The background of the slide is a dense field of red blood cells, rendered in a 3D style with a reddish-pink hue. The cells are of various sizes and orientations, creating a sense of depth and movement. A semi-transparent light yellow rectangular box is positioned in the upper left quadrant, containing the main title text.

**Менеджмент крови пациента в акушерстве.
Ведение анемии во время беременности и в
послеродовом периоде**

A semi-transparent light yellow rectangular box containing the author's name.

Куликов А. В.

Менеджмент крови пациента (*Patient blood management*)

- мультидисциплинарная и ориентированная на пациента методика кровесбережения, которая опирается на своевременное применение доказательных медицинских и хирургических подходов к поддержанию концентрации гемоглобина, оптимизации гемостаза и минимизации кровопотери

Менеджмент крови пациента в акушерстве включает:

Во время беременности:

- Периодическая проверка гемоглобина и уровня ферритина
- Лечение анемии и железодефицитного состояния
- Выявление факторов риска для послеродового кровотечения
- Плановое родоразрешение при высоких факторах риска массивной кровопотери

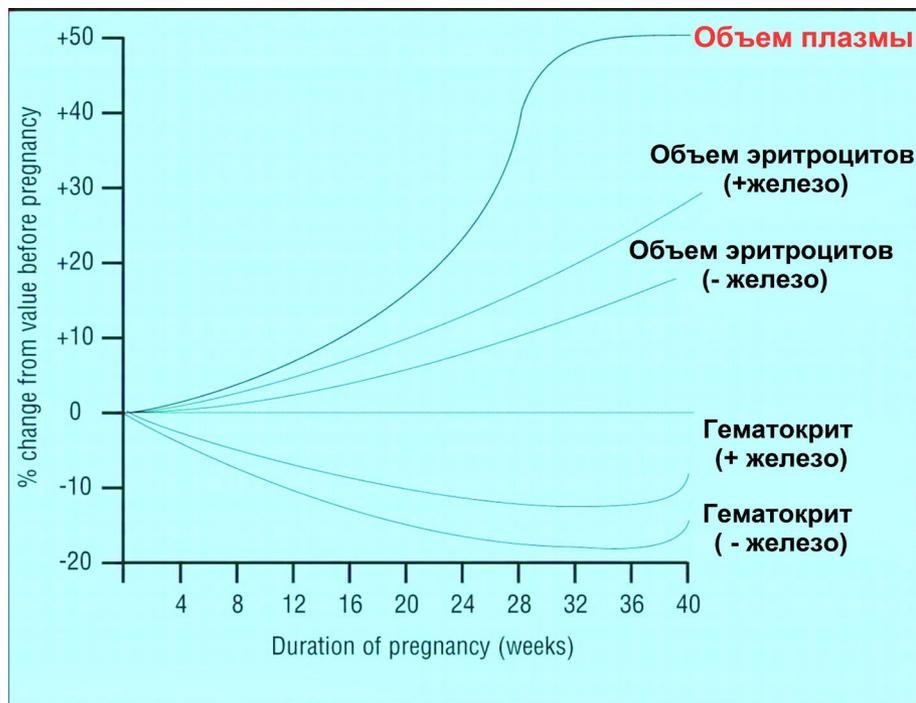
В родах:

- Оценка системы гемостаза
- Использование утеротоников (окситоцин и др.) и транексамовой кислоты
- Механическая и хирургическая остановка кровотечения
- Эмболизация (окклюзия) маточных артерий (аорты)
- Реинфузия эритроцитов
- Трансфузия компонентов крови

После родов:

- Индивидуальная оценка уровня гемоглобина после острой фазы
- Назначение препаратов железа
- Рестриктивное переливание компонентов крови (только эритроциты)

Физиологическая анемия беременных:



**Гемоглобин до 110 г/л
второй/третий триместр до 105 г/л
После родов: 100 г/л**

Swiss guidelines, American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG),
UK National Institute for Health Care and Excellence (NICE)



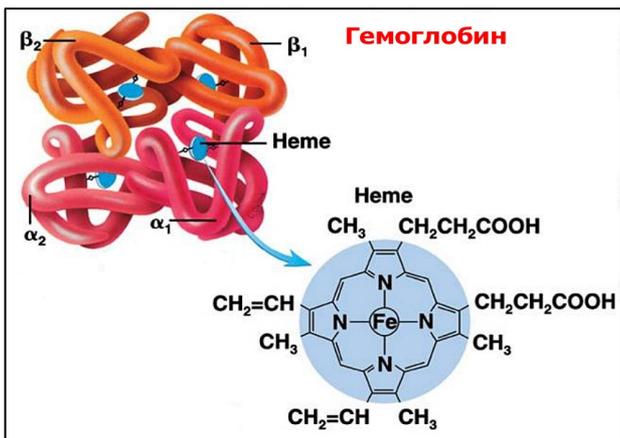
Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity

Уровень гемоглобина для диагноза анемии (г/л)[±]

