

# Żelazo – metabolizm i diagnostyka

# Wiadomości ogólne

- Ustrój męczyzny ważącego 70kg zawiera ok. 3,5g żelaza, natomiast kobiety ważącej 60kg- ok. 2,1g
- Dobowa utrata żelaza wynosi:
  - mężczyźni 1mg
  - kobiety miesiączkujące 2mg
  - kobiety ciężarne 3mg

# Ogólnoustrojowa pula żelaza

- Żelazo związane z hemoglobina 70%,
- Zapasowe 18%: związane z ferrytyną lub hemosyderyną, zlokalizowane wewnątrzkomórkowo,
- Czynnościowe 12%: związane mioglobina i enzymami,
- Transportowe 0,1%: związane z transferyną.

# Gospodarka żelazem

- Utrzymanie homeostazy w zakresie gospodarki żelazowej jest możliwe dzięki dwóm mechanizmom:
  - Odzyskiwaniu przez makrofagi żelaza uwolnionego z hemoglobiny, mioglobiny i enzymów (żelaza czynnościowego). Uwolnione żelazo może wiązać się z ferrytną lub hemosyderyną, stając się żelazem zapasowym, albo bezpośrednio wiązać się z transferryną krwi.
  - Jelitowemu wchłanianiu żelaza. Regulacja gospodarki żelazowej jest możliwa w ograniczonym zakresie poprzez regulację wchłaniania tego pierwiastka w górnym odcinku jelita cienkiego (jest to główne miejsce wchłaniania żelaza)

# Gospodarka żelazem

- W warunkach wyrównanego bilansu żelazowego biodostępność tego pierwiastka z pokarmów wynosi mniej niż 10%. W razie niedoborów Fe może się ona zwiększyć do 25%.

# Wchłanianie żelaza

- Żelazo jest uwalniane ze związków organicznych w żołądku i w kwaśnym środowisku jest w znacznej części przeprowadzane z postaci  $\text{Fe}^{+++}$  do  $\text{Fe}^{++}$  ( żelazo trójwartościowe tworzy w alkalicznym środowisku nierozpuszczalne kompleksy niewchłanianalne w dalszej części przewodu pokarmowego) Tylko rozpuszczalna postać żelaza może przejść do komórek błony śluzowej jelita cienkiego. W enterocytach żelazo łączy się z ferrytyną.

# Żelazo zapasowe

- Jest to żelazo związane z ferrytyną i hemosyderyną, zlokalizowanymi wewnątrzkomórkowo, w układzie siateczkowo-śródbłonkowym i tkance śródmiąższowej, głównie wątroby (1/3) i szpiku kostnego (1/3) oraz śledziony i innych narządów (np: mięśni).

# ferrytyna

- Magazynuje żelazo w postaci biologicznie czynnej i ochrania komórki przed toksycznym działaniem żelaza zjonizowanego
- Można ją zidentyfikować:
  - radioimmunologiczne w surowicy krwi
  - za pomocą barwienia, np: w rozmazie szpiku (używając błękitu pruskiego)
  - w obrazie mikroskopowo-elektronowym (cząstki 6-7nm)

# ferrytyna

- Stężenie ferrytyny w surowicy krwi koreluje z ilością żelaza zapasowego ustroju. W razie niedoboru żelaza stężenie ferrytyny zmniejsza się, natomiast w niedokrwistościach nowotworowych, zapalnych i zakaźnych – zwiększa się.

(odwrotnie jest ze stężeniem transferryny)

- Patologicznie zmniejszone stężenie ferrytyny w surowicy krwi świadczy o niedoborze żelaza.
- Rozpoczynający się niedobór żelaza można rozpoznać na długo przed wyczerpaniem zmagazynowanego żelaza zapasowego (czyli jeszcze w okresie prawidłowego stężenia żelaza i transferryny w surowicy krwi) na podstawie zmniejszonego stężenia ferrytyny!

# Hemosyderyna

- Jest koloidalną formą utworzoną z miceli żelaza zagregowanego z białkiem, częściowo zdenaturowaną.
- Żelazo uwalnia się z niej powoli (pula nieaktywnego żelaza).
- Powstaje prawdopodobnie z rozpadu ferrytyny.

