

آهن

- Atomic # 26
- Atomic weight 55.85
- Melting point 1536
- Boling point 3000

Most common nutrient deficiency in the world.

Functions

Oxygen transport via hemoglobin –

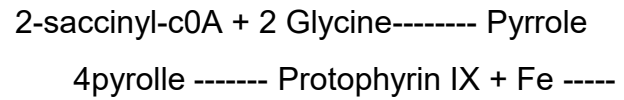
Thus, necessary for ATP •
production!

Essential component of many –
enzymes

Immune function –

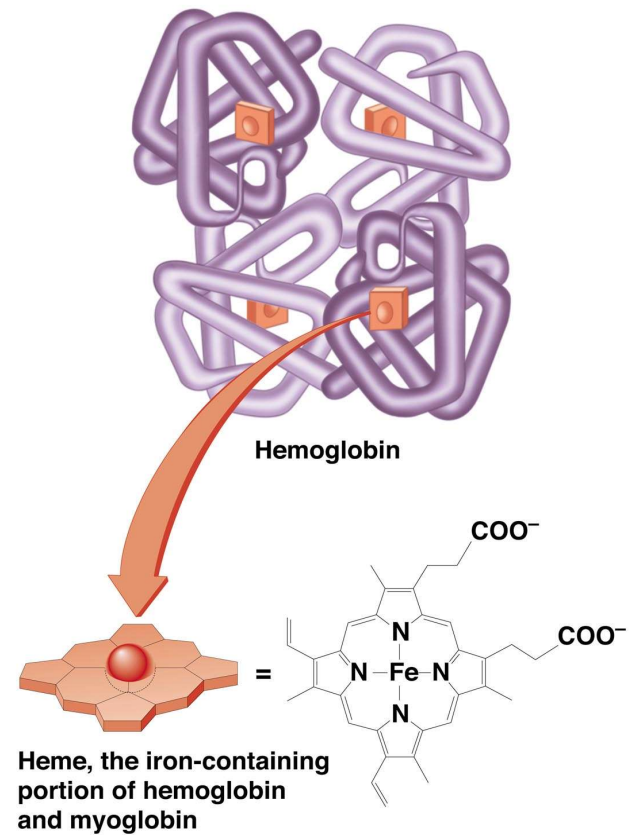
Brain function –

Iron deficiency/toxicity thought to •
slow mental development in kids.



Hem

-
-



- از فراوانترین عناصر تشکیل دهنده پوسته زمین

– دوم

- از اولین ها که انسان به ضرورت ان پی برد

- مصرف مواد غذایی آهن دار توسط مصري ها 1500 bc

– سپس هندیها ، یونانیها و رومیها

- یونانیها درمان کم خونی با مصرف آبی که در آن شمشیر زنگزده قرار داده بودند.

- Monare قرن 16 رابطه بین خون و آهن را شناخت

- قرن 17 استفاده نمکهای آهن برای کم خونی
- Zinoffsky (1886) نشان داد کریستالهای هیموگلوبین اسب دارای 335٪ آهن است
- Braasch (1891) توضیح کم خونی در بچه خوکها
- Chrichton and Macgrew (1923) استفاده از دوزهای بالای Ferice oxide برای درمان کم خونی در بچه خوکها

- آهن هیموگلوبین دارای اهمیت زیادی در حیوانات است
 - آهن بدن انسان
 - 57% در هیموگلوبین
 - 7% مایوگلوبین
 - در سگ 60-70% و 3%
 - در خوک ذخیره آهن خیلی کم است.
 - شیر دارای منبع خوبی از آهن نیست.
 - در انسان ذخیره آهن زیاد در جگر
- » ذخیره غیر همی