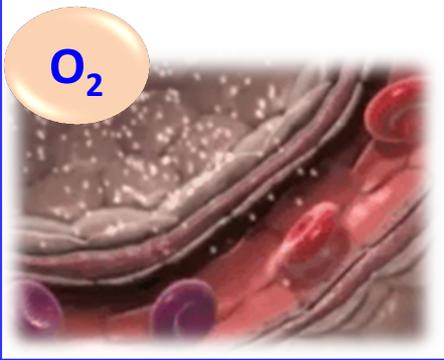
Population	Non -Anaemia*	Анемия		
		Mild ^a	Moderate	Severe
Children 6 - 59 months of age	110 or higher	100-109	70-99	lower than 70
Children 5 - 11 years of age	115 or higher	110-114	80-109	lower than 80
Children 12 - 14 years of age	120 or higher	110-119	80-109	lower than 80
Non-pregnant women (15 years of age and above)	120 or higher	110-119	80-109	lower than 80
Беременные женщины	110 or higher	100-109	70-99	lower than 70
Men (15 years of age and above)	130 or higher	110-129	80-109	lower than 80

WHO. *Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity*. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva, World Health Organization, 2011 (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1) (<http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>),

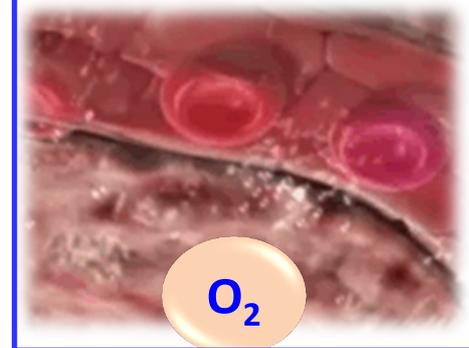
Переносчик кислорода



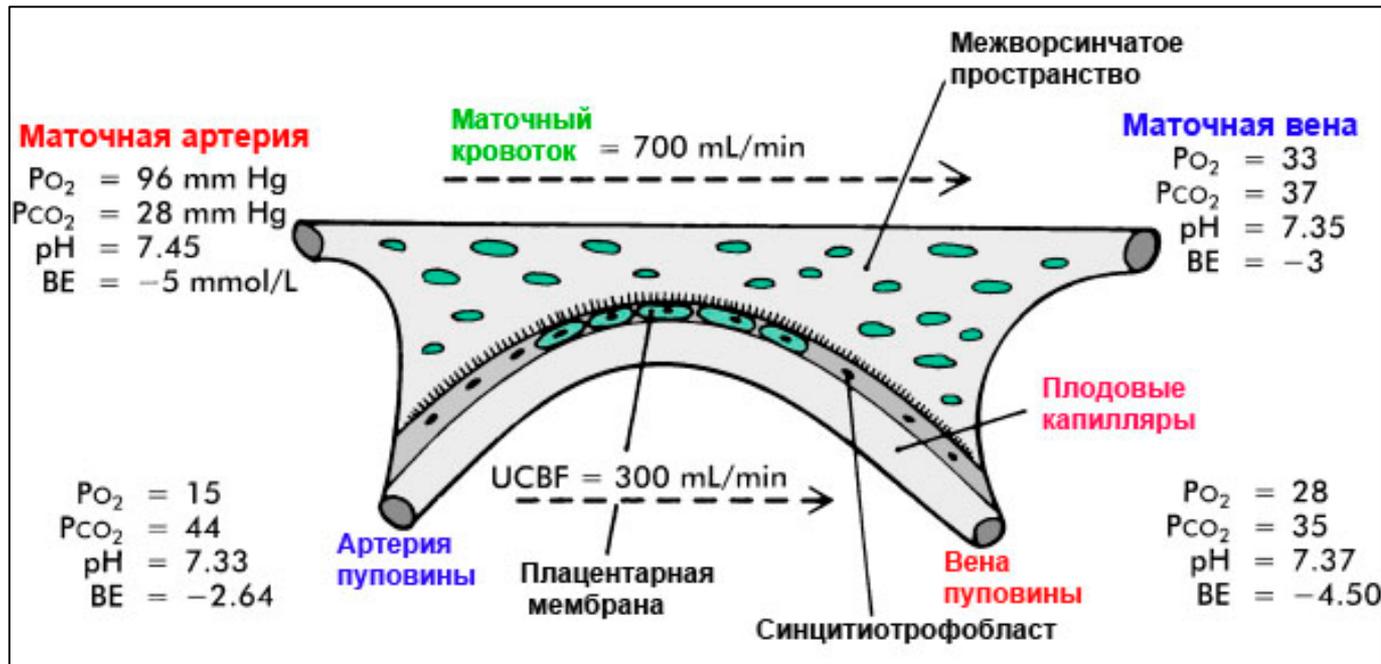
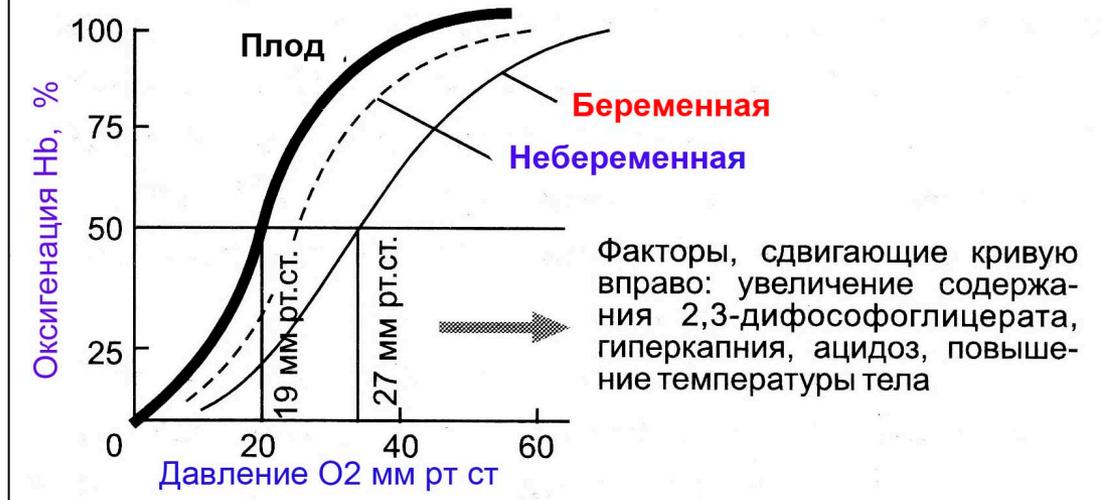
Кислород в легких



