

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕТАЛЬНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ В ТКАНЯХ

© Гераськин И.В.¹, Гераськин В.А.¹, Трофимов В.А.², Власова Т.И.², Гераськина Н.В.³

¹ Приволжский исследовательский медицинский университет (ПИМУ)
Россия, 603005, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д.10/1

² Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва (МГУ им. Н.П. Огарёва)

Россия, 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68

³ Нижегородская областная детская клиническая больница (НОДКБ)

Россия, 603136, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 211

Цель исследования: оценить возможность применения поляризационно-интерференционной микроскопии для морфологической диагностики особенностей фетальных эритроцитов в тканях.

Материалы и методы. Использованы мазки крови, обработанные в ходе лечебно-диагностического процесса, и гистологические срезы, приготовленные из аутопсийного материала. При диагностике применялся поляризационно-интерференционный микроскоп PZO BIOLAR PI с микрофотометрической насадкой UPI для определения оптической плотности и меры светопропускания в эритроцитах. Метод поляризационно-интерференционной микроскопии способствовал изучению оптических свойств в отдельных эритроцитах.

Сравнивали оптические свойства эритроцитов, содержащих гемоглобин фетального типа, и эритроциты с гемоглобином взрослого типа. Различие в составе структуры эритроцитов определяло разницу в светопропускании и светопреломлении. По результатам светопропускания выполнен расчет оптической плотности фетальных и взрослых эритроцитов. В проведенном исследовании клинических мазков крови у пациентов неонатального периода было выполнено 60 замеров коэффициента светопропускания и 60 аналогичных исследований у пациентов группы сравнения – лиц старше 18 лет.

При исследовании аутопсийного материала проведено 120 измерений коэффициента светопропускания эритроцитов в образцах тканей плаценты (ворсины хориона и межворсинчатом пространстве).

Результаты. Определение оптических свойств эритроцитов производилось как в мазках крови, так и в препаратах тканей плаценты. Эритроциты в мазках крови с HbF имели повышенный коэффициент светопропускания по отношению к оптическим свойствам эритроцитов с HbA в группе контроля. В ходе исследования тканей плаценты выявлено, что показатели оптической плотности материнских эритроцитов с HbA в эритроцитах межворсинчатого пространства отличались более высокими значениями показателей по сравнению с оптической плотностью эритроцитов плода с HbF в сосудах ворсин хориона.

Заключение. Определение различий в физико-оптических свойствах эритроцитов с фетальным и взрослым гемоглобинами позволяет определить принадлежность эритроцитов как в мазках крови, так и в межворсинчатом пространстве плаценты.

Ключевые слова: поляризационно-интерференционная микроскопия; новорожденный; фетальные эритроциты; плацента.

Гераськин Иван Владимирович – аспирант кафедры нормальной и патологической физиологии, ПИМУ, г. Нижний Новгород. ORCID iD: 0000-0003-3978-2268. E-mail: ivan_geraskin19@mail.ru (автор, ответственный за переписку).

Гераськин Владимир Анатольевич – канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии, ПИМУ, г. Нижний Новгород. ORCID iD: 0000-0002-0607-7004. E-mail: gvarm@mail.ru

Трофимов Владимир Александрович – д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой генетики, МГУ им. Н.П. Огарёва, г. Саранск. ORCID iD: 0000-0003-1294-1417. E-mail: geneticlab@yandex.ru

Власова Татьяна Ивановна – д-р. мед. наук, профессор, зав. кафедрой нормальной и патологической физиологии с курсом гигиены, МГУ им. Н.П. Огарёва, г. Саранск. ORCID iD: 0000-0002-2624-6450. E-mail: v.t.i@bk.ru

Гераськина Наталья Валентиновна – врач-неонатолог, НОДКБ, г. Н. Новгород. ORCID iD: 0000-0002-6312-6538. E-mail: nvgnn66@mail.ru

Важнейшей проблемой современной неонатологии является выработка гемотрансфузионной тактики у новорожденных детей [1, 2].

Трансфузия крови от взрослого донора реципиенту периода новорожденности формирует уникальную, новую по структуре и составу среду. Как следствие, в крови ребенка происходит смешение трех типов эритроцитов:

1) эритроциты донора с взрослым типом гемоглобина (HbA);

2) эритроциты новорожденного с фетальным типом гемоглобина (HbF);

3) эритроциты новорожденного с взрослым типом гемоглобина (HbA) [3].