آهن خون

هیموگلوبین = در گلوبولهای قرمز

ترانسفرین = در پلاسما

فریتین ferritin = با مقدار کم در گلوبولهای قرمز، سرم،

کلبولهای سفید (leucocytes) مخصوصاً

در monocytes

Hemosiderin ذخیره دیگر آهن غیر همی در جگر طحال

و مغز استخوان

- آنالیز Ferritin در سرم خون نشانه خوبی برای اندازه آهن بدن است
- آهن شیر
- در حیوانات مختلف تفاوت دارد
- دوره شیردهی در در صد آهن شیر موثر است.
- – خیلی از اختلافات به خاطر توجه و دقت نکردن در موقع آنالیز آهن است. آلودگی توسط ضرورف آهن می‌تواند آهن می‌تواند آهن شیر را دو برابر نشان دهد.
- غلظت آهن در شیر انسان، گاو و بز خیلی به هم نزدیک است.
- آهن شیر در مقابل اضافه کردن آهن مواد غذایی تغییر زیادی نخواهد کرد.
- مقدار آهن در آغوز حدود 3 الی 5 برابر آهن شیر معمولی است.
- آهن شیر معمولاً همراه با چند نوع پروتئین است.
- Lactoferrin یا ferolactin (پروتئین سرخ) در شیر و مواد مایع دیگر بدن مانند بزاق و عرق وجود دارد.

متابولیسم آهن

- در پلاسمای خون با یک بتاگلوبین به نام apotransferrin باند شده و Transferrin را تشکیل می‌دهد.
- آهن باند شده با appotransferrin دارای باندهای خیلی سست بوده و می‌تواند در هر جای بدن آهن را آزاد کند.
- آهن در سیتوپلاسم سلول با پروتئینی به نام apoferritin باند شده و ferritin را می‌سازد.
- Apoferritin یک ملکول بزرگ با وزن ملکولی 46000 دالتون و میتواند با مقادیر مختلف آهن باند شود (Iron storage).
- مقداری از آهن در Storage pool به شکل یک ماده غیر محلول به نام Hemosidrin ذخیره می‌شود.
- این وقتی اتفاق می‌افتد که آهن موجود در سلولها بیش از ظرفیت Apoferritin باشد

Various aspects of Fe metabolism are reviewed by Bothwell and Finch (1962), Thomas (1970), Conrad *et al.* (1980), Underwood (1977), and Morris (1987). A schematic outline of Fe metabolism is shown in Fig. 7.2. Animals have a limited capacity to excrete Fe; Fe homeostasis in the body is largely controlled by absorption

