

РОЛЬ ІОНІВ КАЛІЮ ТА ХЛОРУ В ГАЗОТРАНСПОРТНІЙ ФУНКЦІЇ ЕРИТРОЦИТІВ

Исследование влияния электролитов на газотранспортную функцию крови было проведено на образцах крови, взятой у людей из пальца. Показано, что при отсутствии заболеваний системы крови, при значениях pH, содержания гемоглобина, концентрации HCO_3^- , Na^+ в крови в пределах физиологической нормы, парциальное давление кислорода в крови и насыщенность гемоглобина кислородом определяются концентрационным градиентом ионов хлора на эритроцитарной мембране, то есть транспортом кислорода через эритроцитарную мембрану, который сопряжен с переносом ионов хлора. При этом существуют два уровня значений pO_2 и насыщенности гемоглобина кислородом в зависимости от концентрационного градиента ионов хлора на эритроцитарной мембране, которые определяются уровнем концентраций K^+ и Cl^- в крови и эритроцитах.

Вступ

У літературі широко представлено дані про вплив різних факторів на здатність гемоглобіну до зв'язку з киснем. До них відносяться Cl^- [18], 2,3-дифосфогліцерат (2,3-ДФГ) [11], K^+ [2] та pH [10]. Вплив неорганічних іонів на спорідненість гемоглобіну до кисню пояснюють їх впливом на іонізацію молекули гемоглобіну та взаємодію її складових між собою та цитоплазмою еритроцитів [3]. Причому це явище настільки відчутне, що при зміні концентрації іонів змінюється або зникає зовсім залежність спорідненості гемоглобіну до кисню від концентрації 2,3-ДФГ [12] і pH [19]. Виявлена і зворотна залежність, тобто вплив кисневої недостатності на іонний склад крові [13]. Аналіз літературних даних з вивчення зв'язку гіпоксії та електролітного складу крові свідчить про те, що дослідження в цій галузі присвячені в основному вивченню впливу електролітів на оксигенацію та деоксигенацію гемоглобіну, який міститься в розчині. Проте, за даними Colletta з співавт. [14], швидкість поглинання кисню еритроцитами майже в 50 разів нижча, ніж швидкість зв'язування кисню гемоглобіном, на підставі чого авторами зроблено висновок, що лімітуючою стадією поглинання кисню інтактними еритроцитами є його дифузія з розчину в клітину. Разом з тим механізм впливу електролітів на транспорт кисню через еритроцитарну мембрану і вплив цього процесу на оксигенацію та деоксигенацію гемоглобіну інтактних еритроцитів практично не досліджений.

На наш погляд, саме цей механізм представляє особливий інтерес і, насамперед, для практичної медицини, оскільки різні патологічні процеси в організмі супроводжуються значними порушеннями елект-

ролітного складу крові, що може призвести до змін газотранспортної функції еритроцитів і стати причиною зниження парціального тиску кисню в крові.

Методика

Об'єктами для дослідження були свіжовзята кров і виділені з неї еритроцити. Кров брали вранці натщесерце з пальця. Обстежено 96 здорових і 156 хворих людей. Визначення pO_2 , pCO_2 і pH крові проводили на біологічному мікроаналізаторі типу ОР-210/3. Концентрацію HCO_3^- у крові розраховували за показниками pCO_2 , pH і вмістом гемоглобіну в крові за допомогою стандартних номограм типу ВМА-155. Концентрацію гемоглобіну в крові визначали колориметричним методом у гемометрі Салі [6].

Еритроцити осаджували центрифугуванням протягом 10 хв із швидкістю 1000 хв^{-1} на центрифугі ЦЛС-3, з подальшим 2-разовим промиванням їх десятикратним об'ємом середовища виділення (сахароза 0,3 моль/л; *трис*-(оксиметил)-амінометан - 0,01 моль/л, pH 7,5). Число еритроцитів у суспензії підраховували в камері Горяєва за загальноприйнятою методикою [6]. Об'єм окремого еритроцита розраховували за показниками гематокриту та числом еритроцитів у крові [5]. Гематокрит визначали методом центрифугування проб крові в гематокритному відградуйованому капілярі до одержання щільного стовпчика еритроцитів [6].

Концентрацію K^+ , Na^+ , Cl^- визначали потенціометричним методом за допомогою іонселективних електродів: калієвого, марки ЄМ-К-01; натрієвого - ЄСР-05-06; хлоридного - ЄСрл-01. Електродом порівняння був стандартний хлорсрібний електрод марки ЄВЛ-ІМЗ.

