

# **ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫХ С ИЗБЫТОЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ**

Кафедра радиационной медицины и экологии  
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Подготовили: Вашетко А. С., Мороз А. С.,  
студентки 2 курса лечебного факультета гр.1221

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. кафедры  
радиационной медицины и экологии Кейс Г. Д.

Минск, 2019

## Актуальность темы

Одним из важных факторов, определяющих здоровье и качество жизни населения, является питьевая вода. Актуальным для многих регионов Республики Беларусь является избыток железа. Превышение гигиенического норматива железа характерно для 70% артезианских скважин. В среднем по республике в 10% случаев концентрация железа в воде артезианских скважин достигает 5 и более ПДК. Избыток железа в питьевой воде может негативно отразиться на состоянии здоровья. В связи с этим так важна количественная оценка ежедневного и хронического многолетнего уровня перорального поступления железа, а также оценка неканцерогенного риска этого процесса.





## Цель работы:

проведение оценки неканцерогенного риска воздействия железа питьевой воды на здоровье жителей военного городка Пятевщина Минского района.



## Задачи:

- ▶ выполнить расчет среднегодовой концентрации железа питьевой воды;
- ▶ провести расчет и дать оценку риска развития неканцерогенных эффектов у населения, постоянно потребляющего питьевую воду в военном городке Пятевщина (коэффициент опасности, потенциальный риск неспецифических токсических эффектов);
- ▶ проанализировать научную литературу;
- ▶ подготовить заключение и рекомендации по результатам проведенного исследования.



**Объект исследования:** система водоснабжения военного городка д. Пятевщина Минского района Минской области.

**Период:** январь - декабрь 2018 года, отбор и анализ проб проводился ежеквартально.

**Отбор и полный лабораторный анализ** проб воды выполнялись аккредитованной лабораторией государственного учреждения «23 санитарно-эпидемиологический центр Вооруженных Сил Республики Беларусь»

**Оценка неканцерогенного риска** здоровью в связи с пероральным поступлением железа с питьевой водой проводилась согласно:

- 1) руководящему документу Министерства здравоохранения Республики Беларусь Инструкция 2.1.4.10 – 11-2-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду»
- 2) СанПиН'у 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

# КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОРГАНИЗМ

$$LADD = (C \times IR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times 365)$$

где:

**LADD** - среднесуточная доза в течение жизни (величина поступления), мг/кг x сут.;

**C** - концентрация вещества в воде, мг/л;

**IR** - скорость поступления воздействующей среды (среднесуточный объем водопотребления, л/сут.);

**ED** - продолжительность воздействия, лет;

**EF** - частота воздействия, дней/год;

**BW** - масса тела человека, кг;

**AT** - период осреднения экспозиции, лет;

**365** - число дней в году.

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА

## Расчет коэффициента опасности

$$HQ = LADD / RfD$$

где:

**HQ** – коэффициент опасности;

**LADD** – среднесуточная доза в течение жизни, мг/кг x сут;

**RfD** – референтная доза, мг/кг;

## Расчета потенциального риска хронического действия

$$Risk = 1 - \exp ((\ln (0,84) / (\text{ПДК} \times K_3)) \times C)$$

где:

**Risk** – вероятность развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации в заданных условиях;

**C** – концентрация вещества, оказывающая воздействие за заданный период времени;

**ПДК** – предельно допустимая концентрация, мг/л;

**K<sub>3</sub>** – коэффициент запаса, обычно принимаемый равным 10.

Табл. 1 – Потенциальный риск развития неканцерогенных эффектов.

Предельно допустимая концентрация, мг/л	Референтная доза, мг/кг	Среднесуточное хроническое поступление, мг/кг в сутки
0,3	0,01	0,119±0,079



**HQ=11,912 ± 0,079;**  
**Risk=0,103**

# Критические системы



Рис. 2 – Иммунная система.