Кислород в ткани



Кривая диссоциации оксигемоглобина

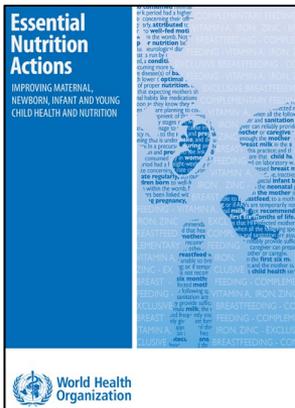


Потери железа

- Кровотечение: с 1 мл крови теряется 0,5 мг железа
- С менструациями теряется 10-30 мг железа в месяц
- Потери железа с беременностью и родами 500-1000 мг
- 0,5 мг железа в день теряется при лактации

Iron balance in pregnancy¹

Iron fate	Amount, mg
Fetal iron	270
Placental iron	90
Baseline maternal body iron loss	230
Expansion of maternal RBC mass	450
Total iron needs during pregnancy	1040
RBC-mass contraction after delivery (450 mg) minus the blood lost at delivery (150 mg)	-300
Net pregnancy iron loss to the mother	740



Дефицит железа затрагивает 2 миллиарда человек

469 миллионов женщин репродуктивного возраста имеют анемию и половина случаев - железодефицитная анемия



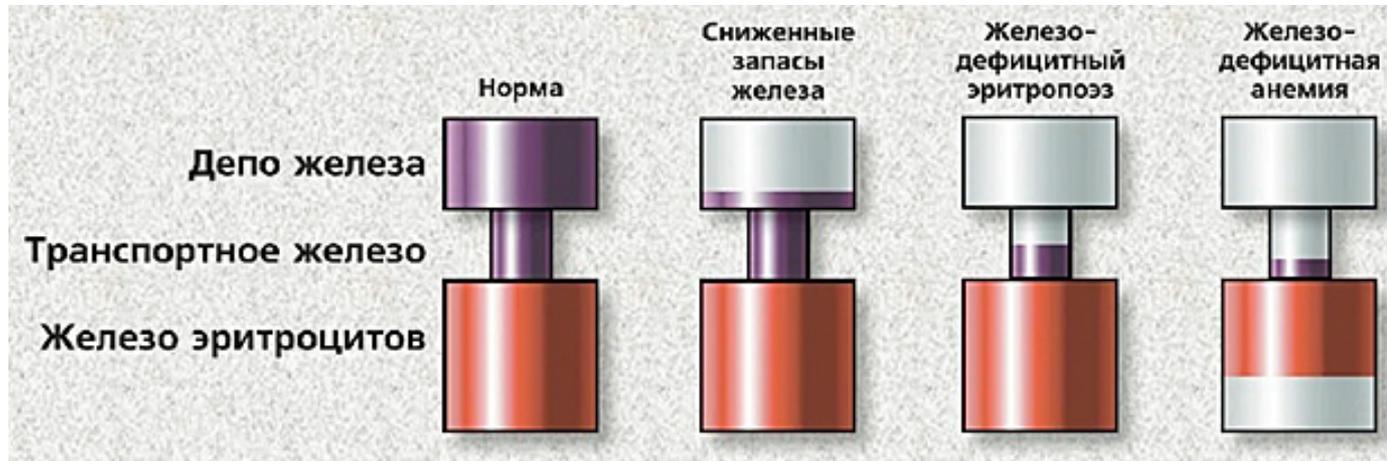
В целом, почти 50% беременных женщин (56 миллионов) имеют **железодефицитную анемию**



Высокий риск материнской и перинатальной заболеваемости и смертности

Essential Nutrition Actions: Improving Maternal, Newborn, Infant and Young Child Health and Nutrition. Geneva: World Health Organization; 2013.

Диагностика железодефицитных состояний



Женщины без признаков анемии из-за опасности дефицита железа должны он должен быть выявлен дефицит железа и начат профилактический прием препаратов железа опытным путем или на основании уровня **ферритина** сыворотки (уровень 1D).

