

## КОРРЕКЦИЯ ФОРМЫ ЭРИТРОЦИТОВ ЛАЗЕРНЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ КРОВИ ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ СЕАНСА ПЛАЗМАФЕРЕЗА У БОЛЬНЫХ МИАСТЕНИЕЙ

Бутаев А.Х.

АО «Республиканский специализированный центр хирургии имени академика В. Вахидова»,  
ул. Фархадская, 10, г. Ташкент, 100115 Узбекистан,  
тел.: +7 998 90 960 40 31, e-mail: azazello78uz@gmail.com

*Изучено изменение формы эритроцитов при плазмаферезе у пациентов с миастенией и влияние на их форму лазерного облучения крови во время плазмафереза и после него. Выявлено, что плазмаферез увеличивает долю патологических форм эритроцитов и снижает долю дискоцитов – нормальных эритроцитов. Лазерное облучение крови в контуре аппарата «Гемофеникс» во время плазмафереза способствует снижению доли патологических форм эритроцитов в кровяном русле пациентов. Внутрисосудистое лазерное облучение крови после плазмафереза приводит к нормализации соотношения патологических и нормальных форм эритроцитов.*

**Ключевые слова:** миастения, форма эритроцитов, плазмаферез, лазерное облучение крови.

### Введение

Миастения - нередкое заболевание, которое встречается у 1 человека на 1500-2000 жителей. Ведущими факторами в ее патогенезе являются блокирование мышечных синапсов, обусловленное наличием в крови специфических антител к ацетилхолиновым рецепторам, и нарушение функции дыхания, в результате чего развивается гипоксия. Это приводит также к сдвигу соотношения нормальных эритроцитов (дискоцитов - Д) и их патологических форм (ПФЭ) в периферической крови, что, в свою очередь, усугубляет гипоксию [3, 4, 6, 11, 13, 14].

Наряду с удалением вилочковой железы (тимуса), вырабатывающей вышеуказанные антитела к ацетилхолиновым рецепторам, действенным средством в комплексном лечении миастении является элиминация этих антител из крови. Наиболее эффективным методом элиминации специфических антител считается плазмаферез [2, 3, 4, 6, 10, 11]. Однако, как показали наши исследования, эта процедура оказывает неблагоприятное воздействие на эритроциты крови, увеличивая в ней долю ПФЭ, что усугубляет гипоксию, формируя своеобразный порочный круг.

Низкоинтенсивное лазерное излучение широко используется в медицине. Исследованиями установлено, что внутрисосудистое и чрескожное лазерное облучение крови (ЛОК), помимо многих известных положительных эффектов,

способствует восстановлению в ней нормального соотношения Д/ПФЭ [1, 2, 3, 4, 5, 8].

Изменения эритроцитов крови у больных миастенией до и после ее лечения с использованием плазмафереза, восстановление их формы при воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения ранее не изучались. Это определило **цель настоящего исследования** - оценить влияние ЛОК во время и после плазмафереза у пациентов с миастенией на форму эритроцитов периферической крови.

### Материал и методики исследования

Все пациенты были разделены на шесть групп.

Группа А – здоровые добровольцы без признаков соматической патологии. Их кровь служила контролем – 8 человек.

Группа Б – пациенты с миастенией, чья кровь изучалась до лечения – 12 пациентов.

Группа В – пациенты, чья кровь исследовалась на 3-и сутки после тимэктомии, до плазмафереза и ЛОК – 12 пациентов.

Группа Г – пациенты, которым был проведен один сеанс плазмафереза на 3-и сутки после тимэктомии, без облучения - 14 пациентов.

Группа Д – пациенты, которым был проведен один сеанс плазмафереза с одновременным ЛОК через входящий контур (экстракорпорально), на 3-и сутки после тимэктомии – 10 пациентов.