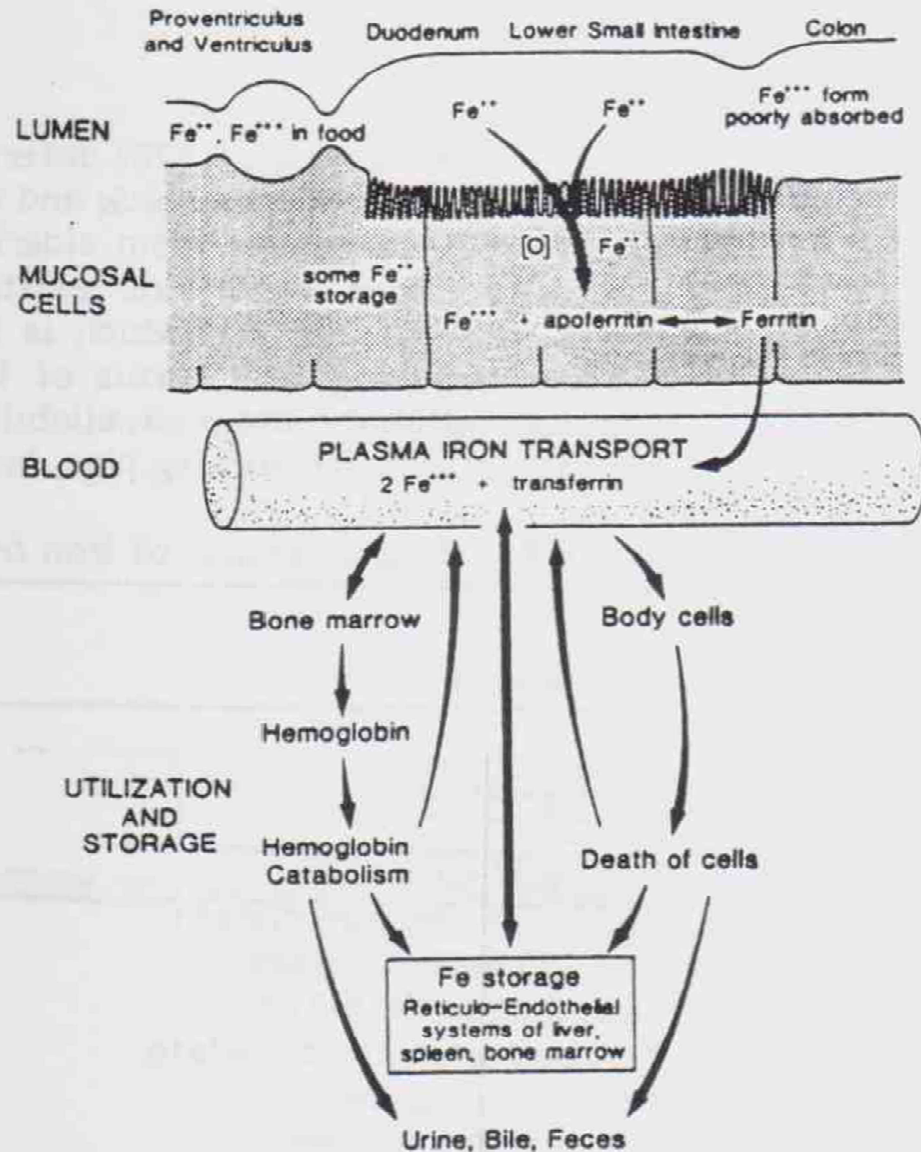