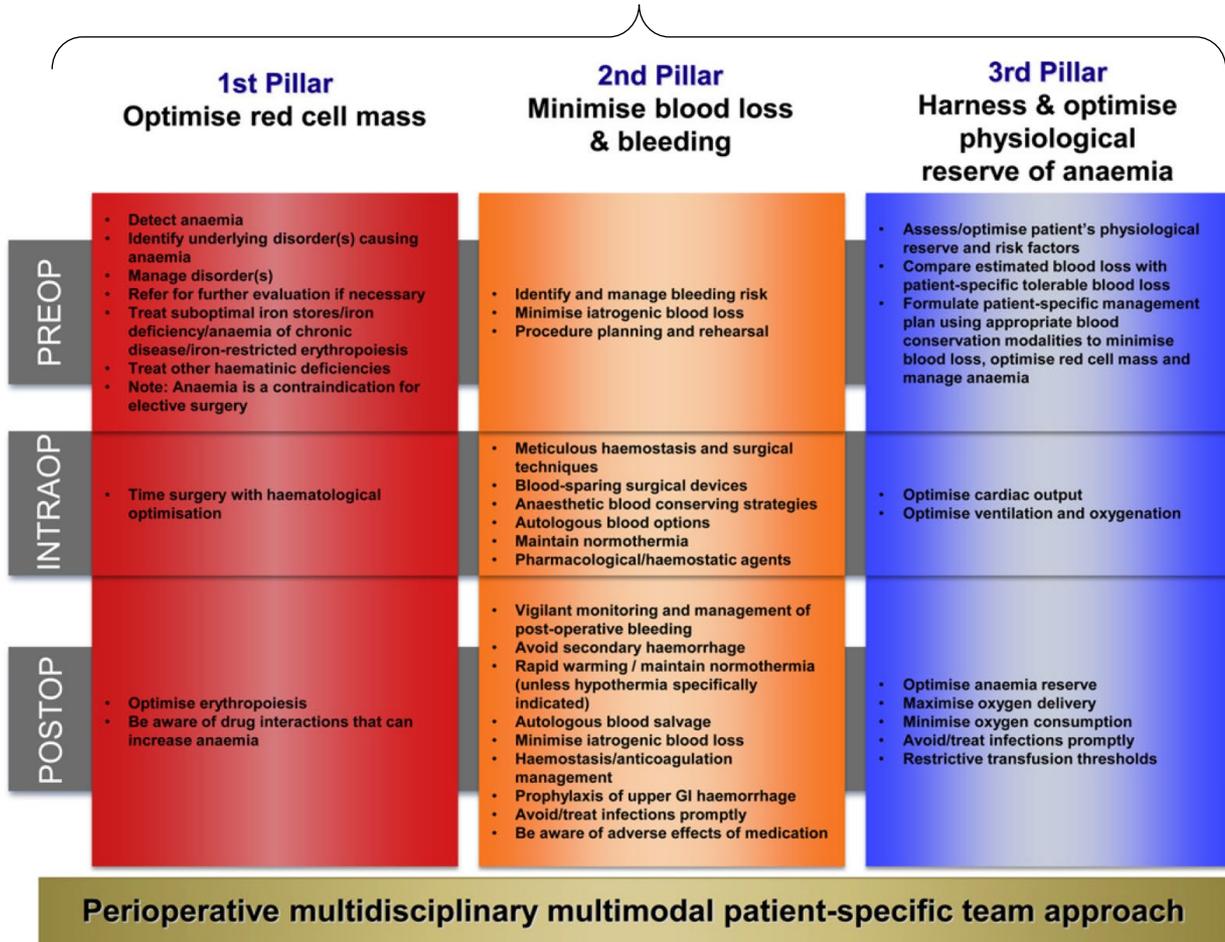
Уровень **ферритина сыворотки** <30 мкг/л во время беременности показателен из дефицита железа

Drivers for change: Western Australia Patient Blood Management Program (WA PBMP), World Health Assembly (WHA) and Advisory Committee on Blood Safety and Availability (ACBSA)

Shannon L. Farmer, Research Fellow, Consultant, Adjunct Research Fellow, Adjunct Senior Research Fellow^{a,b,c,*}, Simon C. Towler, FCICM, FANZCA, FAMA, Staff Specialist Intensive Care, Medical Advisor, Adjunct Professor^{a,c,d,e,h}, Michael F. Leahy, MB ChB, FRACP, FRCP, FRCPath, Clinical Professor, Consultant Haematologist, Director, Clinical Professor in Medicine^{a,b,d,f}, Axel Hofmann, ME MD, Medical Economist, Consultant, Adjunct Associate Professor, Visiting Professor^{a,b,c,j}

Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology 27 (2013) 43–58

На всех этапах периоперационного периода: выявление и коррекция анемии и железодефицитных состояний



Perioperative multidisciplinary multimodal patient-specific team approach

Практическое руководство по периоперационному менеджменту крови

*An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists
Task Force on Perioperative Blood Management**

Survey Findings: Both the consultants and ASA members agree that erythropoietin with or without iron may be administered when possible to reduce the need for allogeneic blood in select patient populations (*e.g.*, renal insufficiency, anemia of chronic disease, refusal of transfusion); and both the consultants and ASA members strongly agree regarding the administration of iron to patients with iron deficiency anemia if time permits.

**Консультанты рекомендуют использовать препараты
железа у пациентов с железодефицитной анемией
если позволяет время**

Менеджмент крови пациента
Recommendations From the
2018 Frankfurt Consensus Conference

JAMA March 12, 2019 Volume 321, Number 10

Markus M. Mueller, MD; Hans Van Remoortel, PhD; Patrick Meybohm, MD, PhD; Kari Aranko, MD, PhD;
Cécile Aubron, MD, PhD; Reinhard Burger, PhD; Jeffrey L. Carson, MD, PhD; Klaus Cichutek, PhD;
Emmy De Buck, PhD; Dana Devine, PhD; Dean Fergusson, PhD; Gilles Folléa, MD, PhD; Craig French, MB, BS;
Kathrine P. Frey, MD; Richard Gammon, MD; Jerrold H. Levy, MD; Michael F. Murphy, MD, MBBS; Yves Ozier, MD;
Katerina Pavenski, MD; Cynthia So-Osman, MD, PhD; Pierre Tiberghien, MD, PhD; Jimmy Volmink, DPhil;
Jonathan H. Waters, MD; Erica M. Wood, MB, BS; Erhard Seifried, MD, PhD; for the ICC PBM Frankfurt 2018 Group

Рекомендация 2. Группа экспертов рекомендовала использовать препараты железа у взрослых пациентов с железодефицитной анемией перед плановой операцией для уменьшения трансфузии эритроцитов (условная рекомендация, умеренная уверенность в доказательствах эффектов).