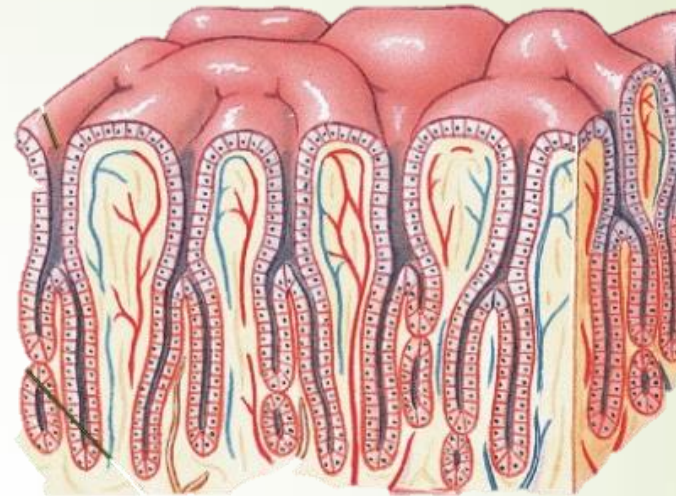


Рис. 3 – Слизистые оболочки.

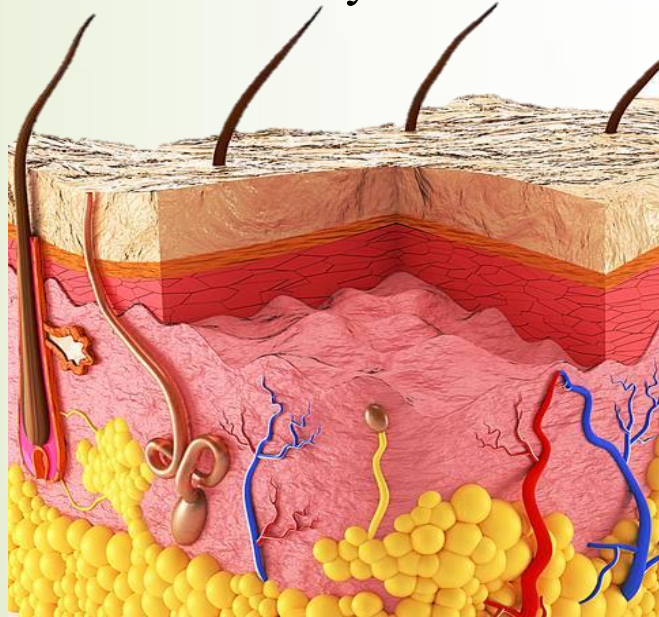


Рис. 4 – Кожа.

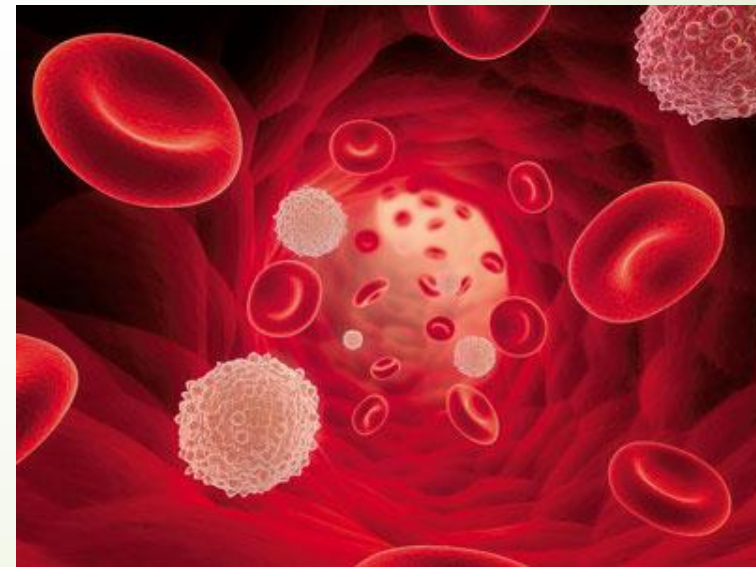


Рис. 5 – Система крови.