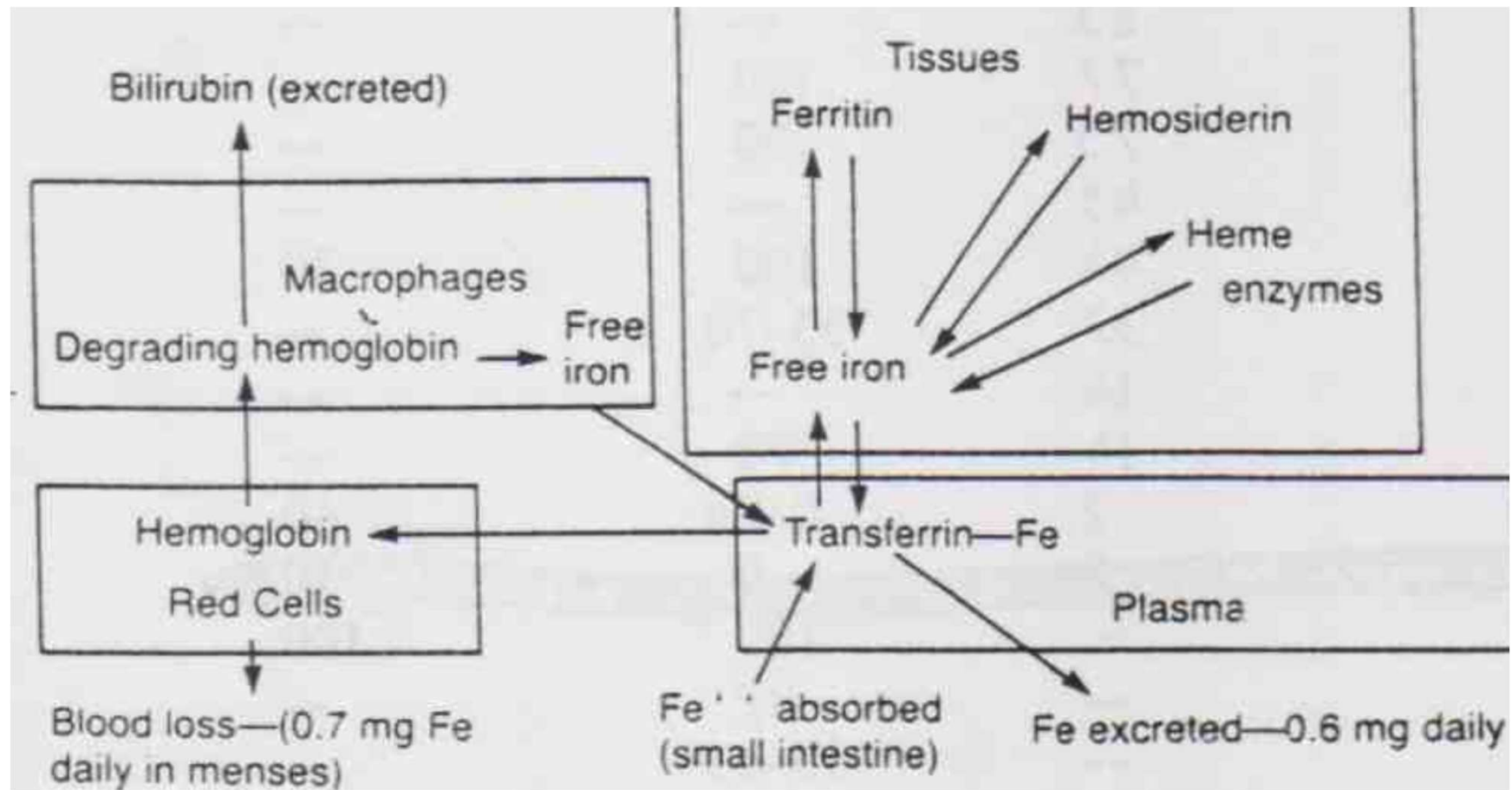