Насичення гемоглобіну киснем визначали за зменшенням його в закритій полярографічній камері (полярограф РА-2 ЧССР) після розміщення в ній суспензії еритроцитів (при постійному помішуванні на магнітній мішалці) й оцінювали в молях кисню на грам гемоглобіну.

Результати та їх обговорення

Для дослідження впливу електролітів на газотранспортну функцію крові необхідно було мати зразки крові з широким діапазоном концентрації електролітів у крові та еритроцитах. У зв'язку з цим нами було досліджено електролітний склад крові та виділених з неї еритроцитів у здорових людей і хворих на пародонтит різного ступеня тяжкості. Літературні дані, які свідчать про те, що при кістковій резорбції відбувається порушення електролітного складу крові (оскільки кісткова тканина та кров постійно обмінюються неорганічними іонами) [4], допомогли нам припустити наявність відхилення в показниках електролітного складу у хворих на пародонтит порівняно зі здоровими людьми. Дослідження проводили про-

тягом декількох років. Результати групували залежно від сезону року та стану тканин пародонту.

В обстежених групах людей визначали концентрацію іонів калію та хлору в крові і еритроцитах, концентрацію Na^+ , HCO_3^- , pH, кількість гемоглобіну та pO_2 у крові, а також вміст кисню (Q, в молях на грам гемоглобіну), що зв'язується з еритроцитами (до повного насичення гемоглобіну киснем) при розміщенні їх в інкубаційному середовищі, яке не містить у собі іонів калію та хлору. Зв'язана еритроцитами з інкубаційного середовища (*in vitro*) кількість кисню (котра супроводжувалася транспортом Cl^- і K^+ із еритроцитів в інкубаційне середовище за концентраційним градієнтом), розцінювалася нами як кількісна характеристика ненасиченості гемоглобіну киснем в інтактних еритроцитах (*in vivo*).

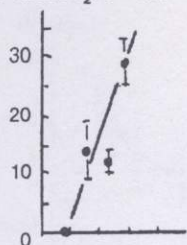
Відомо, що при підвищенні концентрації гемоглобіну знижується його спорідненість до кисню [7]. В обстежених групах людей показники гемоглобіну змінювалися в вузькому діапазоні значень, не відрізнялись у хворих на пародонтит різного ступеня тяжкості (від $113,0 \pm 11,0$ до $137,0 \text{ г/л} \pm 4,0 \text{ г/л}$) від показників у здорових людей ($135,0 \text{ г/л} \pm 5,0 \text{ г/л}$) і некорелювали зі значеннями pO_2 , крові та величиною Q.

У транспорті іонів Cl^- і K^+ через еритроцитарну мембрану беруть участь іони Na^+ , K^+ , Cl^- - котранспорт [15]). Концентрація іонів натрію в крові обстежених нами здорових людей не залежить від сезону обстеження ($65,4 \text{ ммоль/л} \pm 3,6 \text{ ммоль/л}$ в зимово-весняні місяці та $74,7 \text{ ммоль/л} \pm 6,5 \text{ ммоль/л}$ в літньо-осінні місяці року, $P > 0,25$), не відрізнялася від значень показників у хворих на пародонтит різного ступеня тяжкості (легкого ступеня - $63,8 \text{ ммоль/л} \pm 6,6 \text{ ммоль/л}$, $P > 0,8$; середньої тяжкості - $79,3 \text{ ммоль/л} \pm 6,4 \text{ ммоль/л}$, $P > 0,1$; важкого ступеня - $76,3 \text{ ммоль/л} \pm 3,8 \text{ ммоль/л}$, $P > 0,9$; $76,2 \text{ ммоль/л} \pm 4,9 \text{ ммоль/л}$, $P > 0,1$; $84,5 \text{ ммоль/л} \pm 6,6 \text{ ммоль/л}$, $P > 0,3$ відповідно до сезону року) і не корелювала зі значеннями pO_2 крові та Q.