# Механизм токсичности железа

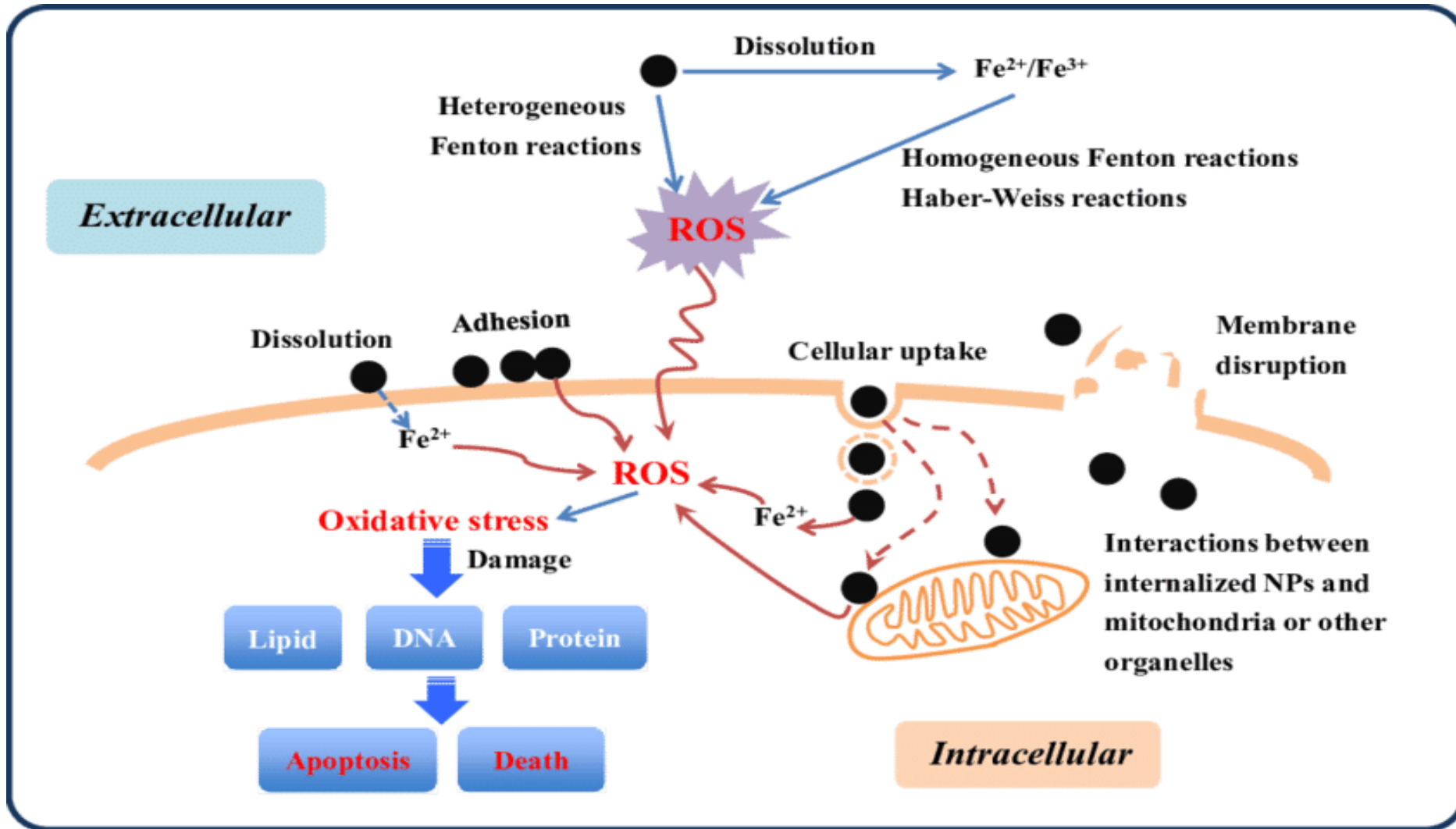