Fig. 7.2 Iron metabolism (Courtesy of M. L. Scott, Cornell University, Ithaca, New York.)



جذب آهن

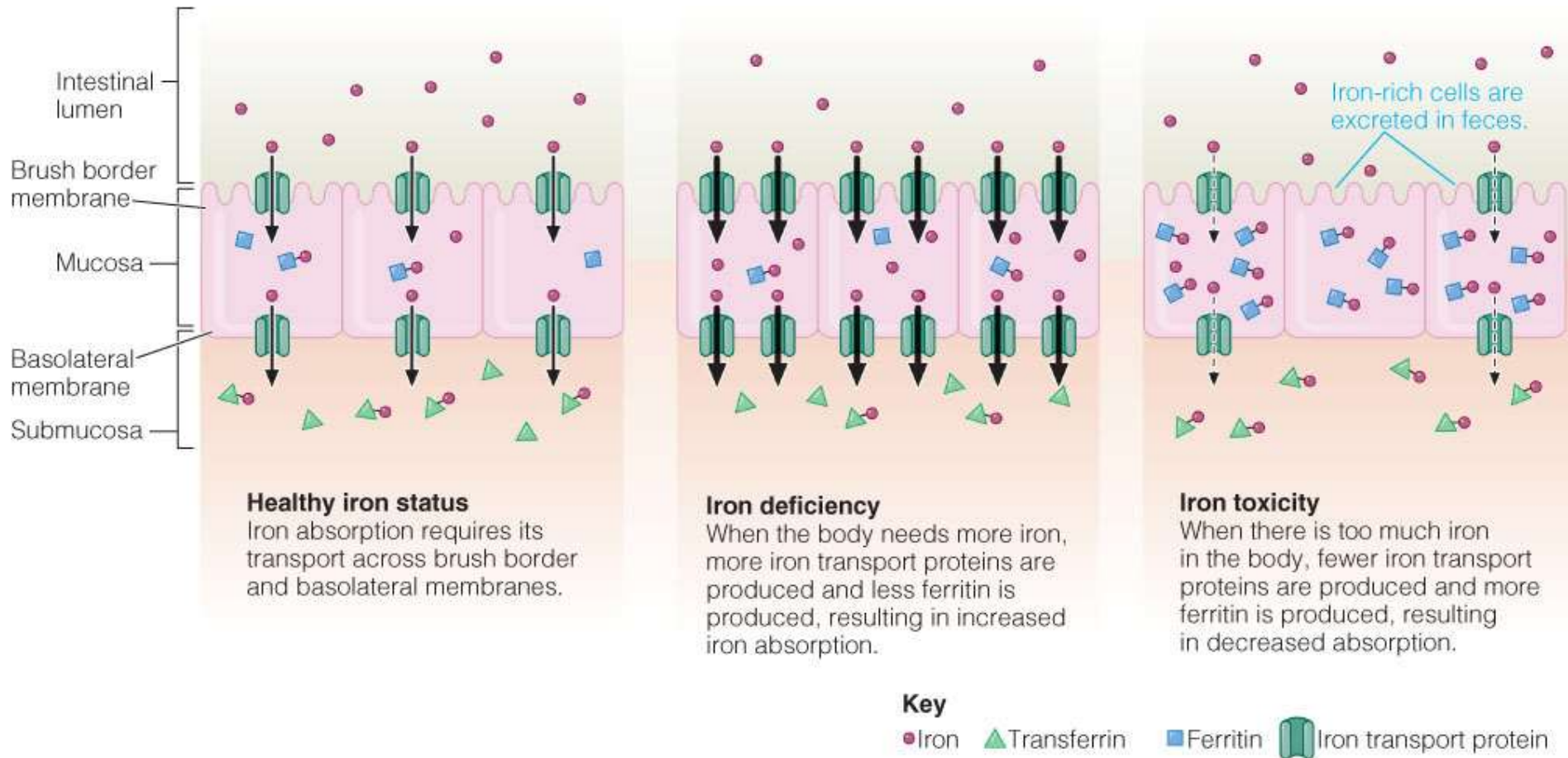
- جذب آهن، فاکتور اساسی از نظر ترمیم احتیاجات بدن.
- معمولاً تعادل آهن بدن (homeostasis) توسط جذب آهن فقط به مقدار مورد نیاز بدن کنترل می‌شود.
- جذب آهن تحت تاثیر عوامل زیر قرار می‌گیرد.
- سن، وضعیت آهن بدن و وضعیت جسمانی حیوان
- محیط روده‌ها
- مقدار و نوع آهن (مواد آهن‌دار)
- وجود مواد آلی و غیرآلی دیگر همراه با غذا

- در نشخوارکنندگان جذب آهن بیشتر در اثنی عشر و روده کوچک.
- آهن معمولاً آن به صورت **Ferro** بیشتر جذب می شود ولی جذب ممکن رابطی با ظرفیت نداشته باشد.
- بعضی از مواد آهن دار به صورت **ferric** ممکن است از نظر بیولوژیکی دارای دسترسی بیشتری باشد.
- آهن از منابع حیوانی بهتر از آهن از منابع گیاهی جذب می شود.

- اسیداسکوربیک و سیستئین (cystein) می‌تواند آهن ferric را به Ferrous تبدیل کند.
 - اثر احیاکنندگی دارند و این به جذب آهن کمک می‌کند.
- EDTA (Ethylen Diamin Tetra Acetic acid) آهن را chelate می‌کند و از جذب آن جلوگیری می‌کند.
- آهن جذب شده به شکل Ferro در سلولهای جداره روده سریعاً Oxrdiz شده و به شکل Ferric در می‌آید.