Данная особенность усложняет морфологические и цитологические исследования и определяет необходимость дальнейшего совершенствования методов визуализации различий в клеточных группах.

Цель исследования: оценить возможность применения поляризационно-интерференцион-

ной микроскопии для морфологической диагностики особенностей фетальных эритроцитов в тканях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа базируется на результатах анализа клинических и лабораторных данных отделений неонатологии и результатов исследований в патологической анатомии. В качестве объектов исследования использованы мазки крови, полученные по результатам лечебно-диагностического процесса, и гистологические срезы, приготовленные из аутопсийного материала. При инструментальной диагностике использован поляризационно-интерференционный микроскоп PZO BIOLAR PI со специализированной микрофотометрической насадкой UPI для определения оптической плотности и меры светопропускания в выбранных образцах, что позволяло определять степень поглощения света фазоамплитудными объектами. Субстратом исследования являлись эритроциты, содержащие гемоглобин фетального типа (HbF), и эритроциты с гемоглобином взрослого типа (HbA). Различие в составе структуры исследуемых эритроцитов определяло разницу в светопропускании и светопреломлении – так как эритроцит является оптически прозрачной средой. В проведенном исследовании клинических мазков крови у пациентов неонатального периода было выполнено 60 замеров коэффициента светопропускания и 60 аналогичных исследований у пациентов группы сравнения – лиц старше 18 лет. Исследования проводились по принципу случайной выборки клинических показателей [4].

При исследовании аутопсийного материала проведено 120 измерений коэффициента светопропускания эритроцитов в образцах тканей плаценты (ворсины хориона и межворсинчатом пространстве) [5].

По зафиксированным результатам светопропускания выполнен расчет оптической плотности эритроцитов с различными структурными гемоглобинами. Использование методики поляризационно-интерференционной микроскопии позволило изучать оптические свойства отдельных клеток в образцах. В исследованиях использовалось окрашивание препаратов крови по Романовскому и тканей плаценты гематоксилином и эозином [6].

Результаты выполненных исследований обработаны при помощи ресурса «Анализ данных» пакета программ математической статистики Excel с применением статистического анализа «Medstatistic». Средние значения (M) и стандартные отклонения (σ) представлены по

данным сопоставления вариационных рядов. Распределение признаков соответствовало распределению Гаусса. Параметрический t -критерий Стьюдента использовали для сравнения независимых выборок. При анализе выполнено сопоставление несвязанных совокупностей. Критический уровень статистической значимости отличий средних величин (p) учитывали при значениях $p < 0,05$. [7]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При световой микроскопии слабая контрастность плотно уложенных и примыкающих друг к другу эритроцитов, низкая визуализация клеток с большими поперечными размерами позволяет определять только количественные и морфологические характеристики. Однако существуют ряд особенностей, обусловленных труднодоступностью и высокой стоимостью иммунологических исследований в цитологической практике. Применение поляризационно-интерференционной микроскопии при исследовании структурных элементов крови зачастую является малооцененным методом. При помощи данного метода выполнили сравнение показателей светопропускания эритроцитов, содержащих фетальный гемоглобин HbF в мазках крови у новорожденных детей ($n=60$), и эритроцитов, содержащих гемоглобин HbA в крови у пациентов старшего возраста ($n=60$). Исследование осуществлялось после завершения использования материалов в клинико-лабораторной диагностике. Для изучения качественных свойств фазовых объектов мы определяли коэффициент светопропускания и оптической плотности клеточных структур крови и эритроцитов в тканях плаценты (рис. 1).

Одновременно с определением фазового сдвига производили измерение светопропускания исследуемого объекта. Фазово-амплитудный объект (эритроцит), частично поглощающий свет, и поперечные размеры которого меньше величины раздвоения, визуализируется как два светлых разделенных изображения. Поворачивая поляризатор в одном, а затем в другом направлении, получаем затемнение сначала первого, затем второго изображения исследуемого эритроцита (рис. 2).