# Transport z jelit do osocza

- Fe jest transportowane przez błonę szczytową enterocyty
- Łączy się z białkiem wiążącym żelazo – apoferrytyną, tworząc ferrytynę
- Następuje odłączenie od ferrytyny i połączenie z białkiem transportującym-przenosi ono Fe do błony podstawno bocznej, następnie jest ono transportowane do płynu śródmiąższowego.
- Do osocza jest przenoszona w postaci związanej z b globuliną, zwana transferyną

# Transport żelaza we krwi

- Żelazo jest transportowane we krwi w postaci związanej z transferyną. W warunkach prawidłowych zdolność transferyny do wiązania żelaza jest wykorzystywana tylko w 1/3.
- Stężenie transferyny w surowicy krwi zwiększa się w razie niedoboru żelaza, natomiast zmniejsza się u chorych na niedokrwistość spowodowaną chorobami zapalnymi, zakaźnymi i nowotworami.

# Želazo

- Norma
- M: 60-160 mg/dl (10,6-28,3 mmol/ l)
- K: 37-145 mg/ dl (6,6-26 mmol/ l)

# Przyczyny wzrostu stężenia żelaza

- hemoliza
- niedokrwistości aplastyczne i megaloblastyczne
- hemochromatoza (gromadzenie żelaza)
- ostra białaczka
- zatrucie ołowiem
- niedobór witaminy B6
- talasemia
- nadmierna suplementacja żelaza
- po transfuzjach krwi
- Działanie leków takich jak: chloramfenikol, cisplatyna, estrogeny (w tym doustne leki antykoncepcyjne), etanol, dekstran (z żelazem) i metotreksat

# Przyczyny zmniejszonego stężenia żelaza

- niedobór żelaza
- ostre i przewlekłe infekcje
- choroba nowotworowa
- zespół nerczycowy
- niedoczynność tarczycy
- upośledzone wchłanianie
- po operacjach
- utrata krwi

# Ogólne objawy niedokrwistości

- bladość skóry i błon śluzowych
- osłabienie
- duszność wysiłkowa
- szmer skurczowy nad sercem
- osłabienie koncentracji
- bóle głowy

# Badania laboratoryjne

## 1. Przedutajony niedobór żelaza

- zmniejszenie stężenia ferrytyny w surowicy
- zmniejszenie zawartości żelaza w szpiku kostnym

## 2. Utajony niedobór żelaza

- zmniejszenie stężenia żelaza w surowicy
- zwiększenie stężenia ferrytyny w surowicy
- zmniejszona liczba syderoblastów w szpiku kostnym

# Badania laboratoryjne

## 3. Klinicznie jawny niedobór żelaza

- zmniejszone stężenie hemoglobiny
- spadek liczby erytrocytów
- obniżona wartość hematokrytu

# Obraz morfologiczny krwi

- Poikilocytoza- erytrocyty o nieprawidłowych kształtach
- Anizocytoza- erytrocyty o różnej wielkości
- Mikrocytoza- zmniejszenie średniej objętości krwinki czerwonej (MCV) poniżej 80 fl
- Niedobarwliwość- blade erytrocyty, zmniejszenie średniej zawartości hemoglobiny w erytrocycie (MCH) poniżej 28 pg

# Rozpoznanie

- Wywiad i obraz kliniczny
- Wyniki badań laboratoryjnych:
  - Spadek hemoglobiny
  - Spadek erytrocytów
  - Spadek poziomu żelaza
  - Spadek poziomu ferrytyny
  - Wzrost poziomu transferryny

# Najczęstsze przyczyny:

- Krwawienia w przewodzie pokarmowym
  - W drogach moczowo-płciowych
  - W innych miejscach np: krwawienia z dziąseł, nosa
- 
- Należy wykluczyć upośledzone wchłanianie żelaza, za pomocą testu wchłaniania żelaza (określenie stężenia przed i 2h godziny po podaniu 100mg Fe++) – prawidłowo obserwuje się dwukrotny wzrost tej wartości

# Leczenie

1. Przyczynowe

2. Objawowe:

- podanie doustne preparatów żelaza,
- pozajelitowo w zespole złego wchłaniania (w zapaleniach żołądka i jelit)

# Leczenie pozajelitowe

1. Podaje się tylko żelazo trójwartościowe
  2. Nie wolno mieszać w strzykawce żelaza z innymi lekami, a szczególnie z substancjami redukującymi np. Witamina C
- Maksymalne zapotrzebowanie oblicza się według wzoru:  
Niedobór Hb (g/dl) x masa ciała (kg) x 3  
= całkowite zapotrzebowanie (mg Fe)