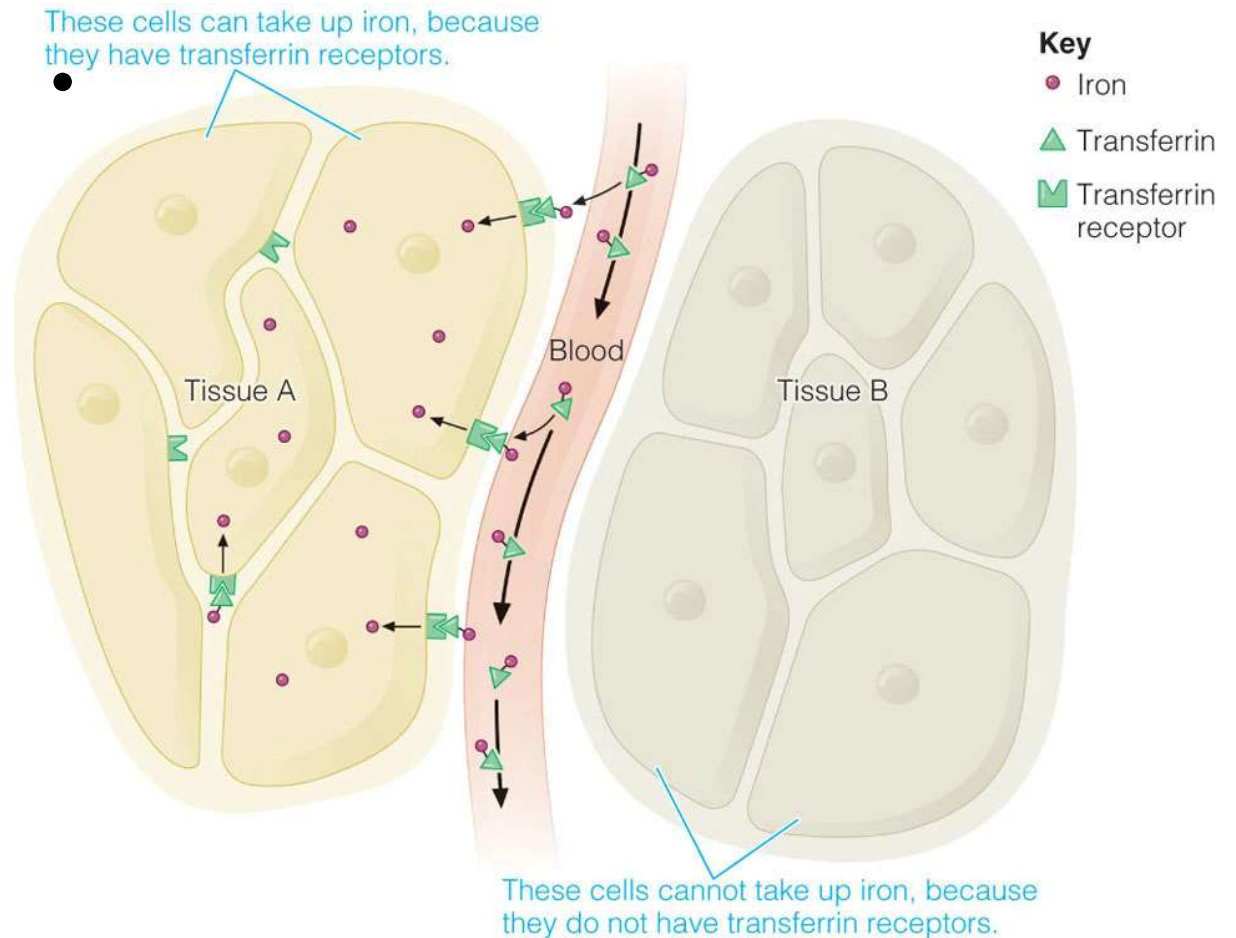
- مکانیزم جذب به طور کامل شناخته نشده است.
- ظاهراً جداره روده (mucosa) در موقع ذخیره کم آهن، آهن را جذب کرده و در موقع وجود کافی آهن در بدن از جذب خودداری می‌کند (Mucosal Block Theory).
- جذب بوسیله انتشار ساده و انتقال فعال صورت می‌گیرد.
- درصد جذب بوسیله انتقال فعال با مقدار احتیاج حیوان به جذب آهن تفاوت می‌کند

