дроздова Е.А. Увеит при ревматических заболеваниях: особенности клини- ки, диагностика, иммунопатогенез и лечение: дис. ... д-ра мед. наук. Россий- ская медицинская академия послеподипломного образования. М., 2006. 300 с.

Таблица 2. Средние показатели глазного кровотока при разных степенях активности периферического увеита у детей

Table 2. Average indicators of ocular blood flow at different degrees of activity of intermediate uveitis in children

Показатели кровотока / Indicators of blood flow	Активный увеит / Active uveitis n = 13	Вялотекущий увеит / Moderate uveitis n = 15	Субактивный увеит / Subactive uveitis n = 8	Неактивный увеит / Inactive uveitis n = 15	Норма / Healthy n = 20
Глазная артерия / Ophthalmic artery					
V_{syst} , cm/c	41,06 ± 10,02	37,29 ± 8,63	35,62 ± 9,08	38,27 ± 6,60	41,19 ± 6,81
V_{diast} , cm/c	9,13 ± 3,02	8,00 ± 4,12	7,68 ± 3,40	10,10 ± 3,54	7,80 ± 2,11
RI	0,79 ± 0,05*	0,79 ± 0,09*	0,79 ± 0,05	0,73 ± 0,09	0,81 ± 0,04*
Центральная артерия сетчатки / Central retinal artery					
V_{syst} , cm/c	10,35 ± 2,35	9,87 ± 1,36	9,05 ± 1,67	10,42 ± 1,68	10,82 ± 1,20
V_{diast} , cm/c	2,72 ± 1,21	1,75 ± 1,41****	1,75 ± 0,84****	2,70 ± 0,91	3,16 ± 0,70
RI	0,74 ± 0,10	0,83 ± 0,13	0,80 ± 0,11	0,74 ± 0,08	0,71 ± 0,06
Центральная вена сетчатки / Central retinal vein					
V , cm/c	6,52 ± 1,57	6,04 ± 1,06	5,86 ± 1,13	5,77 ± 1,09	5,94 ± 0,77
Задняя короткая цилиарная артерия (латеральная) / Posterior short ciliary artery (lateral)					
V_{syst} , cm/c	10,79 ± 2,10**	11,47 ± 1,90	11,4 ± 2,52	11,09 ± 2,40	12,6 ± 2,12
V_{diast} , cm/c	3,69 ± 1,49**	3,74 ± 1,36	3,93 ± 1,00	3,86 ± 1,08	4,82 ± 1,18
RI	0,68 ± 0,10	0,67 ± 0,11	0,65 ± 0,07	0,65 ± 0,07	0,62 ± 0,06
Задняя короткая цилиарная артерия (медиальная) / Posterior short ciliary artery (medial)					
V_{syst} , cm/c	10,41 ± 1,58	10,07 ± 1,75**	10,01 ± 1,80**	10,71 ± 2,11	11,9 ± 1,4
V_{diast} , cm/c	3,21 ± 0,99***	3,09 ± 1,05***	3,57 ± 0,71	4,02 ± 1,17	4,38 ± 0,96
RI	0,70 ± 0,08***	0,69 ± 0,10***	0,66 ± 0,08	0,63 ± 0,07	0,63 ± 0,06
Верхняя глазная вена / Superior ophthalmic vein					
V , cm/c	8,82 ± 0,86	10,14 ± 3,44	8,37 ± 0,69	8,71 ± 1,59	9,33 ± 0,99

Примечание: n — число исследований; * — достоверно относительно группы с неактивным увеитом, $p < 0,05$; ** — достоверно относительно группы нормы, $p < 0,05$; *** — достоверно относительно группы с активным увеитом, $p < 0,05$.

Note: n — number of studies; * relative to the group with inactive uveitis, $p < 0,05$; ** relative to the group of healthy eyes, $p < 0,05$; *** relative to the group with active uveitis, $p < 0,05$.