Для выравнивания амплитуды в первом и втором изображении и получения максимального визуального эффекта фиксировали поворот поляризатора сначала в одном, затем в противоположном направлении на соответствующий угол (γ). По показателю углов отклонения поворота поляризатора ($\gamma_2 - \gamma_1$) регистрировали величину угла γ_3 – этот угол является мерой светопропускания (P) (табл. 1). [8] После чего про-

изводили расчет искомых величин светопропускания эритроцитов по формуле:

$$P = \text{tg}_2(450 - \gamma_3) \times 100\%,$$

где $\gamma_3 = (\gamma_2 - \gamma_1) / 2$

Результаты вычислений позволили рассчитать оптическую плотность (D) исследуемых эритроцитов по формуле:

$$D = \text{Log}_{10}(1/P)$$

При сравнении средних значений (M) угла γ_3 – определяющего величину светопропускания, в группах эритроцитов с HbF и эритроцитов, содержащих гемоглобин HbA, в мазках кро-

ви разница составила 8,660 при $p < 0.05$. Данные сравнений средних значений (M) угла γ_3 в эритроцитах плаценты представлены в таблице 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что коэффициент светопропускания в эритроцитах новорожденных с фетальным гемоглобином значительно превышал аналогичные показатели в контрольной группе (эритроциты взрослых). При сравнении величин в исследуемых образцах – оптическая плотность в эритроцитах взрослых превышала оптическую плотность фетальных эритроцитов, что подтверждало обратную зависимость показателей светопропускания и оптической плотности (табл. 2).

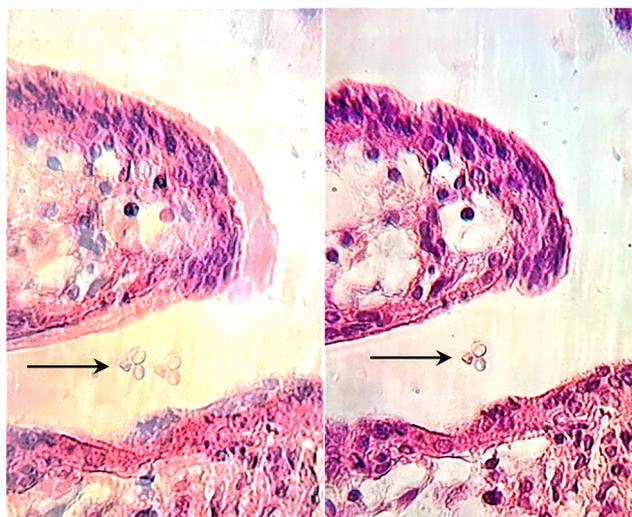


Рис.1. Поляризационно-интерференционная микроскопия. Определение показателей светопропускания эритроцитов в межворсинчатом пространстве плаценты. Окраска гематоксилином и эозином. $\times 400$.

Fig.1. Polarization-interference microscopy. Determination of indicators of light transmission of erythrocytes in the interstitial space of the placenta. Stained with hematoxylin and eosin. $\times 400$.

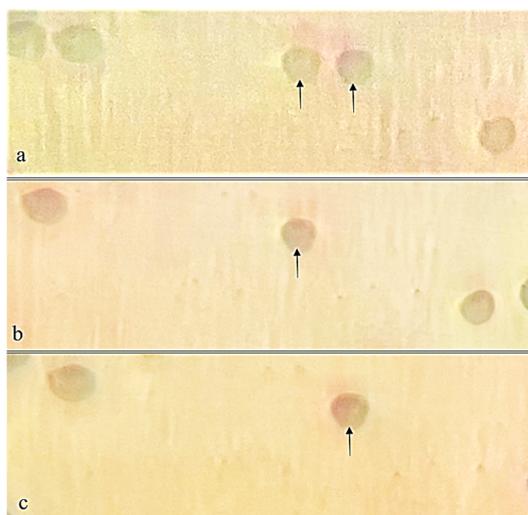


Рис. 2. Поляризационно-интерференционная микроскопия. Способ измерения показателей светопропускания эритроцитов. Мазок крови, окраска по Романовскому, $\times 400$. Фазово-амплитудный объект – эритроцит: а) виден как два светлых разделенных изображения; б) затемнение первого изображения эритроцита; с) затемнение второго изображения эритроцита.

Fig. 2. Polarization-interference microscopy. A method for measuring the light transmission of erythrocytes. Blood smear, Romanovsky coloring, $\times 400$. Phase-amplitude object – erythrocyte a) is visible as two light separated images; b) darkening of the first image of the erythrocyte; c) darkening of the second image of the erythrocyte.

Следует отметить, что плацента является уникальным органом, в котором одновременно присутствуют различные типы эритроцитов и гемоглобинов. Определены светопропускание и оптическая плотность эритроцитов с HbF в 60 образцах тканей плаценты. В сосудах ворсин хориона содержатся фетальные эритроциты, а в межворсинчатом пространстве материнские эритроциты с взрослым типом гемоглобина. При исследовании данная морфологическая особенность была учтена, и определение оптических свойств эритроцитов производилось отдельно – на уровне ворсин хориона и межворсинчатого пространства [9].