Effect of Iron Status on Iron Absorption



Iron Circulation, Uptake Into Cells, & Storage

Transferrin
•
Delivers iron to body cells –
Transferrin receptors –



قابلیت دسترسی بیولوژیکی

- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ به عنوان استاندارد استفاده می‌شود.
- آهن موجود در مواد آلی بهتر از آهن موجود در مواد غیر آلی جذب می‌شود.
- آهن Hem دارای مقدار جذب بیشتری است.

Table 9. Bioavailability of iron from various sources for poultry, swine and ruminants

Iron Source	RBVa		
	Poultry ^b	Swine ^c	Ruminants ^d
FeSO ₄ ·7H ₂ O	100	100	100
FeSO ₄ ·2H ₂ O	--	100	--
FeSO ₄ ·H ₂ O	100	92	--
Ferric ammonium citrate	107	100	--
Ferric choline citrate	102	140	--
Dihydrogen Fe EDTA	99	90	--
Ferrous ammonium sulfate	99	--	--
Ferrous chloride	98	--	--
Ferrous gluconate	97	--	--
Ferrous fumarate	95	100	--
Ferric glycerol phosphate	93	--	--
Ferric sulfate	83	--	--
Ferrous tartrate	77	100	--
Ferric citrate	73	100	--
Ferric pyrophosphate	45	--	--
Ferric chloride	44	100	80
Reduced iron	37	33-70	--
Ferric ortho phosphate	14	--	--
Sodium Fe pyrophosphate	14	70	--
Ferrous carbonate	2	0-74	60
Ferric oxide	2	0	10
Iron dextran ^e	--	100	100
Ferric polyphosphate	--	97	--
Defluorinated phosphate	--	35-85	--
Soybean protein	97	--	--
Wheat germ	53	--	--
Corn germ	40	--	--
Blood meal	35	40-50	--
Fish protein concentrate	28	--	--
Oat flour	21	--	--
Grasses	--	--	48-63
Legumes	--	--	47-57

دفع آهن

- بدن توانایی کمی در دفع آهن دارد.
- معمولاً آهن جذب شده به خوبی در بدن می ماند و به راحتی دفع نمی شود.
- تمام آهن در مدفوع انسان بین 6 الی 16 mg در روز.
- بستگی به مقدار جذب داشته و بیشتر آن آهن جذب نشده است.
- حدوداً 3% آن از ترشحات داخلی می باشد.
- مقدار دفع آهن واقعی بین 0.2-0.5 میلی گرم در روز است.
- آهن آزاد شده از هموگلوبین (Erythrocyte Breack Down) به جگر برده می شود و توسط Bile دفع می شود (biliverdin).
- بیشتر آن در قسمتهای پایین دوباره باز جذب می شود و به مصرف ساخت هموگلوبین می رسد.
- آهن به ترتیب کمیت در مدفوع، ادرار و عرق و دفع می شود.