Таблица 1

Соотношение форм эритроцитов у пациентов с миастенией до и после лечения (%)

Форма эритроцитов	а) Контроль (n=8)	Кровь больных миастенией				
		б) До лечения (n=12)	в) После тимэктомии (n=12)	г) После тимэктомии и плазмафереза, но до ЛОК (n=14)	д) После тимэктомии и плазмафереза с экстракорпоральным ЛОК (n=10)	е) После тимэктомии и плазмафереза с экстракорпоральным и внутривенным ЛОК (n=14)
Дискоциты	89±0,5	62±1*	73±2,0**	57±2,0***	74±1 *****	80±1 *****
Эхиноциты	9±0,3	17±0,5*	12±1,6	21±1,4***	12±0,4*****	10±0,1*****
Стоматоциты	1±0,05	16±0,4*	10±1,8**	17±1,3***	8±0,02*****	5±0,02*****
Эритроциты с гребнем	0,5±0,02	3±0,03*	3±0,01	3±0,01	4±0,01	3±0,01
Необратимые формы	0,5±0,05	2±0,01*	2±0,1	2±0,05	2±0,01	2±0,01

\* - разница достоверна по отношению к контролю; \*\* - разница достоверна по отношению к группе б); \*\*\* - разница достоверна по отношению к группе в); \*\*\*\*\* - разница достоверна по отношению к группе г) (P<0,05).

Группа Е – пациенты, чья кровь исследовалась после одного сеанса плазмафереза с одномоментным экстракорпоральным ЛОК с последующим ВЛОК, на 3-и сутки после тимэктомии – 14 пациентов.

Плазмаферез осуществляли с помощью аппарата «Гемофеникс» («Трекпор Текнолоджи», Россия), используя фильтр «РОСА». В процессе одного сеанса мембранного плазмафереза эксфурировалось от 800 до 1000 мл плазмы.

Для ЛОК в контуре аппарата мембранного плазмафереза использовался лазерный аппарат «Матрикс–ВЛОК» с головкой КЛ–ВЛОК (выходная мощность излучения 1,5 мВт, длина волны 0,63 мкм). Экстракорпорально кровь облучалась во время плазмафереза через прозрачную стенку входящего контура, на протяжении всего сеанса плазмафереза.

Для внутривенного ЛОК по традиционной методике использовался аппарат «Матрикс–ВЛОК» с головкой КЛ–ВЛОК (выходная мощность излучения 1,5 мВт, длина волны 0,63 мкм), специальные световоды и иглы с тефлоновым покрытием КИВЛ-01. Время экспозиции 20 мин.

Для оценки изменений формы эритроцитов периферической крови использован экспресс-метод толстой капли. Данный метод запатентован в Патентном ведомстве Республики Узбекистан «Способ определения форм эритроцитов» № МКИ 6А61В 10/00; запатентована также программа «Экспресс-диагностика форм эритроцитов» № ED-5-05, с использованием микроскопа марки ZEISS, AXIOSCOP – 40. Эта методика позволяет

при исследовании сохранить в определенной степени естественное состояние эритроцита и приблизить его к таковому в просвете сосуда.

Используя его, можно получить объективную морфометрическую оценку деформированности эритроцитов в течение 10-15 минут с помощью простой световой микроскопии. Это делает возможным проведение интраоперационного мониторинга структурно-функционального статуса эритроцитов и других клеток крови для оценки адекватности искусственного кровообращения.

### Результаты исследования

Количественные результаты определения форм эритроцитов крови при различных условиях представлены в табл. 1, а микрофотографии – на рис. 1-6.

В контрольной группе а) величина отношения Д/ПФЭ составила 8,1, что может считаться нормой для здоровых людей. У больных миастенией до лечения (группа б) эта величина значительно снижена – до 1,6.

При ослаблении проявлений миастении в результате тимэктомии доля дискоцитов существенно возрастает, при снижении содержания эхиноцитов и стоматоцитов. При этом, однако, в группе в), несмотря на некоторое увеличение значения Д/ПФЭ до 2,7, число патологических форм эритроцитов продолжало оставаться довольно высоким.

Следует отметить, что и в норме в крови встречаются ПФЭ, хотя доля их невелика [1, 3].