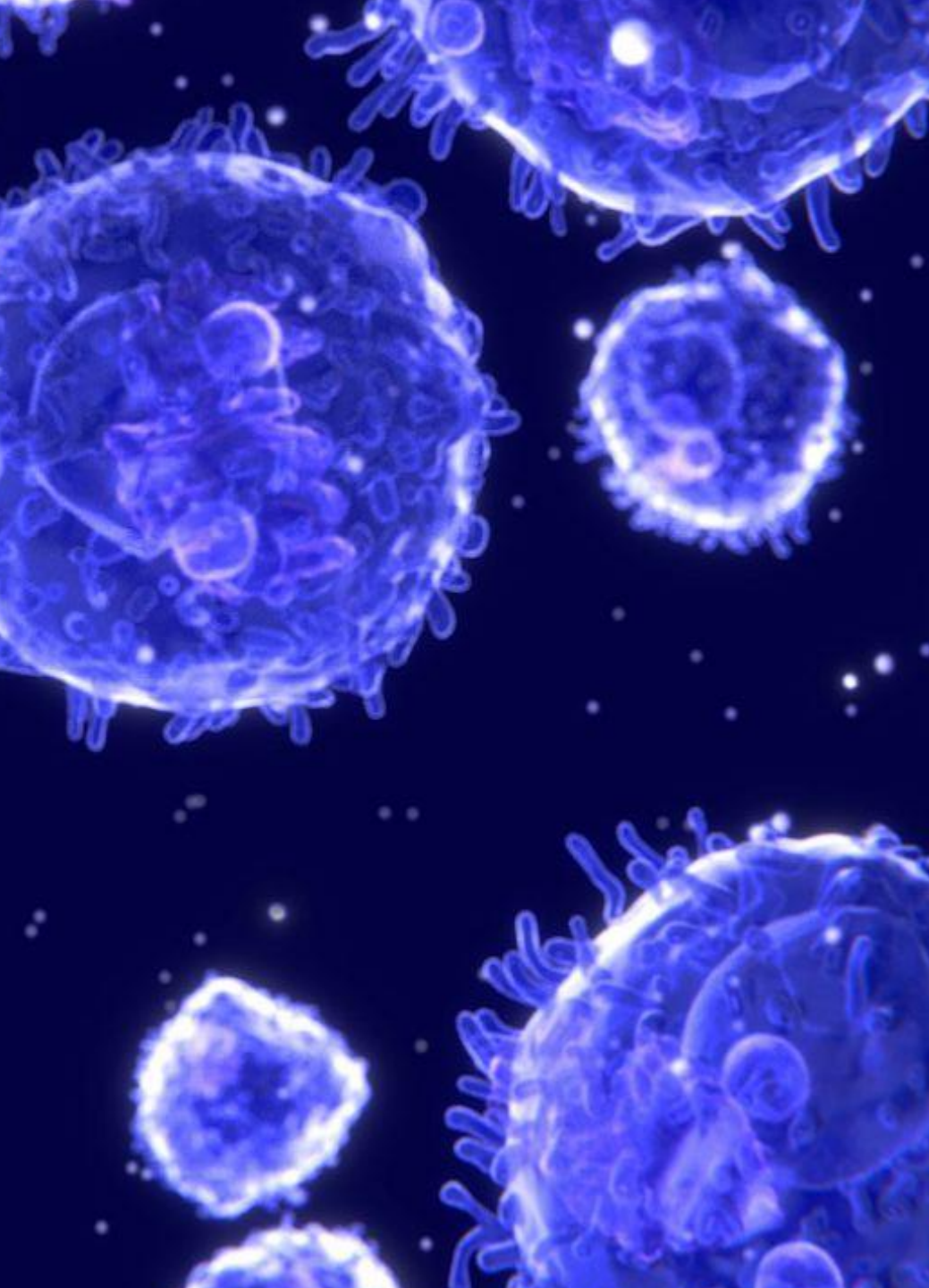