نیاز آهن

Iron Requirement for Various Species^a

Species	Purpose	Requirement	Reference
Chickens	Leghorn-type 0-6 wks	80 mg/kg	NRC (1984b)
	Leghorn-type 6-20 wks	60 mg/kg	NRC (1984b)
	Leghorn-type laying	50 mg/kg	NRC (1984b)
	Leghorn-type breeding	60 mg/kg	NRC (1984b)
	Broilers all classes	80 mg/kg	NRC (1984b)
Japanese quail	All classes	60-100 mg/kg	NRC (1984b)
Turkeys	All classes	50-80 mg/kg	NRC (1984b)
Beef cattle	All classes	50 mg/kg	NRC (1984a)
Dairy cattle	All classes	50 mg/kg	NRC (1989a)
Sheep	All classes	30-50 mg/kg	NRC (1985b)
Horses	All classes	40-50 mg/kg	NRC (1989b)
Swine	Growing	40-100 mg/kg	NRC (1988)
	Breeding, lactating	80 mg/kg	NRC (1988)
Fish	Red sea bream	150 mg/kg	NRC (1981a)
Cats	Growing	80 mg/kg	NRC (1986)
Rats	All classes	35 mg/kg	NRC (1978a)
Mice	All classes	25 mg/kg	NRC (1978a)
Humans	Adults, male	10 mg/day	RDA (1989)
	Adults, female	10-15 mg/day	RDA (1989)
	Adults, pregnant	30 mg/day	RDA (1989)

^aExpressed as per unit animal feed either on as-fed (approximately 90% dry matter) or dry basis (see Appendix Table 1). Human requirements expressed as mg/day.

کمبود آهن

- مهمترین بیماری، کم خونی (anemia) است.
- بیشتر در بچه‌های حیوانات که از شیر مادر استفاده می‌کنند و دارای رشد سریع هستند اتفاق می‌افتد
- کمبود آهن در شیر مادر
- کمبود ذخیره آهن در موقع تولد
- در انسان کمبود آهن باعث – بیحالی و خستگی
- ضربان قلب زیاد
- بادکردن و سرخ شدن زبان
- سختی در سخن گفتن
- سختی در بلع
- – در بچه‌ها = بیحالی
- کم شدن رشد
- کم‌شدن مقاومت در مقابل بیماری‌ها

- در خوک
- کمخونی به خاطر رشد زیاد و ذخیره آهن کم در تولد،
خوکها معمولاً در عرض سه هفته وزن آنها 3 الی 5 برابر وزن تولدشان می‌شوند
- در بچه خوکها و خوکهای مسن‌تر، به جیره آنها مواد حاوی مس برای رشد بیشتر اضافه می‌شود.
- رشد کم و دارای موها و پوست بد شکل و ضخیم
- دارای پوست بی‌رنگ، طحال بزرگ و غیرمقاوم بودن در برابر بیماری‌ها

- در گاو و گوسفند
- در حالت عادی و چرای معمولی کمبود آهن دیده نمی‌شود
- بیشترین مسائله در رابطه با بیماریهای متابولیکی ناشی از آلوده شدن خون حیوانات توسط حشرات
- آلودگی دستگاه گوارش توسط انگلهای گوارشی
- بیشتر در بره‌ها و گوساله‌های جوان اتفاق می‌افتد.
- Veal Calf





مسمومیت

- معمولاً اتفاق نمی‌افتد
- می‌تواند باعث جلوگیری از جذب مواد معدنی دیگر شود.
- در صورت آسیب دستگاه گوارش و عدم کنترل جذب آهن می‌تواند در انسان باعث بیماری‌های کبدی شود.
- در شرایط حاد ممکن باعث اسهال و اسیدوز نیز می‌شود.

منابع آهن دار (مواد غذایی طبیعی)

Pasture	111-38600 •
Cerials	30-60 •
Oil seeds	100-400 •

Other Roles of Iron

- **Cytochrome P450 enzymes**
- Cofactor for antioxidant enzymes
 - Protects DNA, cell membranes, proteins
- Cofactor for enzyme to make DNA

Iron Deficiency

- Most common nutritional deficiency
- At-risk groups
 - Infants, growing children, pregnant women
- Pica

Mild Iron Deficiency

- Signs
 - Fatigue
 - Impaired physical work performance
 - Behavioral abnormalities
 - Impaired intellectual abilities in children
 - Body temperature regulation
 - Influences immune system