В ходе исследования тканей плаценты выявлено, что показатели оптической плотности материнских эритроцитов с HbA в эритроцитах межворсинчатого пространства отличались более высокими значениями показателей по сравнению с оптической плотностью эритроцитов плода с HbF в сосудах ворсин хориона (табл. 2). Эритроциты сосудов ворсин хориона плаценты с HbF имели повышенный коэффициент светопропускания по отношению к оптическим свойствам материнских эритроцитов с HbA, находящихся в межворсинчатом пространстве.

Таблица 1

Table 1

Сравнение средних значений (M) угла γ_3 в эритроцитах крови и тканей плаценты
Comparison of the mean values (M) of the angle γ_3 in red blood cells and placental tissues

Эритроциты (мазки крови) Red blood cells (blood smears)					
Эритроциты с HbF Erythrocytes with HbF			Эритроциты с HbA Erythrocytes with HbA		
γ_1	γ_2	γ_3	γ_1	γ_2	γ_3
23.40	73.12	24.86	15.73	82.77	33.52
M = γ_3 эритроциты с HbA – γ_3 эритроциты с HbF M = γ_3 erythrocytes with HbA – γ_3 erythrocytes with HbF					8.66
Эритроциты (плацента) Red blood cells (placenta)					
Эритроциты с HbF Erythrocytes with HbF			Эритроциты с HbA Erythrocytes with HbA		
γ_1	γ_2	γ_3	γ_1	γ_2	γ_3
24.03	75.72	25.84	15.40	84.30	34.45
M = γ_3 эритроциты с HbA – γ_3 эритроциты с HbF M = γ_3 erythrocytes with HbA – γ_3 erythrocytes with HbF					8.61

Примечание: угловые величины ($\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$) обозначены в градусах. $p < 0,01$. $n = 240$.

Note: The angular magnitudes ($\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$) are indicated in degrees. $p < 0.01$. $n = 240$.

Таблица 2

Table 2

Сравнение средних величин (M) коэффициентов светопропускания и оптической плотности в эритроцитах крови и тканей плаценты

Comparison of average values (M) of light transmission coefficients and optical density in erythrocytes of blood and placental tissues

Эритроциты в мазках крови Red blood cells in blood smears				Эритроциты в препаратах плаценты Erythrocytes in placenta soeciements			
фетальные fetal (n=60)		взрослые adult (n=60)		фетальные fetal (n=60)		материнские adult (n=60)	
P	D	P	D	P	D	P	D
13.45±0.5	0.87±0.01	4.13±0.3	1.38±0.04	12.07±0.4	0.92±0.01	3.47±0.2	1.46±0.02
окраска по Романовскому Romanovsky coloring				окраска гематоксилином и эозином staining with hematoxylin and eosin			

Примечание: P – коэффициент светопропускания (%); D – оптическая плотность (Bell); $p < 0,05$. $n = 240$.

Note: P – the light transmission coefficient (%); D – the optical density (Bell); $p < 0.05$. $n = 240$.

Определение различий в физико-оптических свойствах эритроцитов с фетальным и взрослым гемоглобинами позволяет определить принадлежность эритроцитов в межворсинчатом пространстве плаценты. При обнаружении многочисленных эритроцитов с фетальным гемоглобином в межворсинчатом пространстве можно утверждать о нарушении целостности плацентарного барьера. При развитии эритробластоза плода или гемолитической болезни новорожденного происходит выработка в организме матери специфических антител, направленных против антигенов эритроцитов плода, что обуславливает иммунный гемолиз у плода и новорожденного. Снижение содержания эритроцитов с HbF сопровождается уменьшением сродства общего гемоглобина новорожденного к кислороду и развитием гипоксии [10].

Применение метода поляризационно-интерференционной микроскопии при диагностике обширного кровоизлияния из фетальных сосудов в пространство, заполненное материнской кровью, способствует определению в тканях плаценты морфологических субстратов группы заболеваний, формирующих иммунные реакции организма матери на фетальные эритроциты. Причем данный метод позволяет дифференцировать исследуемые эритроциты без использования методов иммуногистохимии, что значимо для диагностики гемолитической болезни новорожденного, гемолитической анемии новорожденного, гипербилирубинемии новорожденного, водянки плода [11].