Таблица 3. Средние показатели глазного кровотока при разных степенях активности задних увеитов у детей**Table 3.** Average indicators of ocular blood flow at different degrees of activity of posterior uveitis in children

Показатели кровотока / Indicators of blood flow	Активный увеит / Active uveitis n = 5	Вялотекущий увеит / Moderate uveitis n = 4	Неактивный увеит / Inactive uveitis n = 9	Норма / Healthy n = 20
Глазная артерия / Ophthalmic artery				
Vsyst, cm/c	35,04 ± 7,00	39,75 ± 3,13	36,20 ± 5,44	41,19 ± 6,81
Vdiast, cm/c	5,58 ± 1,07	7,42 ± 1,98	5,93 ± 1,62	7,80 ± 2,11
RI	0,83 ± 0,05	0,8 ± 0,04	0,83 ± 0,05	0,81 ± 0,04
Центральная артерия сетчатки / Central retinal artery				
Vsyst, cm/c	9,24 ± 2,35	9,68 ± 3,03	9,95 ± 2,38	10,82 ± 1,20
Vdiast, cm/c	2,47 ± 0,79	1,68 ± 1,90	2,85 ± 1,33	3,16 ± 0,70
RI	0,73 ± 0,07*	0,86 ± 0,15	0,72 ± 0,08*	0,71 ± 0,06*
Центральная вена сетчатки / Central retinal vein				
V, cm/c	5,73 ± 0,91	5,32 ± 0,97	5,32 ± 0,69	5,94 ± 0,77
Задняя короткая цилиарная артерия (латеральная) / Posterior short ciliary artery (lateral)				
Vsyst, cm/c	9,83 ± 1,80	12,22 ± 3,90	12,40 ± 2,11	12,60 ± 2,12
Vdiast, cm/c	3,28 ± 0,79	3,63 ± 0,89	4,52 ± 1,68	4,82 ± 1,18
RI	0,66 ± 0,04	0,69 ± 0,08	0,64 ± 0,08	0,62 ± 0,06
Задняя короткая цилиарная артерия (медиальная) / Posterior short ciliary artery (medial)				
Vsyst, cm/c	10,97 ± 2,96	12,21 ± 1,07	12,17 ± 1,53	11,90 ± 1,40
Vdiast, cm/c	3,46 ± 0,61	3,50 ± 1,03	4,59 ± 1,50	4,38 ± 0,96
RI	0,67 ± 0,06	0,71 ± 0,08	0,63 ± 0,08	0,63 ± 0,06
Верхняя глазная вена / Superior ophthalmic vein				
V, cm/c	8,62 ± 1,21*	7,83 ± 1,07	9,70 ± 1,18*	9,33 ± 0,99*

Примечание: n — число исследований; * — достоверно относительно группы с вялотекущим увеитом, $p < 0,05$.

Note: n — number of studies; * relative to the group with moderate uveitis, $p < 0.05$.

Таблица 4. Средние показатели глазного кровотока при разных степенях активности панuveита у детей**Table 4.** Average indicators of ocular blood flow at different degrees of activity of panuveitis in children