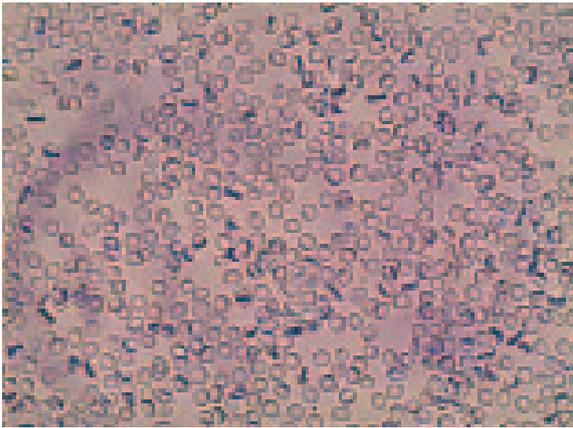


Рис 1. Контроль, група (а). ЭМТК 10x40

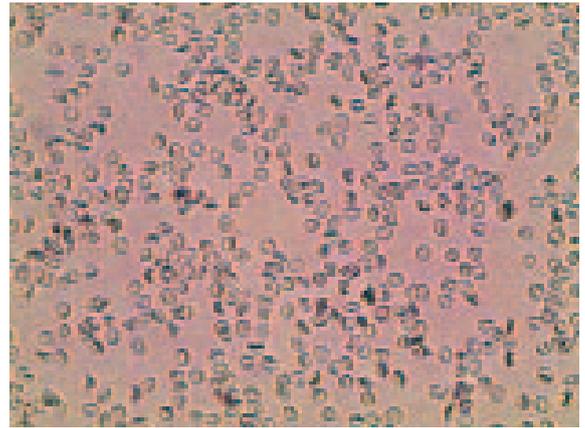


Рис 2. Миастения до лечения, группа (б). ЭМТК 10x40

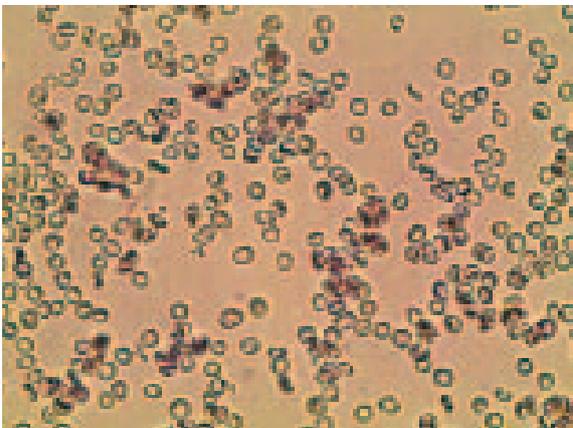


Рис 3. Миастения после тимэктомии, группа (в).  
ЭМТК 10x40

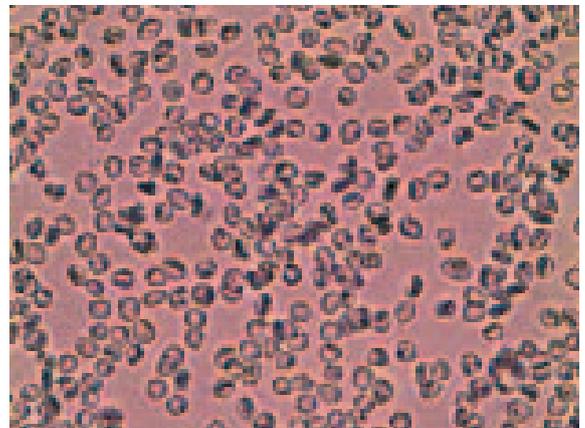


Рис 4. Миастения после тимэктомии и плазмафереза  
без ЛОК, группа (г). ЭМТК 10x40