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Гераськин И.В. – разработка идейной концепции и дизайна работы, написание статьи; Гераськин В.А. – разработка структуры анализа и интерпретация клинических данных, проверка интеллектуального содержания статьи; Трофимов В.А. – окончательное утверждение рукописи статьи к предстоящей публикации; Власова Т.И. – проверка критически важного интеллектуального содержания; Гераськина Н.В. – обработка и интерпретация данных гематологического анализа, окончательное утверждение рукописи к публикации.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Использованные методы полностью соответствуют этическим стандартам и не противоречат правилам проведения исследований. Представленные данные основаны на результатах микроскопии препаратов крови, использованных при проведении

клинико-лабораторных обследований в ходе лечебно-диагностического процесса.

Определение оптических параметров эритроцитов плаценты основано на данных патологоанатомических исследований при применении поляризационно-интерференционной микроскопии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Wang P., Wang X., Deng H., Li L., Chong W., Hai Y., Zhang Y. Restrictive versus liberal transfusion thresholds in very low birth weight infants: A systematic review with meta-analysis. *PLoS One*. 2021;16(8):e0256810. DOI: 10.1371/journal.pone.0256810.
2. Teofili L., Papacci P., Orlando N., Bianchi M., Molisso A., Purcaro V., Valentini C.G., Giannantonio C., et al. Allogeneic cord blood transfusions prevent fetal haemoglobin depletion in preterm neonates. Results of the CB-TrIP study. *Br J Haematol*. 2020;191(2): 263–268. DOI: 10.1111/bjh.16851.
3. Gavulic A.E., Dougherty D., Li S.H., Carver A.R., Bermick J.R., Mychaliska G.B., Hirschl R.B., Perrone E.E. Fetal hemoglobin levels in premature newborns. Should we reconsider transfusion of adult donor blood? *J Pediatr Surg*. 2021;56(11):1944–1948. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2021.04.018.
4. Матвеев В.А. *Статистика. Учебно-методическое пособие*. Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет, 2015. 37 с. [Matveyev V.A. *Statistics. Educational and methodical manual*. Nizhniy Novgorod: Nizhegorodskiy gosudarstvennyy universitet, 2015. 37 p. (in Russ.)].
5. Benirschke K., Kaufmann P., Baergen R. *Pathology of the human placenta*. Springer New York. 126 p. DOI: 10.1007/b137920.
6. Виноградова Г.Н., Захаров В.В. *Основы микроскопии*. Санкт-Петербург: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Университет ИТМО, 2020. 410 с. [Vinogradova G.N., Zakharov V.V. *Fundamentals of microscopy*. Saint Petersburg: Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. ITMO University, 2020. 410 p. (in Russ.)].
7. Petrie A., Sabin C. *Medical Statistics at a Glance*. Oxford; Malden, MA 2000:112–113
8. Grudziadzkie Z.G. *PZO BIOLAR Polarization interference microscope*. Polish Optical Factories, WKC Warszawa, 1976:99-170
9. Baergen R.N. *Manual of Benirschke and Kaufmann's Pathology of the Human Placenta*. New York, 2005. 71 p.
10. Гераськин И.В., Трофимов В.А., Военнов О.В., Гераськина Н.В., Гераськин В.А. Особенности динамики фракций гемоглобинов крови у пациентов периодов новорожденности и грудного возраста. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2022;18(3):394–398 [Geraskin I.V., Trofimov V.A., Voennov O.V., Geraskina N.V., Geraskin V.A. Features of the dynamics of blood hemoglobin fractions in patients of the newborn and infancy periods. *Saratov journal of medical scientific research*. 2022;18(3):394–398 (in Russ.)]. EDN: ELNYXU.

11. Saltzman D.H., Frigoletto F.D., Harlow B.L., Barss V.A., Benacerraf B.R. Sonographic evaluation of hydrops fetalis. *Obstet Gynecol.* 1989;74(1):106–111.

Поступила в редакцию 04.12.2023

Подписана в печать 25.11.2023

Для цитирования: Гераськин И.В., Гераськин В.А., Трофимов В.А., Власова Т.И., Гераськина Н.В. Использование поляризационно-интерференционной микроскопии для определения оптических свойств фетальных эритроцитов в тканях. *Человек и его здоровье.* 2023;26(3):76–82. DOI: 10.21626/vestnik/2023-3/09. EDN: XNREHO.