Показатели кровотока / Indicators of blood flow	Активный увеит / Active uveitis n = 7	Вялотекущий увеит / Moderate uveitis n = 9	Неактивный увеит / Inactive uveitis n = 12	Норма / Healthy n = 20
Глазная артерия / Ophthalmic artery				
Vsyst, cm/c	51,80 ± 9,67* ^{***}	38,24 ± 5,21	40,53 ± 7,74	41,19 ± 6,81
Vdiast, cm/c	14,94 ± 7,43* ^{***}	10,97 ± 2,25	9,99 ± 5,62	7,80 ± 2,11
RI	0,72 ± 0,12	0,71 ± 0,06	0,77 ± 0,11	0,81 ± 0,04
Центральная артерия сетчатки / Central retinal artery				
Vsyst, cm/c	8,89 ± 3,36	8,98 ± 1,97	8,68 ± 1,83	10,82 ± 1,20
Vdiast, cm/c	2,12 ± 1,01	2,30 ± 0,80	2,21 ± 1,54	3,16 ± 0,70
RI	0,76 ± 0,08	0,74 ± 0,09	0,76 ± 0,14	0,71 ± 0,06
Центральная вена сетчатки / Central retinal vein				
V, cm/c	6,24 ± 0,97	5,85 ± 0,77	5,70 ± 1,24	5,94 ± 0,77
Задняя короткая цилиарная артерия (латеральная) / Posterior short ciliary artery (lateral)				
Vsyst, cm/c	11,19 ± 1,03	10,05 ± 3,31	10,50 ± 2,34	12,6 ± 2,12
Vdiast, cm/c	3,62 ± 0,73	3,27 ± 1,43	3,71 ± 1,49	4,82 ± 1,18
RI	0,68 ± 0,05	0,67 ± 0,10	0,65 ± 0,08	0,62 ± 0,06
Задняя короткая цилиарная артерия (медиальная) / Posterior short ciliary artery (medial)				
Vsyst, cm/c	10,21 ± 1,41	9,55 ± 2,60	10,57 ± 2,92	11,90 ± 1,40
Vdiast, cm/c	3,34 ± 0,88	3,11 ± 0,64	3,72 ± 1,78	4,38 ± 0,96
RI	0,67 ± 0,07	0,67 ± 0,05	0,66 ± 0,07	0,63 ± 0,06
Верхняя глазная вена / Superior ophthalmic vein				
V, cm/c	9,10 ± 0,66	10,36 ± 0,82**	8,99 ± 0,99	9,33 ± 0,99

Примечание: n — число исследований; * — достоверно относительно группы с неактивным увеитом, $p < 0,05$; ** — достоверно относительно группы с активным увеитом, $p < 0,05$; *** — достоверно относительно группы с вялотекущим увеитом, $p < 0,05$.

Note: n — number of studies; * relative to the group with inactive uveitis, $p < 0.05$; ** relative to the group with active uveitis, $p < 0.05$; *** relative to the group with moderate uveitis, $p < 0.05$.

У детей с задними увеитами при активном воспалении также выявлено замедление кровотока в ЗКЦА и ВГВ при увеличении индекса резистентности в ЦАС и ЗКЦА.

Полученные нами данные свидетельствуют о дефиците кровотока в сосудах глаза в большинстве случаев увеитов у детей, что может быть обусловлено уменьшением эластичности сосудистой стенки на фоне воспаления, и согласуются с результатами большинства аналогичных исследований у взрослых [7–16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, метод ЦДС является доступным и высокоинформативным для исследования гемодинамики