R2 — Группа экспертов предлагает изучить эффекты добавления железа у пациентов без анемии, но с дефицитом железа перед обширными оперативными вмешательствами



Ежедневная добавка перорального железа взрослым женщинам и девочкам-подросткам

Suggested scheme for daily iron supplementation in adult women and adolescent girls

TARGET GROUP	Menstruating adult women and adolescent girls (non-pregnant females in the reproductive age of group)
SUPPLEMENT COMPOSITION	30–60 mg elemental iron ^a
SUPPLEMENT FORM	Tablets
FREQUENCY	Daily
DURATION	Three consecutive months in a year
SETTINGS	Where the prevalence of anaemia in menstruating adult women and adolescent girls is 40% or higher ^b

^a 30–60 mg of elemental iron equals 150–300 mg of ferrous sulfate heptahydrate, 90–180 mg of ferrous fumarate or 250–500 mg of ferrous gluconate.

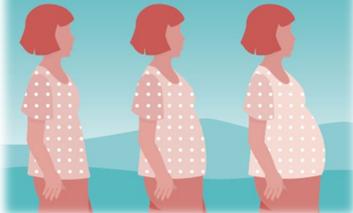
^b In the absence of prevalence data in this group, consider proxies for high risk of anaemia. For the most recent estimates, visit the WHO - hosted Vitamin and Mineral Nutrition Information System ([VMNIS](#)) (8).

Guideline: Daily Iron Supplementation in Adult Women and Adolescent Girls.

Geneva: World Health Organization; 2016.

Железо и фолиевая кислота

WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience



A.2.1: Daily iron and folic acid supplements

RECOMMENDATION A.2.1: Daily oral iron and folic acid supplementation with 30 mg to 60 mg of elemental iron^a and 400 µg (0.4 mg) folic acid^b is recommended for pregnant women to prevent maternal anaemia, puerperal sepsis, low birth weight, and preterm birth.^c (Recommended)

A.2.2: Intermittent iron and folic acid supplements

RECOMMENDATION A.2.2: Intermittent oral iron and folic acid supplementation with 120 mg of elemental iron^a and 2800 µg (2.8 mg) of folic acid once weekly is recommended for pregnant women to improve maternal and neonatal outcomes if daily iron is not acceptable due to side-effects, and in populations with an anaemia prevalence among pregnant women of less than 20%. (Context-specific recommendation)

Reproductive, Maternal,
Newborn, and Child Health



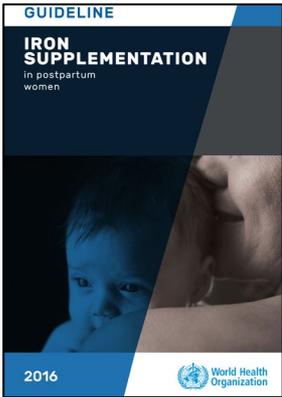
EDITORS
Robert E. Black
Ramanan Laxminarayan
Mehmet Tenenbaum
Neil Walker

WITH A FOREWORD BY
Flavia Bustreo



Постоянный и интермиттирующий прием препаратов перорального железа и фолиевой кислоты во время беременности





RECOMMENDATION

- Oral iron supplementation, either alone or in combination with folic acid, may be provided to postpartum women for 6–12 weeks following delivery for reducing the risk of anaemia in settings where gestational anaemia is of public health concern¹ (*conditional recommendation, low quality of evidence*).²

ВОЗ рекомендует прием препаратов железа и фолиевой кислоты в послеродовом периоде в течение 8-12 недель

Guideline: Iron Supplementation in Postpartum Women.
Geneva: World Health Organization; 2016.



Переливание крови в акушерстве



Patient blood management in obstetrics: management of anaemia and haematinic deficiencies in pregnancy and in the post-partum period: NATA consensus statement

M. Muñoz,¹ J. P. Peña-Rosas,² S. Robinson,³ N. Milman,⁴ W. Holzgreve,⁵ C. Breymann,⁶ F. Goffinet,⁷ J. Nizard,⁸ E. Christory,⁹ C.-M. Samama¹⁰ & J.-F. Hardy¹¹

Первая линия: пероральный прием препаратов железа:
элементное железо на 80 - 100 мг ежедневно

Парэнтерально:

- При умеренной и тяжелой анемии (Hb 70-99 г/л и Hb менее 70 г/л)
- При отсутствии эффекта от приема пероральных препаратов железа (в течение 2-4 недель)
- При непереносимости или невозможности приема пероральных препаратов железа в сроке беременности более 14 недель
- Необходимость достижения быстрого эффекта (беременность более 34 недель)