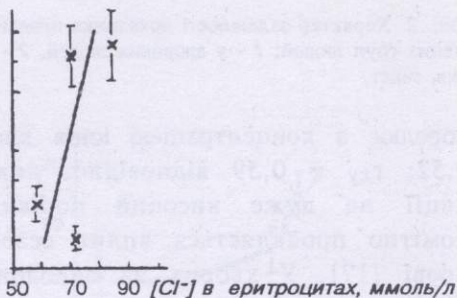
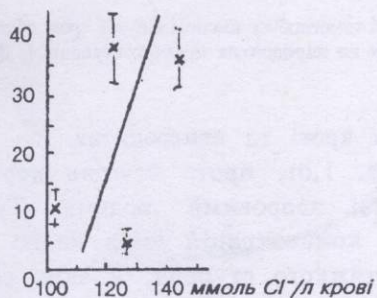
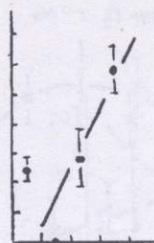
Характери сезонних змін концентрації HCO_3^- , який бере безпосередню участь у переносі Cl^- через еритроцитарну мембрану [16], у здорових людей та хворих на пародонтит різного ступеня тяжкості подібні: максимальне значення має місце в літні місяці ($36,5 \pm 2,5$; $38,2 \text{ ммоль/л} \pm 2,1 \text{ ммоль/л}$), мінімальне - в осінні місяці року ($29,9 \pm 1,2$; $33,4 \text{ ммоль/л} \pm 3,4 \text{ ммоль/л}$). У хворих значення показників не відрізнялися від таких у здорових людей і не корелювали з pO_2 , крові та Q.

Як уже повідомлялося нами раніше [8, 9, 17], у здорових і хворих на пародонтит людей відбувається неповне насичення гемоглобіну киснем. Кількість кисню, необхідного для повного насичення гемоглобіну, у здорових людей становить $(28,7 \pm 4,4) \cdot 10^{-6} \text{ моль } \text{O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \text{ Нв}$ у весняні місяці (період, коли спостерігається максимальна концентрація Cl^- у крові та еритроцитах), $(12,2 \pm 1,2) \cdot 10^{-6} \text{ моль } \text{O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \text{ Нв}$ і $(13,9 \pm 4,7) \cdot 10^{-6} \text{ моль } \text{O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \text{ Нв}$ у зимові та літні місяці

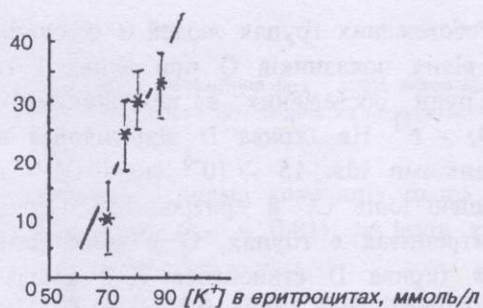
10^{-6} моль $O_2 \cdot g^{-1} Hb$



a



б



в

Рис. 1. Характеристика ненасыщеності гемоглобіну киснем в залежності від електролітного складу крові: *a* - у здорових людей; *б* - у хворих на пародонтит середньої тяжкості; *в* - у хворих на пародонтит тяжкого ступеня.

відповідно. Восени, коли в крові і еритроцитах здорових людей спостерігається мінімальна концентрація Cl^- , гемоглобін інтактних еритроцитів максимально насичений киснем. Донасичення гемоглобіну киснем (*in vitro*) при внесенні еритроцитів в інкубаційне середовище не відбувається.

Аналіз ступеня впливу кожного з досліджених параметрів крові та еритроцитів свідчить про те, що ненасиченість гемоглобіну киснем у здорових людей корелює з концентрацією іонів хлору в крові та еритроцитах ($r = 0,92$; $r = 0,71$ відповідно, рис. 1,а). У хворих на пародонтит середньої тяжкості ненасиченість гемоглобіну киснем також

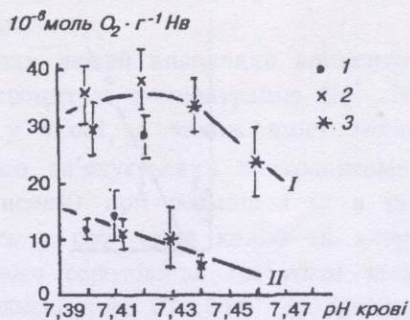


Рис. 2. Характер залежності показника ненасиченості гемоглобіну киснем від рН крові обстежених груп людей: I - у здорових людей, 2 - хворих на пародонтит тяжкого ступеня; I, II - див. текст

корелює з концентрацією іонів хлору в крові та еритроцитах ($r_{xy} = 0,52$; $r_{xy} = 0,59$ відповідно, див. рис. 1,б), проте ступінь кореляції не дуже високий порівняно зі здоровими людьми. Тут помітно проявляється вплив сезонних концентрацій іонів калію в крові [17]. У хворих на пародонтит тяжкого ступеня, у яких сезонні зміни концентрації іонів калію в еритроцитах (в бік підвищення) виражені ще більшою мірою, показники ненасиченості гемоглобіну киснем повністю корелюють з цим показником ($r_{xy} = 0,90$, див. рис. 1,в).

Порівняння значень Q у всіх обстежених групах людей з сезонними змінами рН крові виявило два рівня показників Q при одних і тих же значеннях рН (рис. 2). Групи обстежених з показниками Q більшими ніж $15 \cdot 10^{-6}$ моль $O_2 \cdot g^{-1}$ Нв (крива I) відрізнялися від обстежених зі значеннями Q меншими ніж $15 \cdot 10^{-6}$ моль $O_2 \cdot g^{-1}$ Нв (крива II) тільки концентрацією іонів Cl^- в еритроцитах. Середні значення концентрації Cl^- в еритроцитах в групах, Q у яких більші за $15 \cdot 10^{-6}$ моль $O_2 \cdot g^{-1}$ Нв (крива I) становлять 78,8 ммоль/л (69,1 - 85,3 ммоль/л), при Q меншим ніж $15 \cdot 10^{-6}$ моль $O_2 \cdot g^{-1}$ Нв (крива II) - 68,4 ммоль/л (58,7 - 73,1 ммоль/л).

Як видно з рис. 2, при підвищенні рН крові від 7,39 до 7,45 (тобто в межах фізіологічної норми), насиченість гемоглобіну киснем не залежить від рН крові. В групах з однаковим рН крові здатність гемоглобіну до зв'язування кисню визначається концентрацією іонів хлору в еритроцитах. Стан тканин ротової порожнини (наявність пародонтиту або інтактний пародонт) не впливає на здатність гемоглобіну до зв'язування кисню. Кореляцію здатності гемоглобіну до зв'язування та вивільнення кисню з іншими досліджуваними показниками крові (утримання гемоглобіну, концентрація Na^+ , HCO_3^-) в обстежених групах не виявлено.

Аналіз сезонних змін pO_2 крові виявив обернену кореляцію цього показника з концентрацією іонів хлору в крові здорових людей ($r_{xy} = -0,73$, рис. 3,а) і хворих на пародонтит тяжкого ступеня ($r_{xy} = -0,71$, див. рис. 3,б). У хворих на пародонтит середньої тяжкості

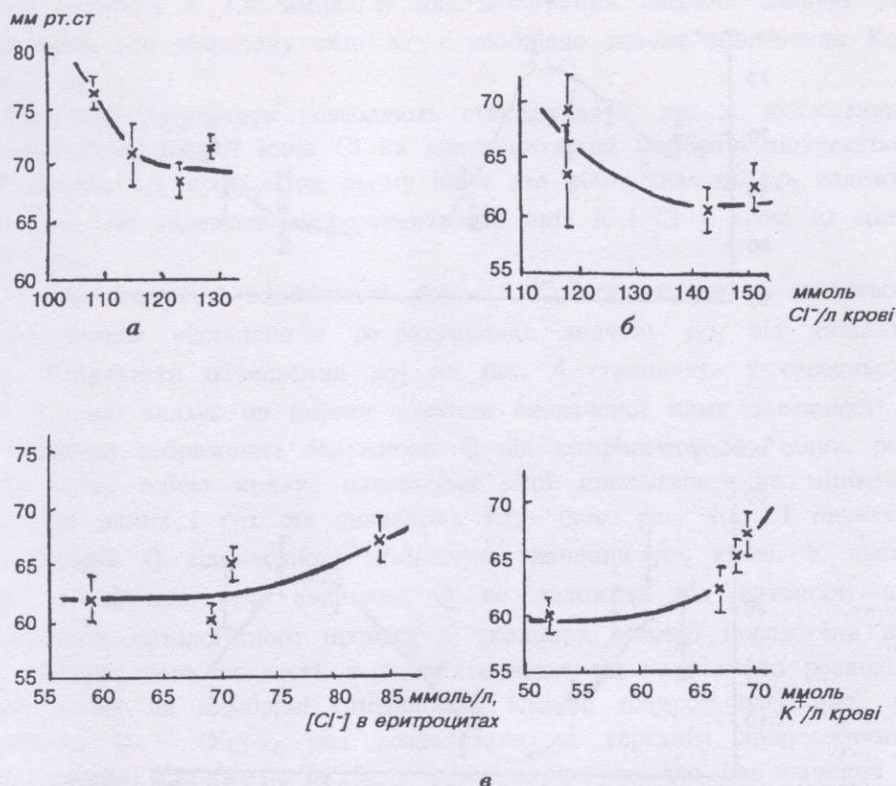


Рис. 3. Значення показників pO_2 крові залежно від її електролітного складу в обстежених групах здорових людей (а), хворих на пародонтит середньої тяжкості (б) та тяжкого ступеня (в).

спостерігається пряма кореляція цього показника з концентрацією іонів калію в крові ($r_{xy} = 0,81$) та іонів хлору в еритроцитах ($r_{xy} = 0,75$, див. рис. 3, в).

Однак особливої уваги заслуговує аналіз залежності парціального тиску кисню в крові від коефіцієнта розподілення іонів хлору по обидві сторони мембрани еритроцитів ($K_{Cl-} = [Cl^-] \text{ крові} / [Cl^-] \text{ еритроцитів}$), оскільки вже відзначалося вище, швидкість зв'язування та вивільнення гемоглобіном кисню лімітується саме цією найбільш повільною стадією в складному механізмі транспорту кисню з альвеолярного повітря до тканин. Як ми і припускали, парціальний тиск кисню в крові обстежених пацієнтів визначається коефіцієнтом розподілення іонів хлору в крові та еритроцитах незалежно від стану тканин пародонту.

Залежність pO_2 від K_{Cl-} для обстежених зображена на рис. 4, а де показано, що при збільшенні K_{Cl-} від 1,39 до 1,65 pO_2 крові підвищується. При подальшому збільшенні K_{Cl-} (до 1,75) відбувається різке зниження pO_2 при збільшенні K_{Cl-} до 2,22 значення даного показника підвищується. Для з'ясування причини різкого зниження значень показників pO_2 крові при збільшенні K_{Cl-} від 1,65 до 1,75 про-

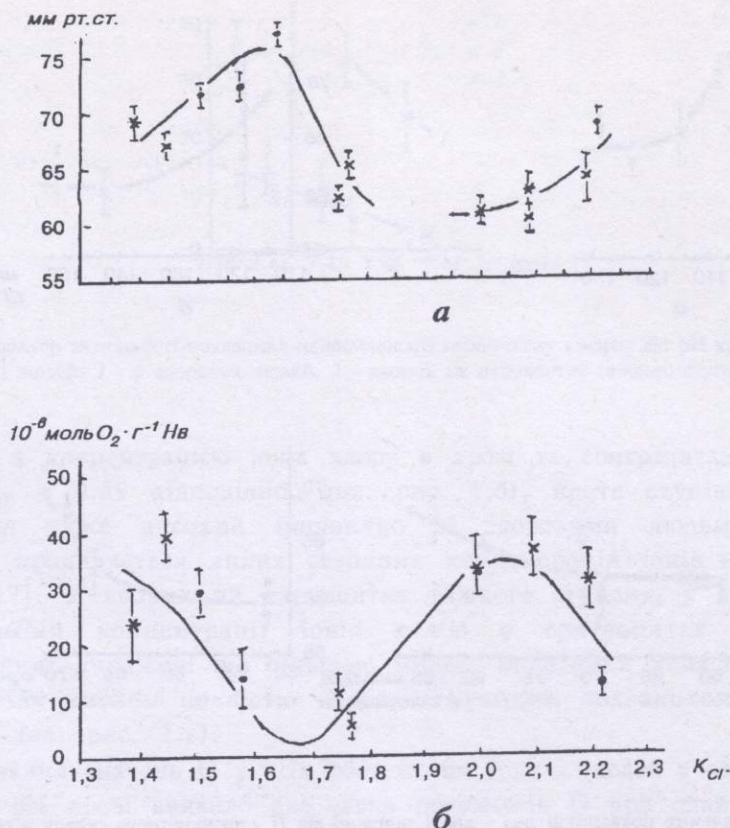


Рис. 4. Залежність показників pO_2 крові (а) та ненасиченості гемоглобіну киснем (б) від коефіцієнта розподілення іонів хлору по обидві сторони еритроцитарної мембрани.