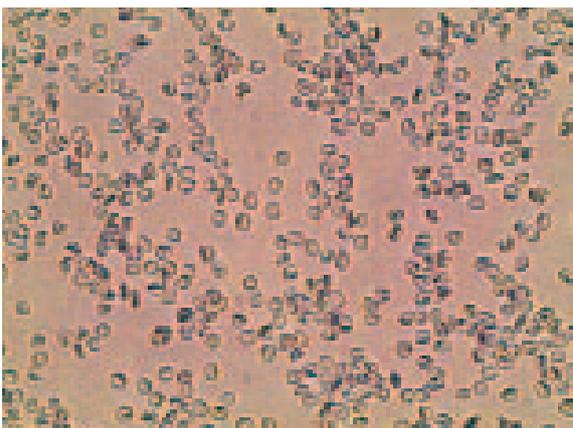


Рис 5. Миастения после тимэктомии и плазмафереза  
с экстракорпоральным облучением крови, группа (д).  
ЭМТК 10x40

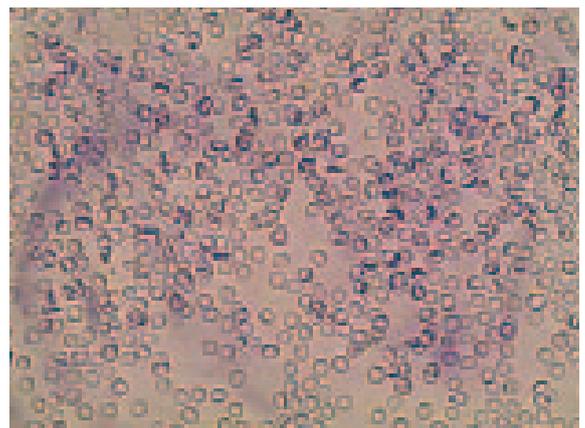


Рис 6. Миастения после тимэктомии и плазмафереза  
с экстракорпоральным и внутривенным ЛОК, группа (е).  
ЭМТК 10x40

У пациентов группы г), не получивших ЛОК во время или после плазмафереза, имело место значительный рост доли ПФЭ при снижении доли Д; величина Д/ПФЭ упала до 1,3.

Экстракорпоральное (в контуре аппарата) ЛОК во время плазмафереза у пациентов группы д) имело результатом улучшение соотношения Д/ПФЭ до 2,8.

У пациентов группы е), которым проводили внутривенное ЛОК и после плазмафереза, отношение Д/ПФЭ выросло до 4, заметно сдвинувшись в сторону нормы.

В наших наблюдениях после плазмафереза с лазерным облучением отмечалось улучшение состояния больных: уменьшалась мышечная слабость, исчезала гнусавость голоса, улучшалось глотание, облегчался акт жевания пищи, исчезло двоение в глазах и птоз, улучшалось полное смыкание век. Улучшение состояния больного подтверждалось данными электромиографии. У всех больных отмечено увеличение амплитуды потенциала действия мышц, улучшились показатели изменения частоты следования потенциалов.

### Обсуждение

Эритроциты, являясь наиболее дифференцированными клетками организма млекопитающих животных и человека, лишены ядер и всех органелл, реагируют на сдвиги различных констант крови изменениями формы [1, 9, 12]. Значительное влияние на форму эритроцитов оказывают и различные механические воздействия при искусственном кровообращении и применении различных методов эфферентной медицины – например, плазмафереза [2, 3, 7].

Последний наиболее эффективен для элиминации специфических антител к ацетилхолиновым рецепторам, наличие которых в крови является ведущей причиной в патогенезе миастении. Однако, как показали наши исследования, плазмаферез приводит к существенному возрастанию доли ПФЭ (большое число последних определяется на компонентах фильтров аппарата) и снижению доли дискоцитов в периферической крови, что приводит к нарушению нормального соотношения Д/ПФЭ.

Форма эритроцитов в виде двояковогнутого диска обеспечивает их деформацию с последующим возвращением к исходной форме после прохождения через капилляры, диаметр которых меньше диаметра эритроцита. ПФЭ не обладают такой способностью; возрастание их доли в крови приводит к нарушениям микроциркуляции [6].

Наращение полиморфизма эритроцитов, за счёт увеличения доли ПФЭ, отражает не только нарушение констант периферической крови, но и

механическое воздействие на эритроциты [2, 3, 7].