Препараты железа для внутривенного введения

Table 1 Overview of characteristics of i.v. iron products

Active ingredient	Sodium ferric gluconate	Iron sucrose	Ferric carboxymaltose	Ferumoxytol	Iron isomaltoside 1000	LMW iron dextran
Brand name	Ferlecit®	Venofer®	Ferinject® Injectafer®	Feraheme® Rienso® ^a	Monofer®	Cosmofer® INFeD®
Carbohydrate	Gluconate	Sucrose	Carboxymaltose	Polyglucose sorbitol carboxymethyl ether	Isomaltoside 1000 ^b	Dextran
Weight average molecular weight (kDa) ²⁰	37 500	43 300	150 000	185 000	69 000	103 000
Stability	Low	Medium	High	High	High	High
Labile iron content (%) ²⁴	3.2	3.5	0.5	N/A	1	2
<i>In vitro</i> reactivity with anti-dextran antibodies ⁵⁴	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Plasma terminal half-life (h) ²⁰ [iron dose (mg)]	1.42 (125)	5.3 (100)	7.4/9.4 (100/1000)	14.7 (316)	20.8/22.5 (100/200)	27–30 (500–2000)
Max single iron dose (mg) [min admin time (min)] ^c	125 (10–60)	200 (10–30)	1000 (15)	510 (15)	20 mg/kg BW (15–30)	20 mg/kg BW (4–6 h)

BW, body weight; i.v., intravenous; LMW, low molecular weight; N/A, not applicable.

^aThe marketing authorization of Rienso® was withdrawn by the European Commission at the request of the manufacturer on 13 April 2015.¹⁶

^bIn the German SPC (Medice Pharma GmbH & Co. KG, Iserlohn, Germany 2011): iron citrate isomaltoligosaccharide alcohol-hydrate complex.

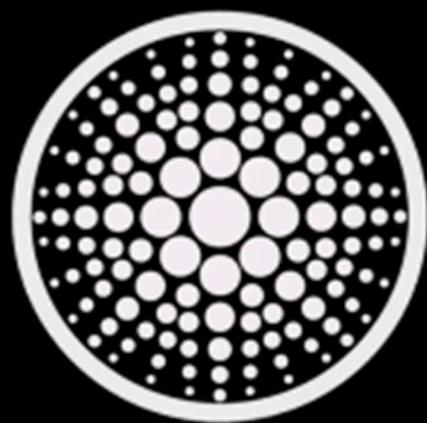
^cMost common maximal dose and corresponding minimal administration time. The exact posology may vary between markets; see local prescribing information.

Железа карбоксимальтозат (Ferinject®)

Единственный в мире препарат внутривенного железа, который можно вводить в дозировке **до 1000 мг** железа за одну короткую 15 минутную инфузию

Депозит-форма – может вводиться всего **1 раз в неделю**

Структура сходна с естественными соединениями железа в организме: быстрая доступность для синтеза эритроцитов



ferinject®

ferric carboxymaltose

Ferinject® is a breakthrough
I.V. iron treatment developed by Vifor Pharma

Patient blood management in obstetrics: management of anaemia and haematinic deficiencies in pregnancy and in the post-partum period: NATA consensus statement

M. Muñoz,¹ J. P. Peña-Rosas,² S. Robinson,³ N. Milman,⁴ W. Holzgreve,⁵ C. Breyman,⁶ F. Goffinet,⁷ J. Nizard,⁸ F. Christory,⁹ C.-M. Samama¹⁰ & J.-F. Hardy¹¹

Рекомендуется предпринять все усилия, чтобы устранить анемию до родоразрешения (1 A).

Рекомендуется трансфузия эритроцитов у пациенток **без кровотечения с Hb <60 г/л с учетом клинических признаков анемии и факторов риска (риск кровотечения, сердечной недостаточности и т.д.) и решение принимать коллегиально (1 A).**

Без кровотечения рекомендуется трансфузия единственной дозы эритроцитов с клинической переоценкой и/или измерением Hb для определения потребности в дальнейшей трансфузии (1C).

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ
от 22 июня 2019 г. N 797

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ
ЗАГОТОВКИ, ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И КЛИНИЧЕСКОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОНОРСКОЙ КРОВИ И ЕЕ КОМПОНЕНТОВ
И О ПРИЗНАНИИ УТРАТИВШИМИ СИЛУ НЕКОТОРЫХ АКТОВ
ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Кровь консервированная
2. Кровь консервированная, лейкоредуцированная
3. Эритроцитная масса
4. Эритроцитная масса с удаленным лейкотромбоцитным слоем
5. Эритроцитная взвесь
6. Эритроцитная взвесь с удаленным лейкотромбоцитным слоем
7. Эритроцитная масса лейкоредуцированная
8. Отмытые эритроциты
9. Эритроцитная взвесь размороженная, отмытая
10. Эритроцитная взвесь лейкоредуцированная
11. Эритроцитная масса или эритроцитная взвесь, полученные методом афереза

Критерии критической (массивной) кровопотери

- **Кровопотеря более 1,5 л**
- **Кровотечение более 150 мл в минуту с потерей более чем половины ОЦК**
- **Систолическое АД менее 90 мм рт ст и/или применение вазопрессоров при предполагаемом геморрагическом шоке**
- **Замена 50% ОЦК в течение трех часов**
- **Замена одного ОЦК в течение 24 ч**
- **Необходимость переливания более 4 единиц эритроцитов в течение 1 часа и прогнозирование продолжения трансфузии**
- **Прогнозируемое переливание более 10 единиц эритроцитов в течение 24 ч**

Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации (Минздрав России) от 2 апреля 2013 г. N 183н г. Москва

"Об утверждении правил клинического использования донорской крови и (или) ее компонентов"



Гемоглобин более 70 г/л
(70-90 г/л)



Принцип «Контроль за реанимацией» (Damage control resuscitation) при массивной кровопотере

- **Ранняя хирургическая остановка кровотечения**
- **Согревание пациентки**
- **Допустимая гипотония**
- **Ограничение кристаллоидов и коллоидов**
- **Ранняя коррекция коагулопатии и применение компонентов крови**



Кровесберегающие технологии

Принцип контроля за реанимацией (Damage control resuscitation) при массивной кровопотере

- **Ранняя хирургическая остановка кровотечения**
- **Согревание пациентки**
- **Допустимая гипотония**
- **Ограничение кристаллоидов и коллоидов**
- **Ранняя коррекция коагулопатии и применение компонентов крови**



Оперировать в любых условиях и максимально быстро!