Рис.1 – Схема механизма токсичности железа.



# Влияние избытка железа на иммунную систему

Интоксикация железом приводит к:

- подавлению функции Т-киллеров,
- Увеличению числа циркулирующих Т-супрессоров,
- снижение фагоцитарной активности макрофагов, Т-хелперов, НК-клеток,
- персистенции вирусов и микробов.

В случае оптимального содержания железа оно оказывает позитивное действие на иммунные процессы.

# Влияние избытка железа на систему крови

Избыточная концентрация железа приводит к хронической перегрузке организма железом. Перегрузка железа может вызывать изменения во внутренних органах приводить по типу гемохроматоза – нарушение обмена железа с накоплением его в тканях и органах.

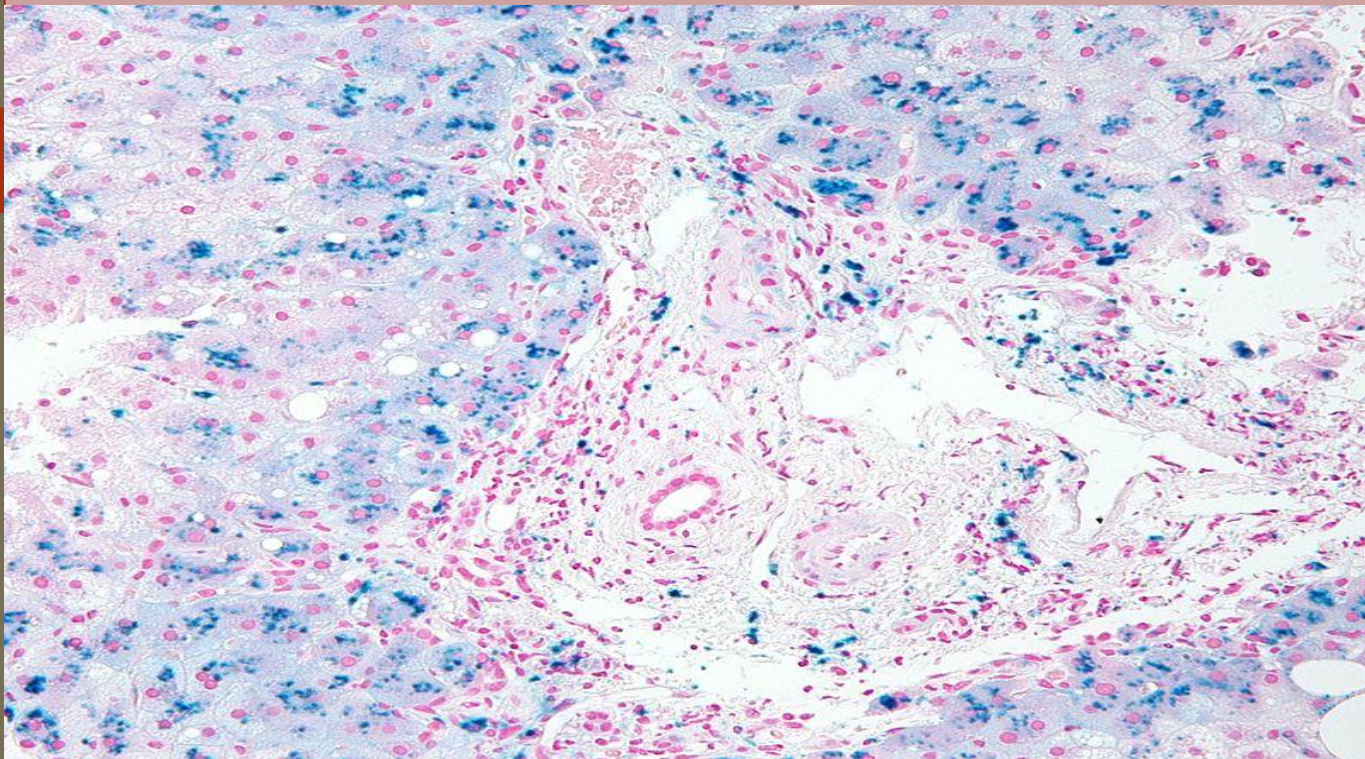


Рис.6 - Микрофотография гемосидероза. Биопсия печени (пруссский синий).

Наиболее частые симптомы гемохроматоза:

- гипотиреоз,
- тошнота,
- рвота,
- гипергликемия,
- пигментация кожи,
- потеря веса,
- общая слабость,
- повышенная утомляемость.

# Влияние избытка железа на кожу и слизистые оболочки

Вода с высокой концентрацией железа также может приводить к негативным влияниям на кожу и слизистые оболочки, вызывая повреждение здоровых эпителиальных клеток, атрофию эпидермиса и значительное истончение кожи, а также может приводить к возникновению акне и экземы. Помимо этого, характерно повышение содержания меланина в базальном слое.

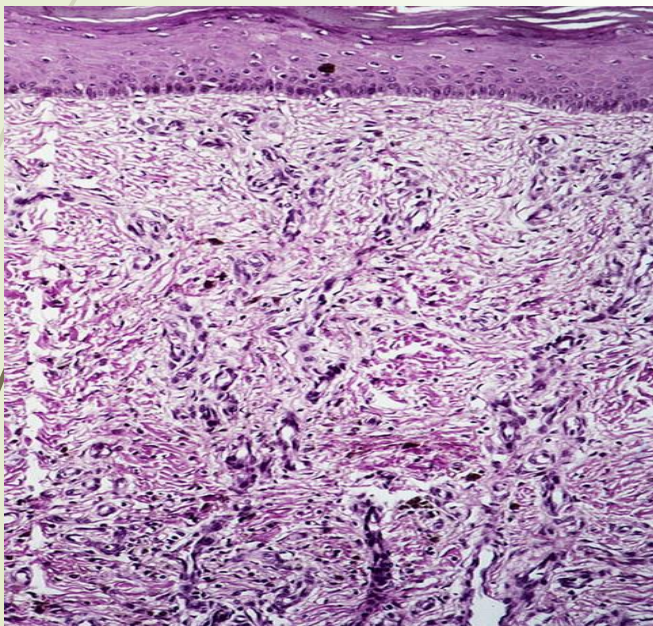


Рис. 7 – Микрофотография экземы (гематоксилин-эозин).