USE OF POLARIZATION-INTERFERENCE MICROSCOPY TO DETERMINE THE OPTICAL PROPERTIES OF FETAL ERYTHROCYTES IN TISSUES

© Geraskin I.V.¹, Geraskin V.A.¹, Trofimov V.A.², Vlasova T.I.², Geraskina N.V.³

¹ **Privolzhsky Research Medical University (PRMU)**

10/1, Minin and Pozharsky Sqr., Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod region, 603005, Russian Federation

² **National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev (N.P. Ogarev MSU)**

68, Bolshevistskaya Str., Saransk, Republic of Mordovia, 430005, Russian Federation

³ **Nizhny Novgorod Regional Children's Clinical Hospital (NRCCH)**

211, Vaneev Str., Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod region, 603136, Russian Federation

Objective: to evaluate the possibility of using polarization interference microscopy for morphological diagnostics of fetal erythrocytes in tissues.

Materials and methods. Blood smears used during the diagnostic and treatment process and histological sections prepared from autopsy material were used. During the diagnosis, a polarization-interference microscope PZO BIOLAR PI with a microphotometric nozzle UPI was used to determine the optical density and the measure of light transmission in erythrocytes. The method of polarization-interference microscopy contributed to the study of optical properties in individual erythrocytes.

The optical properties of erythrocytes containing fetal-type hemoglobin and erythrocytes with adult-type hemoglobin were compared. The difference in the composition of the structure of erythrocytes determined the difference in light transmission and refraction. Based on the results of light transmission, the optical density of fetal and adult erythrocytes was calculated. In the conducted study of clinical blood smears, in neonatal patients, 60 measurements of the light transmission coefficient and 60 similar studies were performed in patients of the comparison group - persons older than 18 years.

In the study of autopsy material, 120 measurements of the erythrocyte light transmission coefficient were carried out in placental tissue samples (chorionic villi and interstitial space).

Results. The optical properties of erythrocytes were determined both in blood smears and in placental tissue preparations. Erythrocytes in blood smears with HbF had an increased light transmission coefficient in relation to the optical properties of erythrocytes with HbA in the control group. During the study of placental tissues, it was revealed that the indicators of the optical density of maternal erythrocytes with HbA in the erythrocytes of the interstitial space differed in higher values of indicators compared with the optical density of fetal erythrocytes with HbF in the vessels of chorionic villi.

Conclusion. The determination of differences in the physico-optical properties of erythrocytes with fetal and adult hemoglobins makes it possible to determine the affiliation of erythrocytes both in blood smears and in the interstitial space of the placenta.

Keywords: polarization interference microscopy; newborn; fetal erythrocytes; placenta.

Geraskin Ivan V. – Post-graduate student at the Department of Normal and Pathological Physiology, PRMU, Nizhny Novgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-3978-2268. E-mail: ivan_geraskin19@mail.ru (corresponding author)

Geraskin Vladimir A. – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Transfusiology, PRMU, Nizhny Novgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-0607-7004. E-mail: gvarm@mail.ru

Trofimov Vladimir A. – Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Department of Genetics, N.P. Ogarev MSU, Saransk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-1294-1417. E-mail: geneticlab@yandex.ru

Vlasova Tatyana I. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of the Department of Normal and Pathological Physiology with the course of hygiene, N.P. Ogarev MSU, Saransk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-2624-6450. E-mail: v.t.i@bk.ru

Geraskina Natalia V. – neonatologist, NRCCH, Nizhny Novgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-6312-6538. E-mail: nvgnn66@mail.ru

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

AUTHORS CONTRIBUTION

Geraskin I.V. – development of the ideological concept and design of the work, writing the article; Geraskin V.A. – development of the structure of analysis and interpretation of clinical data, verification of the intellectual content of the article; Trofimov V.A. – final approval of the manuscript of the article for the upcoming publication.; Vlasova T.I. – verification of critical intellectual content; Geraskina N.V. – processing and interpreta-

tion of hematological analysis data, final approval of the manuscript for publication.

COMPLIANCE WITH PRINCIPLES OF ETHICS

The methods used fully comply with ethical standards and do not contradict the rules of research. The presented data are based on the results of microscopy of blood preparations used

during clinical and laboratory examinations during the therapeutic and diagnostic process.

The determination of the optical parameters of placental erythrocytes is based on the data of pathoanatomic studies using polarization interference microscopy.

Received 04.12.2022

Accepted 25.11.2023

For citation: Geraskin I.V., Geraskin V.A., Trofimov V.A., Vlasova T.I., Geraskin N.V. Use of polarization-interference microscopy to determine the optical properties of fetal erythrocytes in tissues. *Humans and their health*. 2023;26(3):76–82. DOI: 10.21626/vestnik/2023-3/09. EDN: XNREHO.