глаз у детей с увеитами. Активность воспалительного процесса сопровождается изменениями глазного кровотока, которые зависят от локализации и степени выраженности воспалительного процесса. Это может служить дополнительным критерием оценки активности воспаления и эффективности проводимой терапии.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Катаргина Л.А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Киселёва Т.Н. — сбор данных, существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания;
Денисова Е.В. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания;
Новикова О.В. — сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Катаргина Л.А., Хватова А.В. Эндогенные увеиты у детей и подростков, М.: Медицина; 2000. 320 с. [Katargina L.A., Hvatova A.V. Endogenous uveitis in children and adolescents, Moscow: Medicina; 2000. 320 p. (In Russ.).]
2. Гусева М.Р. Клинико-эпидемиологические особенности увеитов у детей. Вестник Офтальмологии. 2004;120(1):15–19. [Guseva M.R. The clinical-and-epidemiological specificity of uveitis in children. The Russian Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii. 2004;120(1):15–19 (In Russ.).]
3. Schmetterer L. Ocular blood flow. New York: Springer; 2012.
4. Hamidi C., Türkcü F.M., Göya C., Çetinçakmak M.G., Yüksel H., Teke M., Hattapoğlu S., Bilici A. Evaluation of retrobulbar blood flow with color doppler ultrasonography in patients with central serous chorioretinopathy. J Clin Ultrasound. 2014;42:481–485. DOI: 10.1002/jcu.22156
5. Xu S., Huang S., Lin Z., Liu W., Zhong Y. Color Doppler imaging analysis of ocular blood flow velocities in normal tension glaucoma patients: a meta-analysis. J Ophthalmol. 2015;2015:919610. DOI: 10.1155/2015/919610
6. Tranquart F., Bergès O., Koskas P., Arsene S., Rossazza C., Pisella P.J., Pourcelot L. Color Doppler imaging of orbital vessels: personal experience and literature review. J Clin Ultrasound. 2003;31(5):258–273. DOI: 10.1002/jcu.10169
7. Oner A., Akal A., Erdogan N., Dogan H., Oner M. Color Doppler imaging of ocular hemodynamic changes in Behcet disease and uveitis patients with different etiologies. Curr. Eye Res. 2006;31(6):519–523. DOI: 10.1080/02713680600719028
8. Isik C., Yagci B., Yildirim C., Yaylali V., Tatlipinar S., Ozden S. Orbital color Doppler imaging in Behcet's disease with or without ocular involvement. Int. Ophthalmol. 2007;27(1):551–563. DOI: 10.1007/s10792-007-9058-5
9. Uçakhan O., Salih M., Altan S., Ozdemir O. Color Doppler ultrasound in ocular Behcet's disease. Eur J Ophthalmol. 1997;7(3):256–261.
10. Yamada R., Ueno S., Yamada S. Assessment of blood flow in orbital arteries in ocular sarcoidosis. Curr Eye Res. 2002;24(3):219–223. DOI: 10.1076/ceyr.24.3.219.8301
11. Чудинова О.В., Хокканен В.М. Состояние гемодинамики у пациентов с увеитами различной этиологии. Вестник офтальмологии. 2004;120(4):6–7. [Chudinova O.V., Hokkanen V.M. The state of hemodynamic in patients with uveitis of various etiology. The Russian Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii. 2004;120(4):6–7 (In Russ.).]
12. Çaça I., Nazaroğlu H., Unlü K., Cakmak S.S., Ari S., Sakalar Y.B. Color doppler imaging of ocular hemodynamic changes in Behcet's disease. Jpn J Ophthalmol. 2004;48(2):101–105. DOI: 10.1007/s10384-003-0024-0
13. Celebi S., Akfirat M., Celebi H., Alagoz G. Color Doppler ultrasonography in ocular Behcet's disease. Acta Ophthalmol Scand. 2000;78(1):30–33. DOI: 10.1034/j.1600-0420.2000.078001030.x
14. Ozdemir H., Atilla H., Atilla S., Işık S., Zilelioğlu G. Diagnosis of ocular involvement in Behcet's disease: value of spectral and color Doppler sonography. AJR Am J Roentgenol. 1995;164(5):1223–1227. DOI: 10.2214/ajr.164.5.7717235
15. Duranoglu Y., Apaydin C., Karaali K., Yücel İ., Apaydin A. Color Doppler Imaging of the Orbital Vessels in Behcet's Disease. Ophthalmologica 2001;215:8–15. DOI: 10.1159/000050819.
16. Atilla H., Zilelioğlu G., Ozdemir H., Atilla S., Isik S. Color Doppler imaging in uveitis. Eur J Ophthalmol. 1997;7(1):92–100.
17. Jabs D.A., Nussenblatt R.B., Rosenbaum J.T. Standardization of uveitis nomenclature for reporting clinical data. Results of the first international workshop. Am J Ophthalmol. 2005;140:509–516. DOI: 10.1016/j.ajo.2005.03.057

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Катаргина Людмила Анатольевна
профессор, доктор медицинских наук, руководитель отдела патологии глаз у детей.
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Киселёва Татьяна Николаевна
профессор, доктор медицинских наук, руководитель отдела ультразвуковых исследований
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Денисова Екатерина Валерьевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии глаз у детей
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Новикова Ольга Владимировна
аспирант отдела патологии глаз у детей
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-8251-9775>

ABOUT THE AUTHORS

The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases
Katargina Ljudmila A.
MD, Professor, the head of the Department of eye pathology in children
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases
Kiselyova Tatjana N.
MD, Professor, the head of the Department of ultrasound research
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases
Denisova Ekaterina V.
PhD, senior researcher of the Department of eye pathology in children
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases
Novikova Olga V.
postgraduate
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8251-9775>