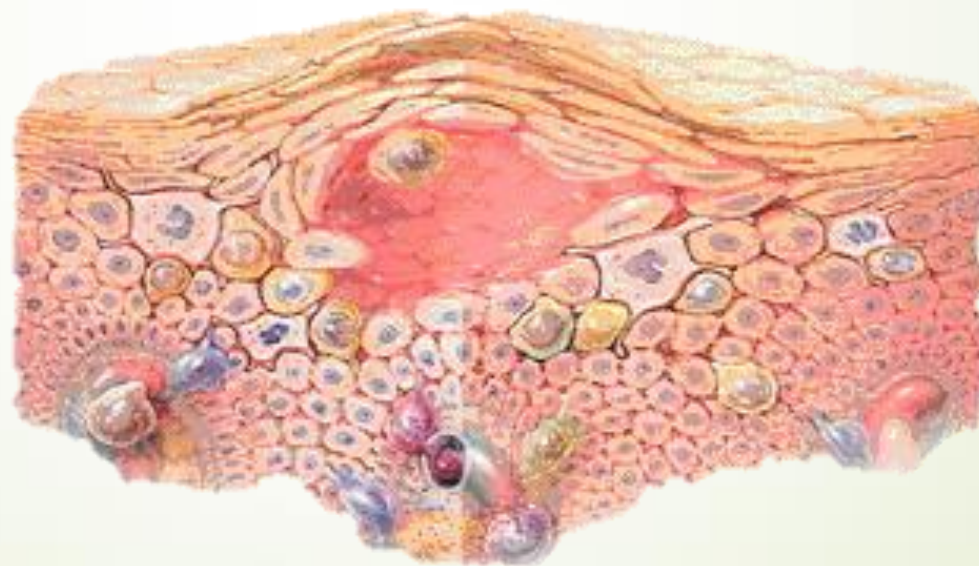


Рис. 8 – Экзема.



Рис. 9 – Пигментация кожи.

## Выводы

- 1) **Уровень содержания железа двухвалентного ( $\text{Fe}^{2+}$ )** в питьевой воде системы водоснабжения военного городка Пятевщина Минского района за период январь – декабрь 2018 года составлял  **$(1,613 \pm 0,079)$  мг/л**, что пятикратно превышало ПДК 0,3 мг/л.
- 2) **Коэффициент опасности НQ** для целевых систем (система крови, иммунная система, кожа и слизистые оболочки) для взрослых и детей до 6 лет составил  **$11,912 \pm 0,079$** , что указывает на высокий риск развития вредных эффектов по типу тех, которые наблюдаются при гемохроматозе.
- 3) **Потенциальный риск неспецифических токсических эффектов** при установленном уровне содержания железа, составивший **0.103**, вызывает опасение, согласно Инструкции Министерства здравоохранения Республики Беларусь 2.1.4.10 – 11-2-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду»
- 4) Проведенная оценка опасности для критических органов и систем и потенциального риска неспецифических токсических эффектов от установленного уровня содержания железа в питьевой воде требуют **принятия скорейших адекватных мер по водоподготовке и регулированию качества питьевой воды** в системе водоснабжения военного городка Пятевщина.

# Список использованной литературы

- 1. Позин С.Г., Амвросьева Т.В., Ключенович В.И. «О некоторых направлениях обеспечения безопасности воды для здоровья населения Республики Беларусь»//Гигиена и физиология военного труда. 2007. №3. С.18 -24.
- 2. Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л., Крохалёва С. И. Оценка перорального поступления железа с питьевой водой города Биробиджана для различных возрастных групп населения // Экология человека. 2018. № 1. С. 20–25.
- 3. Инструкция Министерства здравоохранения Республики Беларусь 2.1.4.10 – 11-2-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду»
- 4. СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
- 5. Забродский П.Ф. «Механизмы токсического действия металлов и их влияние на иммунную систему» //Токсикологический вестник. 1998, №5. С. 9-15.
- 6. Лубянова И.П. «Современные представления о метаболизме железа с позиции профпатолога»//Актуальные проблемы транспортной медицины. 2010. № 2. С. 47-57.
- 7. Гончарик И. И. «Наследственный гемохроматоз»// Медицинский журнал. 2006.№ 3. - С. 18-20
- 8. WHO. Guidelines for Drinking-Water Quality. Fourth edition. Geneva: WHO; 2011. Available at: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf)