



ОЛИГОЕЛЕМЕНТИ

ОЛИГОЕЛЕМЕНТИ

- **ЕЛЕМЕНТИ ВО ТРАГОВИ:**
 - **ПОЕДИНЕЧНА ЗАСТАПЕНОСТ < 0,04% ОД ВКУПНАТА МАСА**
 - **СИТЕ ЗАЕДНО ИЗНЕСУВААТ < 0,02% ОД ВКУПНАТА ТЕЛЕСНА МАСА**
- **ПОДЕЛБА:**
 - **ЕСЕНЦИЈЕЛНИ (1,5-4.2 gr.)**
 - **НЕЕСЕНЦИЈЕЛНИ**
- **ПРОМЕНИ ВО КОНЦЕНТРАЦИЈАТА:**
 - **ДЕФИЦИТ КАКО ПОСЛЕДИЦА НА НЕДОВОЛЕН ВНЕС СО ИСХРАНАТА, НАРУШЕНА РАСПРЕДЕЛБА ИЛИ БОЛЕСТ**
 - **ТРУЕЊЕ КАКО ПОСЛЕДИЦА НА ДЕПОНИРАЊЕ НА ТОКСИЧНИ, НЕЕСЕНЦИЈЕЛНИ ОЛИГОЕЛЕМЕНТИ**
- **ДЕЈСТВУВААТ СПЕЦИФИЧНО, СОПСТВЕНА ХОМЕОСТАТСКА РЕГУЛАЦИЈА, ВЛЕГУВААТ ВО МЕЃУСЕБНИ ИНТЕРАКЦИИ**

ЕСЕНЦИЈЕЛНИ ОЛИГОЕЛЕМЕНТИ

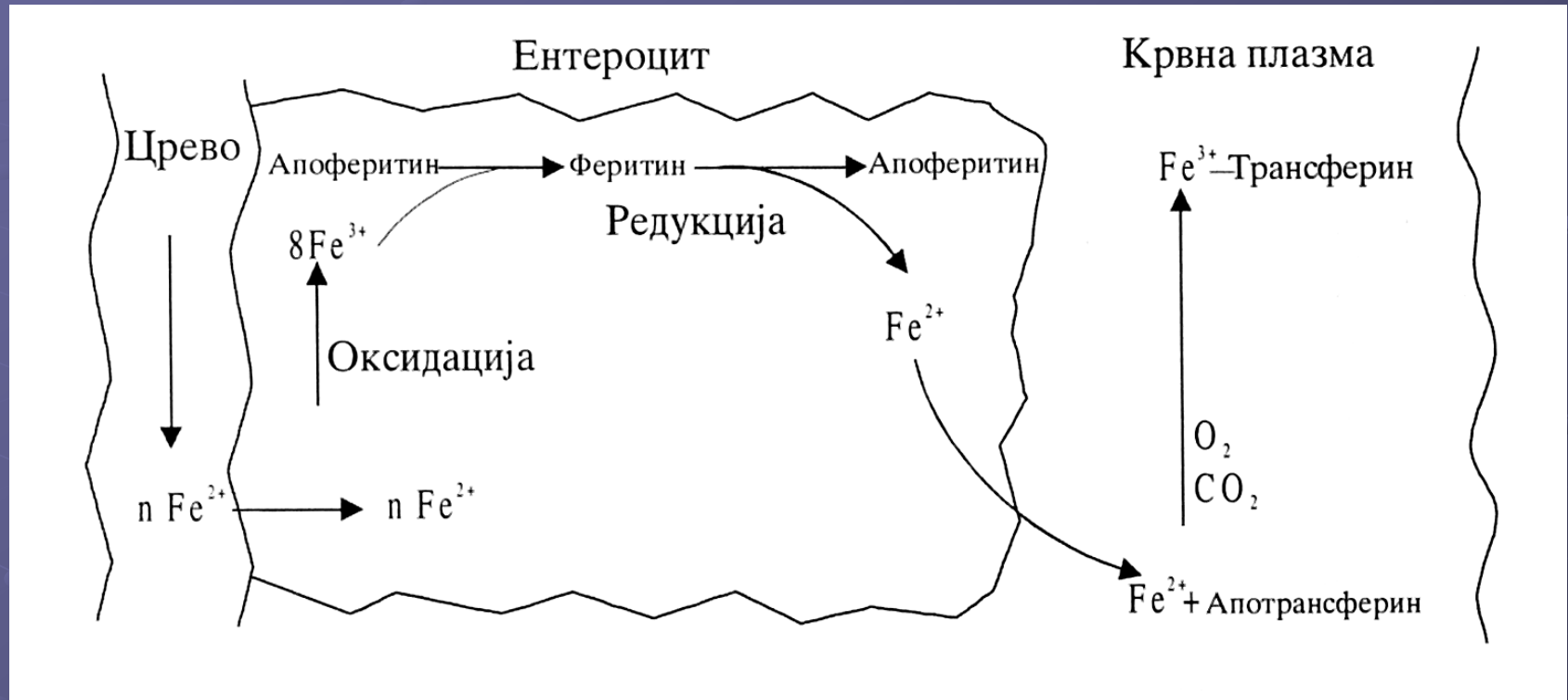
(застапеност во mg)

ЕЛЕМЕНТ	ТЕЛО	КРВ	ПЛАЗМА	ЕРИТРОЦИТИ	ЗАБЕЛЕШКА
Железо	4200	2500	3.6	2400	70,5% во хемоглобин
Флуор	2600	0.95	0.87	0.17	99% во коски
Цинк	2300	34	5.6	28	65% во мускули
Стронциум	320	0.18	0.17	0.01	99% во коски
Бакар	120	5.6	3.5	2.2	34% во мускули
Селен	13	1.1	-	-	38,3% во мускули
Манган	12	0.14	0.025	0.12	43,4% во коски
Јод	11	0.29	0.26	0.035	87,4% во тироида
Молибден	9.3	0.083	-	-	19% во хепар
Хром	1.7	0.14	0.074	0.044	37% во кожа
Кобалт	1.5	0.0017	0.0014	0.0003	18,6% во коскена срцевина
Никел	10	0.16	0.09	0.07	18% во кожа
Ванадиум	18	0.088	0.031	0.057	90% во масти

ЖЕЛЕЗО

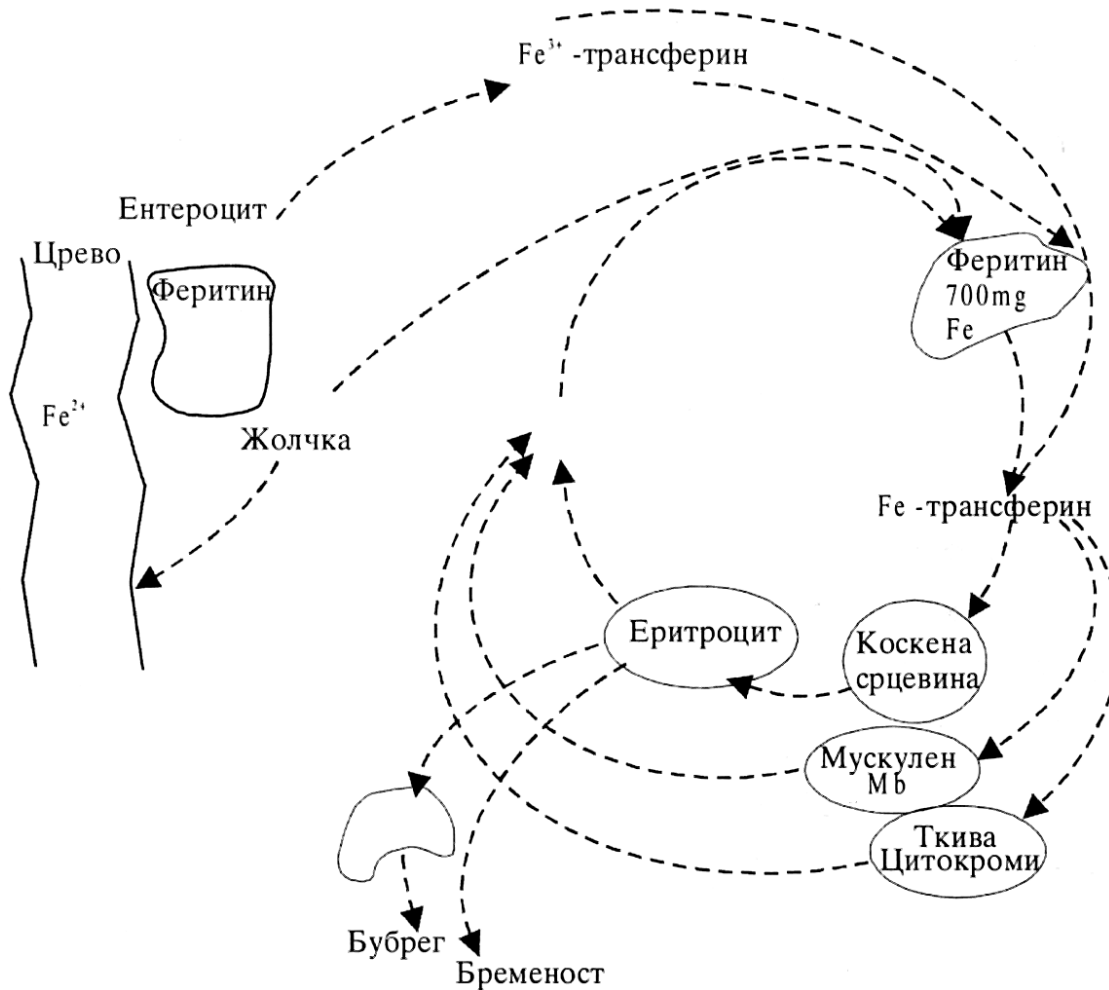
- **РАСПРЕДЕЛБА:**
 - **ПРОТЕИНИ ШТО СОДРЖАТ ХЕМ - ХЕМОГЛОБИН, МИОГЛОБИН, ЦИТОХРОМИ, ХЕМОПРОТЕИДИ (КАТАЛАЗА, ПЕРОКСИДАЗА, ЦИТОХРОМ ОКСИДАЗА)**
 - **ПРОТЕИНИ ШТО НЕ СОДРЖАТ ХЕМ - ФЕРИТИН, ТРАНСФЕРИН, ХЕМОСИДЕРИН, ФЛАВОПРОТЕИНИ**
- **ВКУПНА КОЛИЧИНА ВО ОРГАНИЗМОТ 3,5-4 gr.**
 - **70% - ХЕМОГЛОБИН**
 - **3-5% - МИОГЛОБИН**
 - **22% - СЛЕЗИНА, ЦРН ДРОБ, КОСКЕНА СРЦЕВИНА**
 - **0,1% - ПЛАЗМА (15-30 $\mu\text{mol/L}$)**
- **ДНЕВНИ ПОТРЕБИ-зависно од возраст и физиолошка состојба**
- **ДНЕВЕН ВНЕС: 10-20 mg**
- **РЕСОРПЦИЈА: < 10%**
- **ДНЕВНА ЗАГУБА: 1 mg**

РЕСОРПЦИЈА И ТРАНСПОРТ



- TIBC - 40-70 $\mu\text{mol/L}$
- IBC = 15-30 $\mu\text{mol/L}$
- TIBC - IBC = UIBC (60-70% од TIBC)

МЕТАБОЛИЗМ



НАРУШУВАЊА

- **ДЕФИЦИТ НА Fe - ХИПОХРОМНА МИКРОЦИТНА АНЕМИЈА:**
 - НАМАЛЕН ВНЕС
 - НАМАЛЕНА РЕСОРПЦИЈА
 - ЗГОЛЕМЕНИ ЗАГУБИ
 - ЗГОЛЕМЕНИ ПОТРБИ
- **ПРЕОПТОВАРУВАЊЕ СО Fe - ХЕМОСИДЕРОЗА, ХЕМОХРОМАТОЗА:**
 - НЕКОНТРОЛИРАН ПАРЕНТЕРАЛЕН ВНЕС
 - ЧЕСТИ ТРАНСФУЗИИ
 - ТРУЕЊА СО Fe

БАКАР

- ВКУПНО КОЛИЧЕСТВО ВО ОРГАНИЗМОТ 100 - 150 mg.
- ХЕПАР, СРЦЕ, СИВА МАСА, БУБРЕЗИ, КРВНИ ЕЛЕМЕНТИ
- ПЛАЗМА - 10-24 $\mu\text{mol/L}$
- ДНЕВНИ ПОТРЕБИ 2-5 mg.
- СЕ РЕСОРБИРА ВО ГИТ КАКО Cu^{2+} СО АМИНОКИСЕЛИНИТЕ
- СЕ ТРАНСПОРТИРА СО АЛБУМИНОТ ДО ХЕПАРОТ:
 - АПОЦЕРУЛОПЛАЗМИН + Cu^{2+} = ЦЕРУЛОПЛАЗМИН
 - ПРЕКУ ЖОЛЧКАТА И ТЕНКОТО ЦРЕВО СЕ ИСФРЛА
- НЕ СЕ ИЗЛАЧУВА СО УРИНАТА

УЛОГА И НАРУШУВАЊА

● ВЛЕГУВА ВО СОСТАВ НА **МЕТАЛОЕНЗИМИ:**

- ЦЕРУЛОПЛАЗМИН
- ЦИТОХРОМ ОКСИДАЗА
- СУПЕРОКСИД ДИСМУТАЗА
- ТИРОЗИНАЗА
- МОНОАМИНО ОКСИДАЗА
- ЛИЗИЛ ОКСИДАЗА
- УРИКАЗА

● НАРУШУВАЊА:

- ХИПЕРКУПРЕМИЈА - БОЛЕСТИ НА ХЕПАРОТ
- ХИПОКУПРЕМИЈА:
 - ЗГОЛЕМЕН ВНЕС НА Zn
 - WILSON-ОВА БОЛЕСТ

ЦИНК

- **ВКУПНО КОЛИЧЕСТВО ВО ОРГАНИЗМОТ 1,3 - 2,3 gr.**
- **30% - 40% - КОЖА, ХЕПАР, КОСКИ, ЗАБИ, МУСКУЛИ, ПОЛОВИ ЖЛЕЗДИ, ПАНКРЕАС**
- **60% - 70% (8-23 $\mu\text{mol/L}$) - ПЛАЗМА, ВРЗАН ЗА АЛБУМИНИ**
- **ДНЕВНИ ПОТРЕБИ 8-10 mg.**
- **СЕ РЕСОРБИРА ВО ДУОДЕНУМ СО СПЕЦИФИЧЕН Zn^{2+} СВРЗУВАЧКИ ПРОТЕИН**
- **СЕ ИСФРЛА СО ФЕЦЕСОТ**

- **70 ЕНЗИМИ ЗАВИСНИ ОД Zn:**

- **КАРБОН АНХИДРАЗА**
- **ЛАКТАТ ДЕХИДРОГЕНАЗА**
- **ГЛУТАМАТ ДЕХИДРОГЕНАЗА**
- **АЛКАЛНА ФОСФАТАЗА**
- **ТИМИДИН КИНАЗА**
- **СУПЕРОКСИД ДИСМУТАЗА**
- **АЛКОХОЛ ДЕХИДРОГЕНАЗА**
- **ДНК И РНК ПОЛИМЕРАЗА**

- **НАМАЛЕНА КОЛИЧИНА НА Zn:**

- **МАЛАПСОРПЦИЈА (УЛКУС, УЛЦЕРОЗЕН КОЛИТ, СРОН-ОВА БОЛЕСТ)**
- **ЗГОЛЕМЕНО ИСФРЛАЊЕ СО УРИНА (БУБРЕЖНИ ЗАБОЛУВАЊА, ЦИРОЗА НА ХЕПАР)**

СЕЛЕН

- ДНЕВНИ ПОТРЕБИ 50-200 μgr .
- ВО ЕРИТРОЦИТИ 0,9-4,3 $\mu\text{mol/L}$
- ПЛАЗМА ПРОТЕИНИ 0,7-4,0 $\mu\text{mol/L}$
- СОСТАВЕН ДЕЛ НА ГЛУТАТИОН ПЕРОКСИДАЗА
- СПРЕЧУВА ПЕРОКСИДАЦИЈА И ЈА ЗАШТИТУВА КЛЕТОЧНАТА МЕМБРАНА
- ДЕФИЦИТ И ТРУЕЊА СЕ РЕТКИ

МОЛИБДЕН

- РЕСОРПЦИЈА ВО ТЕНКО ЦРЕВО
- СЕ ЕЛИМИНИРА ПРЕКУ ЖОЛЧКА, УРИНА, ФЕЦЕС
- МЕТАБОЛИЗАМ НЕПОЗНАТ
- **ВО СТРУКТУРА НА МЕТАЛОЕНЗИМИ:** КСАНТИН ОКСИДАЗА, АЛДЕХИД ОКСИДАЗА И СУЛФИД ОКСИДАЗА
- ДЕФИЦИТ И ТРУЕЊЕ СЕ РЕТКИ

МАНГАН

- ВКУПНО КОЛИЧЕСТВО ВО ОРГАНИЗМОТ 12-20 mg.
- НАЈЗАСТАПЕН ВО ХЕПАР, БУБРЕЗИ И РЕТИНА
- ВО ПЛАЗМА - 4-24 $\mu\text{g/L}$
- СЕ РЕСОРБИРА ВО ТЕНКО ЦРЕВО
- СЕ ЕЛИМИНИРА СО ФЕЦЕСОТ И ЖОЛЧКАТА
- МЕТАБОЛИЗАМ НЕПОЗНАТ
- **СЕ СРЕТНУВА ВО ЕНЗИМИ НА МИТОХОДРИИТЕ:**
 - СУПЕРОКСИД ДИСМУТАЗА И ПИРУВАТ КАРБОКСИЛАЗА
- **АКТИВАТОР НА ГЛИКОЗИЛ ТРАНСФЕРАЗИ ВО ГОЛЏИЕВИОТ АПАРАТ**
- **АКТИВАТОР НА АРГИНАЗА**
- ДЕФИЦИТ НЕ Е ЗАБЕЛЕЖАН (БЕЛА КОСА)

ХРОМ

- ДНЕВНИ ПОТРЕБИ 50-200 μg
- РЕСОРПЦИЈА И МЕТАБОЛИЗАМ НЕПОЗНАТИ
- СЕ ТРАНСПОРТИРА СО ТРАНСФЕРИН
- **СТИМУЛАЦИЈА НА ИНСУЛИНОТ И ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ГЛУКОЗА**

КОБАЛТ

- ВКУПНО КОЛИЧЕСТВО ВО ОРГАНИЗМОТ 1,1 mg
- РЕСОРПЦИЈА ВО ТЕНКО ЦРЕВО СЛИЧНО КАКО Fe
- СЕ ТРАНСПОРТИРА СО АЛБУМИНОТ
- **ВО СОСТАВ НА B₁₂**
- **ДЕФИЦИТ - НЕДОСТАТОК НА B₁₂, АНЕМИЈА**

ФЛУОР

- ВНЕС СО ВОДА ЗА ПИЕЊЕ
- РЕСОРПЦИЈА ВО ТЕНКО ЦРЕВО ВО ЈОНИЗИРАНА СОСТОЈБА
- ПЛАЗМА - 0,1- 0,2 mg/L
- **РАЗВОЈ НА ЗАБИ И СПРЕЧУВАЊЕ НА КАРИЕС**
- **СЕ ДЕПОНИРА ВО КОСКИ И ЗАБИ - ФЛУОРОПАТИТ**
- ТОКСИЧЕН - ФЛУОРОЗА -ЗГОЛЕМЕНА ГУСТИНА НА КОСКИ СО КАЛЦИФИКАЦИЈА НА СВРЗНИТЕ МЕСТА СО МУСКУЛИТЕ, ОБЕЗБОЈУВАЊЕ НА ЗАБИТЕ

ЈОД

- ВКУПНО КОЛИЧЕСТВО ВО ОРГАНИЗМОТ 10-20 mg
- ДНЕВНИ ПОТРЕБИ - 0,1-0,2 mg
- РЕСОРПЦИЈА ВО ТЕНКО ЦРЕВО САМО КАКО ЈОДИД (J⁻)
- **80 % ВО ТИРЕОЦИТИТЕ (ТИРЕОГЛОБУЛИН -10-50 АТОМИ J)**
- МУСКУЛИ, КОСА, ХИПОФИЗА, ЖОЛЧКА
- СЕ ЕЛИМИНИРА ПРЕКУ УРИНАТА
- ДЕФИЦИТ - СТРУМА, ГУШАВОСТ

АЦИДОБАЗНА РАМНОТЕЖА

рН НА КРВТА 7,35 - 7,45

● КИСЕЛИ МЕТАБОЛИТИ:

- 20 mol H_2CO_3 :

 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- ОРГАНСКИ КИСЕЛИНИ:

 - МЛЕЧНА КИСЕЛИНА

 - КЕТО ТЕЛА

- НЕОРГАНСКИ КИСЕЛИНИ (40 -80 mmol):

 - СУЛФУРНА КИСЕЛИНА

 - ФОСФОРНА КИСЕЛИНА

ОДРЖУВАЊЕ НА pH

- Дехидрогенација \rightarrow NAD, NADP \rightarrow H₂O + ATP
- Разређување на H⁺ во вкупниот волумен на телесна течност
- Други системи

РЕГУЛАЦИЈА НА АЦИДО-БАЗНАТА РАМНОТЕЖА

- ПУФЕРНИ СИСТЕМИ 80% - МОМЕНТАЛНО
- РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ 10% - 1 ДО 3 МИН.
- БУБРЕЗИ 10% - 1 ДО 2 ЧАСА

pH

- Концентрација на водородни јони претставува бројот на грам-еквиваленти водород во 1 литар раствор.
- Sorensen во 1909 година предложил концентрацијата на водородни јони да се означи со терминот pH кој го дефинирал како негативен логаритам од концентрацијата на водород :

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

ПУФЕРИ

- Раствори на слаби киселини и нивните коњуиграни бази или слаби бази и нивните коњуиграни киселини претставуваат пуфери. Ваквите раствори покажуваат својство на пуферирање - тенденција на еден раствор после додавање на јака киселина $[H^+]$ или јака база $[OH^-]$ ефикасно да се спротивставува на промената на рН на растворот.

Коњуигирани киселинско-базни парови

Кисела компонента	Базна компонента
CH_3COOH	CH_3COO^-
H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}
NH_4^+	NH_3
H_2CO_3	HCO_3^-

РЕГУЛАЦИЈА НА АЦИДО-БАЗНАТА РАМНОТЕЖА

- ПУФЕРНИ СИСТЕМИ 80% - МОМЕНТАЛНО
- РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ 10% - 1 ДО 3 МИН.
- БУБРЕЗИ 10% - 1 ДО 2 ЧАСА

ПУФЕРНИ СИСТЕМИ

● ПУФЕРИ НА ПЛАЗМАТА:

- БИКАРБОНАТЕН ($\text{NaHCO}_3 / \text{H}_2\text{CO}_3$);
- ФОСФАТЕН ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 / \text{NaH}_2\text{PO}_4$);
- ПРОТЕИНСКИ

● ПУФЕР НА ЕРИТРОЦИТИТЕ:

- ХЕМОГЛОБИНСКИ

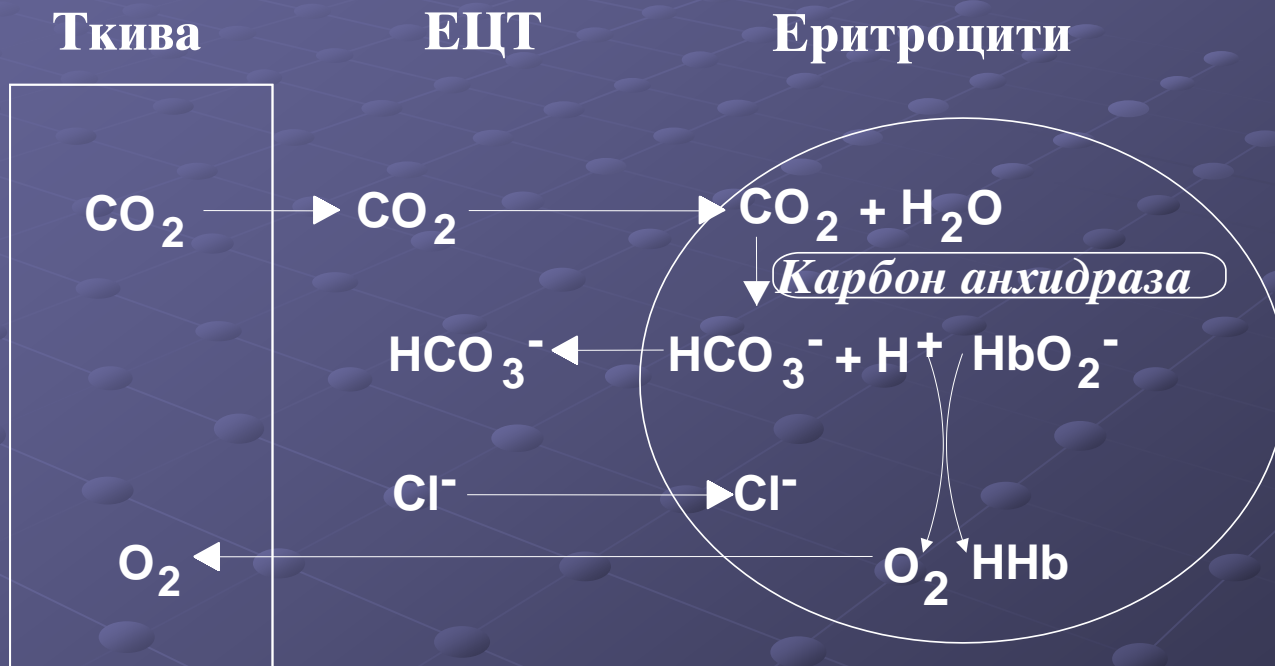
БИКАРБОНАТЕН ПУФЕР

● НАЈВАЖЕН ПУФЕРСКИ СИСТЕМ



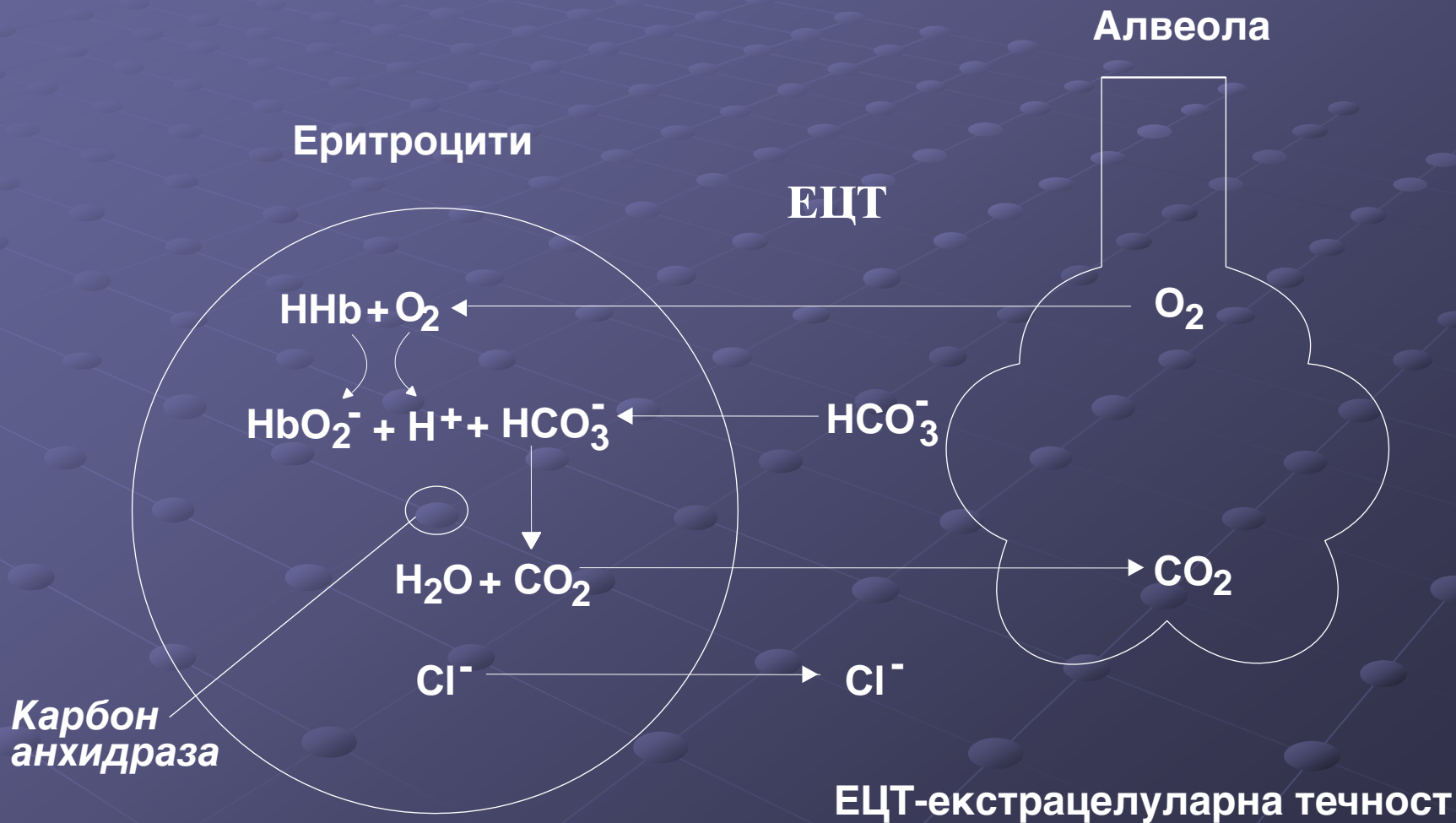
● КОНЦЕНТРАЦИЈА НА HCO_3^- , ОДНОСНО CO_2 ВО ПЛАЗМАТА СЕ НАРЕКУВА АЛКАЛНА РЕЗЕРВА (24-32 mmol/L)

РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ ПЕРИФЕРНИ ТКИВА



ЕЦТ-екстрацелуларна течност

РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ БЕЛИ ДРОБОВИ



РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ

- ОРГАНИЗМОТ СЕ СНАБДУВА СО КИСЛОРОД
- СЕ ОТСТРАНУВА МЕТАБОЛИЧКИОТ CO_2
- РЕГУЛАЦИЈА-ЦЕНТАР ВО МЕДУЛА ОБЛОНГАТА
- ХИПЕРВЕНТИЛАЦИЈА
 - ЗГОЛЕМЕН pCO_2
 - НАМАЛЕН pH
- ХИПОВЕНТИЛАЦИЈА
 - НАМАЛЕН pCO_2
 - ЗГОЛЕМЕН pH

БУБРЕЗИ

- РЕАПСОРПЦИЈА НА БИКАРБОНАТИТЕ ВО ТУБУЛИТЕ
- ЕКСКРЕЦИЈА НА КИСЕЛИНСКИ АНЈОНИ (СУЛФАТИ И ФОСФАТИ)
- ЕКСКРЕЦИЈА НА H^+ ЈОНИ
- $HPO_4^{2-} + H^+ = H_2PO_4^-$ (30 mmol/L H^+)
- СОЗДАВАЊЕ NH_3 : $NH_3 + H^+ = NH_4^+$ (40 mmol/L H^+)

НАРУШУВАЊА НА АЦИДОБАЗНАТА РАМНОТЕЖА

● АЦИДОЗА (pH < 7,35)

- МЕТАБОЛНА (НАМАЛЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА HCO_3^-)
- РЕСПИРАТОРНА (ЗГОЛЕМЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА H_2CO_3)

● АЛКАЛОЗА (pH > 7,45)

- МЕТАБОЛНА (ЗГОЛЕМЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА HCO_3^-)
- РЕСПИРАТОРНА (НАМАЛЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА H_2CO_3)

● ПАРАМЕТРИ НА АЦИДОБАЗНАТА СОСТОЈБА НА КРВТА

- pH НА КРВТА
- ПАРЦИЈАЛЕН ПРИТИСОК НА CO_2
- АЛКАЛНА РЕЗЕРВА (HCO_3^- mmol/L)

ПАРАМЕТРИ НА АЦИДОБАЗНАТА СОСТОЈБА НА КРВТА

- рН НА КРВТА - ЕЛЕКТРОМЕТРИСКИ МЕТОДИ; ВО ПОЛНА КРВ
- ПАРЦИЈАЛЕН ПРИТИСОК НА CO_2 (4,80-5,87 kPa) – МАНОМЕТРИСКИ, ГАСНА ХРОМАТОГРАФИЈА, ДА СЕ ПРЕСМЕТА ОД НОМОГРАМ АКО СЕ ПОЗНАТИ рН И ВКУПЕН CO_2 (Siggard-Andersen – ов номограм).
- ВКУПЕН CO_2 (TCO_2) = растворениот CO_2 , H_2CO_3 и HCO_3^- .
($\text{TCO}_2 = \alpha \text{pCO}_2 + \text{HCO}_3^-$). (23-27 mmol/L)
(α - коефициентот на растворливост)
- ПОРАДИ ЗАНЕМАРЛИВАТА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА H_2CO_3 $\text{TCO}_2 = \text{HCO}_3^-$. СЕ ОДРЕДУВА МАНОМЕТРИСКИ, ВОЛУМЕТРИСКИ, ТИТРИМЕТРИСКИ, ФОТОМЕТРИСКИ.

- **АЛКАЛНА РЕЗЕРВА - БИКАРБОНАТИ (HCO_3^- mmol/L)** се одредуваат во полна крв, земена под анаеробни услови, т.н. прави бикарбонати (ПБ).
- **СТАНДАРДНИ БИКАРБОНАТИ (СБ).** Ако одредувањето се направи под стандардни услови ($t=38\text{ }^\circ\text{C}$, $p\text{CO}_2=5,3\text{ kPa}$ при 100% заситување на хемоглобинот со O_2)
- **Кај здрави особи количината на прави и стандардни бикарбонати изнесува од 22-26 mmol/L. Одрдувањето на алкалната резерва се врши со повеќе методи: гасометриски, титриметриски, со автоматизирани апарати**
- **БАЗЕН ЕКСЦЕС (БЕ)** величина која означува вишок или недостаток на бази или киселини т.е. mmol/L киселина или база потрошена за титрација на потполно оксигенирана крв до нормално $p\text{H}=7,4$ при $p\text{CO}_2=40\text{ mmHg}$, $\text{Hb}=150\text{ g/L}$, $t=38\text{ }^\circ\text{C}$. При овие стандардни услови $\text{BE}=0$
- **Позитивниот БЕ** укажува на вишок бази и недостаток на неиспарливи киселини
- **Негативниот БЕ** укажува на недостаток на бази и вишок на киселини.
- **БЕ се калкулира од номограм. Користи за да се испита метаболната компонента на ацидо-базното пореметување.**