Одной из непосредственных причин изменения форм эритроцитов является воздействие на цитоскелет этих клеток, а именно на наружную оболочку эритроцитов. Форма эритроцитов в виде двояковогнутого диска определяется такими белками их мембраны, как гликофорин и, особенно, спектрин, находящийся на внутренней стороне оболочки эритроцита. Структура спектрина близка к структуре актомиозина, который как показали исследования стимулируется НИЛИ, особенно красного и инфракрасного диапазона.

Другой причиной изменения формы эритроцитов является накопление ионов  $Ca^{2+}$  в эритроцитах. Поглощение квантов света, в том числе лазерного, особенно красного диапазона, стимулирует запуск кальциевых насосов.

Немаловажное значение играет и воздействие лазерного излучения красного спектра на каталазный индекс эритроцитов – основного дыхательного фермента эритроцитов [2, 3, 7]. Это действие лазерного излучения красного, а особенно инфракрасного спектра обладающего большей проникающей способностью сопоставимо при ВЛОК и ЧЛОК.

Облучение крови в контурах аппаратов при проведении плазмафереза уменьшает число патологических форм эритроцитов [2].

Облучение контуров аппарата при проведении плазмафереза в сочетании с ВЛОК после плазмафереза у пациентов с миастенией дает наилучшие результаты для сохранения формы эритроцитов и соотношения Д/ПФЭ.

### Выводы

1. При миастении имеют место существенные сдвиги в соотношении дискоцитов и патологических форм эритроцитов. После тимэктомии отмечается тенденция к увеличению доли дискоцитов и снижению доли патологических форм эритроцитов, но соотношение Д/ПФЭ (2,7) остается значительно уступающим показателям здорового контроля (8,1).

2. Проведение процедуры плазмафереза приводит к возрастанию доли патологических форм эритроцитов и выраженному снижению соотношения Д/ПФЭ до 1,3.

3. Воздействие лазерного излучения на кровь в контуре аппарата «Гемофеникс» во время сеансов плазмафереза и внутривенного ЛОК после этих сеансов способствует увеличению соотношения Д/ПФЭ и его приближению к контрольным показателям.

### Література

1. Байбеков И.М. Клиническая морфология миастении, фототерапия, плазмаферез в ее лечении / И.М.Байбеков, А.Х.Бутаев, Б.А.Саидханов.- Saarbrücken, Deutschland: Lambert Academic Publishing, 2015.- 248 p.
2. Байбеков И.М. Сканирующая электронная микроскопия элементов фильтра «Роса» аппарата Hemofenix и крови при мембранном плазмаферезе и лазерном облучении / И.М.Байбеков, А.Х.Бутаев, Б.А.Саидханов // Вестник трансплантологии и искусственных органов.- 2013.- Т.ХV, №2.- С.76-81.
3. Байбеков И.М. Эритроциты в норме, патологии и при лазерных воздействиях / И.М.Байбеков, Р.Ш.Мавлян-Ходжаев, А.Г.Эрстекис, С.В.Москвин.- Тверь: Триада, 2008.- 255 с.
4. Бутаев А.Х. Изменение формы эритроцитов при миастении и возможности лазерного облучения крови в ее коррекции // Лазерная медицина.- 2011.- Т.15, №4.- С.22-25.
5. Гейниц А.В. Внутривенное лазерное облучение крови / А.В.Гейниц, С.В.Москвин, Г.А.Азизов.- М.: Триада, 2006.- 144 с.
6. Гехт Б.М. Миастения: диагностика и лечение / Б.М.Гехт, А.Г.Санадзе // Неврологический журнал.- 2003.- Приложение №1.- С.49-52.
7. Касымов Б.З. Сочетанное использование методов сорбционной и фотогемотерапии для вспомогательной поддержки детоксицирующих систем организма.- Автореф. дисс. ... докт. мед. наук.- М., 2000.- 32 с.
8. Москвин С.В. Основы лазерной терапии / С.В.Москвин, В.А.Буйлин.- М., 2006.- 256 с.
9. Новодержкина Ю.К. Конфигурация и поверхность клеток крови в норме и патологии / Ю.К.Новодержкина, З.Г.Шишканова, Г.И.Козинец.- М.: Триада – фарм, 2004.- 152 с.
10. Романова Т.В. Оценка эффективности тимэктомии у пациентов с миастенией / Т.В.Романова, М.Ю.Белякова, С.Ю.Пушкин // Саратовский научно-медицинский журнал.- 2009.- Т.5, №2.- С.234-237.
11. Санадзе А.Г. Миастения и миастенические синдромы. Руководство для врачей.- М.: ЛитТерра, 2012.- 255 с.
12. Hoffman R. Hematology basic principles and practice / R.Hoffman, E.J.Benz, S.J.Shattik et al.- N.Y., Churchill Livingstone.- 2001.- 2560 p.
13. Rosai J. Rosai and Ackerman's surgical pathology. Vol.2. Skeletal muscle.- St. Louis: Mosby, 2003.- 2890 p.
14. Shahrizaila N. Thymectomy in myasthenia gravis: comparison of outcome in Santiago, Cuba and Nottingham, UK / N.Shahrizaila, O.A.Pacheco, D.G.Vidal et al. // J. Neurol.- 2005.- Vol.252.- P.1262-1266.