Остановить кровотечение любой ценой!

**Вывод для
акушеров!**



**Сомнение в эффективном
хирургическом гемостазе – показание
к операции!**



Принцип контроля за реанимацией (Damage control resuscitation) при массивной кровопотере

- Ранняя хирургическая остановка кровотечения
- **Согревание пациентки**
- Допустимая гипотония
- Ограничение кристаллоидов и коллоидов
- Ранняя коррекция коагулопатии и применение компонентов крови

Снижение t^0 тела на 1^0 С:

- минус 10% активности факторов свертывания крови
- активация фибринолиза
- снижение активности тромбоцитов

**Наружное согревание
Теплые растворы**

Принцип контроля за реанимацией (Damage control resuscitation) при массивной кровопотере

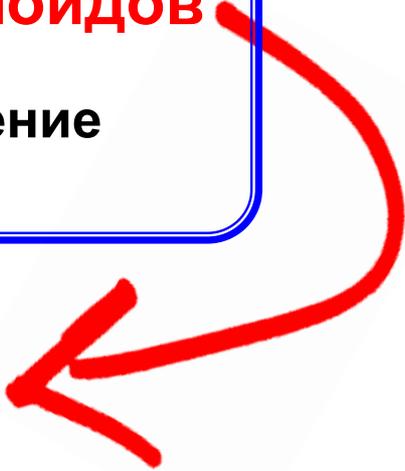
- Ранняя хирургическая остановка кровотечения
- Согревание пациентки
- **Допустимая гипотония**
- Ограничение кристаллоидов и коллоидов
- Ранняя коррекция коагулопатии и применение компонентов крови

До остановки кровотечения не поднимать систолическое АД выше 90-100 мм рт.ст.

Принцип контроля за реанимацией (Damage control resuscitation) при массивной кровопотере

- Ранняя хирургическая остановка кровотечения
- Согревание пациентки
- Допустимая гипотония
- **Ограничение кристаллоидов и коллоидов**
- Ранняя коррекция коагулопатии и применение компонентов крови

**Риск дилуционной коагулопатии
(разведения)**



Принцип контроля за реанимацией (Damage control resuscitation) при массивной кровопотере

- Ранняя хирургическая остановка кровотечения
- Согревание пациентки
- Допустимая гипотония
- Ограничение кристаллоидов и коллоидов
- **Ранняя коррекция коагулопатии и применение компонентов крови**



**Протокол массивной трансфузии
(protocol massive transfusion)**

Протокол контролируемой массивной трансфузии

Персонализированный
подход



Аппаратная реинфузия крови

В ОПЦ г. Екатеринбурга: 218 процедур – возврат 46,24 л



Sullivan IJ, Ralph CJ. Obstetric intra-operative cell salvage: a review of an established cell salvage service with 1170 re-infused cases. *Anaesthesia*. 2019 Aug;74(8):976-983.

Khan KS, Moore P, Wilson M, et al. A randomized controlled trial and economic evaluation of intraoperative cell salvage during caesarean section in women at risk of haemorrhage: the SALVO (cell SALVage in Obstetrics) trial. *Health Technol Assess*. 2018 Jan;22(2):1-88. Lier H, von Heymann C, Korte W, Schlembach D. Peripartum Haemorrhage: Haemostatic Aspects of the New German PPH Guideline. *Transfus Med Hemother*. 2018 Apr;45(2):127-135.

Goucher H, Wong CA, Patel SK, Toledo P. Cell Salvage in Obstetrics. *Anesth Analg*. 2015 Aug;121(2):465-8

Dhariwal SK, Khan KS, Allard S, Wilson M, Moore P; SALVO study group. Does current evidence support the use of intraoperative cell salvage in reducing the need for blood transfusion in caesarean section? *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2014Dec;26(6):425-30.

Patient blood management in obstetrics: management of anaemia and haematinic deficiencies in pregnancy and in the post-partum period: NATA consensus statement

M. Muñoz,¹ J. P. Peña-Rosas,² S. Robinson,³ N. Milman,⁴ W. Holzgreve,⁵ C. Breymann,⁶ F. Goffinet,⁷ J. Nizard,⁸ F. Christory,⁹ C.-M. Samama¹⁰ & J.-F. Hardy¹¹

Рекомендуется применение внутривенного железа для устранения дефицита железа у женщин с умеренным или массивным послеродовым кровотечением (Hb <90 г/л) (1B).

Железа карбоксимальтозат (Ferinject®) – стабильная многолетняя практика в ОПЦ



Искусственные переносчики кислорода

Table 1. Summary of acellular Hb-based oxygen carriers.