#### *CORRECTING ERYTHROCYTES MORPHOLOGY OF PATIENTS WITH MYASTHENIA BY LASER IRRADIATION OF BLOOD DURING AND AFTER PLASMAPHERESIS PROCEDURE*

*Butaev A.Kh.*

*Republican Specialized Center of Surgery named after acad. V. Vakhidov. 100115 Tashkent, Uzbekistan,  
Farkhadskaya str. 10. tel: +7 998 90 960 40 31. e-mail: azazello78uz@gmail.com*

*The changes of erythrocytes shape after plasmapheresis in patients with myasthenia gravis, and the effect of laser blood irradiation on their shape during and after plasmapheresis procedure was studied. It was revealed that plasmapheresis increases proportion of pathological forms of erythrocytes and reduces the share of discocytes - normal red blood cells. Laser irradiation of blood in the circuit of «Hemofenix» apparatus during plasmapheresis reduces the part of pathological forms of erythrocytes in the bloodstream of patients. Intravascular laser irradiation of blood after plasmapheresis procedure results in a normalized ratio between pathological forms of erythrocytes and discocytes.*

**Keywords:** *myasthenia gravis, shape of erythrocytes, plasmapheresis, laser irradiation of blood.*

#### *КОРЕКЦІЯ ФОРМИ ЕРИТРОЦИТІВ ЛАЗЕРНИМ ОПРОМІНЕННЯМ КРОВІ ПІД ЧАС І ПІСЛЯ СЕАНСУ ПЛАЗМАФЕРЕЗУ У ХВОРИХ НА МІАСТЕНІЮ*

*Бутаєв А.Х.*

*АТ «Республіканський спеціалізований центр хірургії імені академіка В.Вахідова»,  
вул. Фархадська, 10, м. Ташкент, 100115 Узбекистан,  
тел.: +7 998 90 960 40 31, e-mail: azazello78uz@gmail.com*

*Вивчено зміну форми еритроцитів при плазмаферезі у пацієнтів з міастенією, та вплив на їх форму лазерного опромінення крові під час плазмаферезу й після нього. Виявлено, що плазмаферез збільшує частку патологічних форм еритроцитів і знижує частку дискоцитів - нормальних еритроцитів. Лазерне опромінення крові в контурі апарата «Гемофенікс» під час плазмаферезу сприяє зниженню частки патологічних форм еритроцитів у кров'яному руслі пацієнтів. Внутрішньосудинне лазерне опромінення крові після плазмаферезу призводить до нормалізації співвідношення патологічних та нормальних форм еритроцитів.*

**Ключові слова:** *міастенія, форма еритроцитів, плазмаферез, лазерне опромінення крові.*