TYPE OF HBOC	PRODUCT	BIOGENESIS	ACTION	PROPERTIES
Cross-linked HBOC	Diaspirin cross-linked Hb (DCLHb) or HemAssist	Human hemoglobin	Carrier of oxygen	In phase III clinical trial, it seems to increase mortality rates (6), lacking the ability to outregulate the oxidative state of iron in their heme group (4)
Polymerized HBOC	Hemopure	Glutaraldehyde bovine Hb	Carrier of oxygen	Lacking the ability to outregulate the oxidative state of iron in their heme group (4), contains higher amount of free $\alpha 2\beta 2$, increases the risk of cardiovascular problems, risk of transmission of diseases due to the use of bovine hemoglobin (6)
	PolyHeme	Glutaraldehyde, pyridoxal human Hb	Carrier of oxygen	Increasing the risk of cardiovascular problems (6), trauma victims (6)
	Oxyglobin	Bovine hemoglobin	Carrier of oxygen	Lacking the ability to outregulate the oxidative state of iron in their heme group (4), risk of transmission of diseases due to the use of bovine hemoglobin (6)
	PolyHb-SOD-CAT-CA	Bovine hemoglobin	Carrier of oxygen, removal of oxygen radical, transportation of CO ₂	Risk of transmission of diseases due to the use of bovine hemoglobin (6)
	PolyHb-Fibrinogen		Carrier of oxygen and coagulation	Lacking the ability to outregulate the oxidative state of iron in their heme group (4)
Conjugated HBOC	Hemospan	Maleimide PEG-human Hb	Carrier of oxygen	Lacking the ability to outregulate the oxidative state of iron in their heme group (4)
	MP4	Maleimide PEG-hemoglobin	Carrier of oxygen	

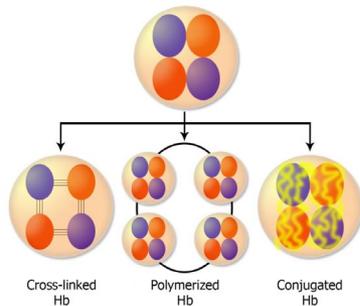


Table 2. Summary of cellular Hb-based oxygen carriers.

PRODUCT	BIOGENESIS	ACTION	PROPERTIES
Neo red cell	Hemoglobin	Carrier of oxygen	High oxygen transport efficiency, has a strong capsule membrane, readily circulates due to its low viscosity (48)
Hemoglobin vesicle (HbV)	Carbonyl human hemoglobin	Carrier of oxygen	Transient decrease in phagocytic activity one day after infusion (49), cause splenomegaly (49), higher encapsulation efficiency (50). The advantages of HbV over the conventional Hb vesicles are also the surface modification of HbV with poly(ethylene glycol) that allows better hemodynamics, reduced complement activation and longer circulation time and a moderate rate of entrapment and metabolism (49)
Liposome encapsulated actin-hemoglobin (LEAcHb)	Bovin hemoglobin	Carrier of oxygen	High circulation half-life, disk like shape (35)
Hemoglobin-loaded polymeric nanocapsule (PNP)	Hemoglobin	Carrier of oxygen	Rapid clearance by phagocytosis in blood stream, high encapsulation efficiency, biocompatible in a large concentration range (51)
Cationized HbPNP	Bovin hemoglobin	Carrier of oxygen	High half-life in circulation in comparison to PNP due to low uptake by macrophages, no significant aggregation and sedimentation even after 5 days, biocompatibility and biofunctionality, high encapsulation efficiency, controlled particle size, biocompatible in a large concentration range, lack of cytotoxicity (51)
Fe(II) porphyrin loaded dendrimer	Porphyrin	Carrier of oxygen, efficient oxidation catalyst	The shape and size of this product is similar to RBCs, production of this product is time consuming and costly (53)
Nanocapsule bearing a membrane made of ultrathin PEG-PLA, containing polymerized Hb and all RBC enzymes	Hemoglobin	Carrier of oxygen, all other action of RBC	Containing all RBC enzymes specially reductase (56), high half-life due to reduced phagocytosis (57)
Nanoscale hydrogel particles (NHP)	Bovine hemoglobin	Carrier of oxygen	Releases hemoglobin to blood stream, good oxygen uptake and release characteristics (58)
Lipogel	Bovine hemoglobin	Carrier of oxygen	High hemoglobin loading capacity, low recognition by immune cells, good oxygen uptake and release (58)
Polymerosome-encapsulated hemoglobin (PEH)	Human and bovine hemoglobin	Carrier of oxygen, drug delivery in cancer (polymerosome encapsulated drug)	High Hb loading capacity even higher than lipogel and NHP (59), can be prepared in large quantities, affinity to oxygen, comparable to human RBC, size distribution, Hb encapsulation efficiency, oxygen affinity (P50), cooperativity coefficient, and methemoglobin (metHb) level of these novel PEH dispersions were consistent with values required for efficient oxygen delivery in the systemic circulation (60)
Single protein nanocapsule (SNP)	Human hemoglobin	Carrier of oxygen, use of polymer for drug delivery	Mechanical, heat and PH resistant, polymer layer can essentially stabilize different type of proteins, the quaternary hemoglobin structure does not change during preparation of SNP (61)
Hemoglobin conjugated biodegradable polymer micelles	Bovin hemoglobin	Carrier of oxygen	

На данном этапе не одобрены для клинического применения

Moradi S, Jahanian-Najafabadi A, Roudkenar MH. Artificial Blood Substitutes: First Steps on the Long Route to Clinical Utility. Clin Med Insights Blood Disord. 2016 Oct 27;9:33-41.

Благодарю за внимание!