аналізовано всі досліджувані показники крові та еритроцитів для двох діапазонів K_{Cl^-} : I - від 1,39 до 1,65; II - від 1,75 до 2,22.

Об'єднання цих показників крові в групи залежно від діапазону K_{Cl^-} виявило різний рівень концентрації K^+ у крові ($64,3 \pm 1,8$ та $54,6 \text{ ммоль/л} \pm 2,4 \text{ ммоль/л}$, $P < 0,01$; відповідно для I та II діапазону K_{Cl^-}), а також іонів хлору в крові ($117,3 \pm 3,7$ та $136,0 \text{ ммоль/л} \pm 6,6 \text{ ммоль/л}$, $P < 0,05$). Спостерігалася також тенденція до зниження концентрації іонів хлору в еритроцитах ($74,6 \pm 4,0$; $64,0 \text{ ммоль/л} \pm 4,0 \text{ ммоль/л}$, $P > 0,1$). Одержані результати дозволяють стверджувати, що парціальний тиск кисню в крові підвищується при збільшенні коефіцієнта розподілу іонів хлору на еритроцитарній мембрані. Тобто, цілком імовірно, що при збільшенні різниці концентрацій Cl^- по обидві сторони еритроцитарної мембрани полегшується транспорт кисню через мембрану еритроцита. При цьому високі значення pO_2 крові спостерігаються у випадку, коли концентрація іонів хлору в крові знаходиться в межах ($117,3 \pm 3,7$) ммоль/л, а концентрація K^+ - ($64,3 \pm 1,8$) ммоль/л. При більш високих значеннях концентрації іонів Cl^-

у крові ($136,0 \text{ ммоль/л} \pm 6,6 \text{ ммоль/л}$) і більш низьких іонів K ($54,6 \text{ ммоль/л} \pm 2,4 \text{ ммоль/л}$) для досягнення високих значень $p\text{O}_2$ (до рівня I-го діапазону змін KCl -) необхідно значне збільшення KCl - (до 2,2).

Одержані результати дозволяють стверджувати, що зі збільшенням різниці концентрації іонів Cl на еритроцитарній мембрані відбувається збільшення $p\text{O}_2$ крові. При цьому існує два рівня значень $p\text{O}_2$ залежно від KCl -, які залежать від концентрації іонів K і Cl у крові та еритроцитах.

Оцінку точності залежності $p\text{O}_2$ - f KCl - проведено за середньоарифметичним відхиленням розрахункових значень $p\text{O}_2$ від вихідних [1]. Результати обчислення $p\text{O}_2$ на рис. 4 становлять у середньому 3,5 %, що вказує на високу точність визначеної нами залежності.

Графічне зображення залежності Q від коефіцієнта KCl - (див. рис. 4,б) являє собою криву, максимума якої приходяться на мінімуми $p\text{O}_2$ при одних і тих же значеннях KCl - (див. рис. 4,а). І навпаки, мінімальний Q відповідають мінімальні значення $p\text{O}_2$ крові. У цьому разі, як і для $p\text{O}_2$, значення Q не залежить від наявності або відсутності патологічного процесу в тканинах ротової порожнини або від ступеня його тяжкості, а залежать лише від коефіцієнта розподілу іонів хлору на мембрані еритроцитів. Оцінка точності одержаної залежності Q - (KCl -), яка розрахована за середнім арифметичним відхиленням, становить 24 % і свідчить про те, що на значення Q крім коефіцієнта KCl - впливають і інші фактори. До останніх, судячи з вищевикладеного, можна віднести концентрацію K^+ і Cl^- у крові та (або) в еритроцитах.

Одержані результати свідчать про те, що при відсутності захворювань системи крові, при рН, вмісту гемоглобіну, концентрації HCO_3^- , Na^+ у крові в межах фізіологічної норми, парціальний тиск кисню в крові і насиченість гемоглобіну киснем визначаються транспортом кисню через еритроцитарну мембрану, який залежить від концентраційного градієнту іонів хлору на еритроцитарній мембрані, тобто від відношення концентрації іонів хлору в крові до концентрації іонів хлору в еритроцитах. При цьому мають місце два рівня значень $p\text{O}_2$ залежно від KCl :- I - більш високий (підвищення $p\text{O}_2$ і насичення гемоглобіну киснем при зміні KCl - від 1,39 до 1,65); II - більш низький (підвищення $p\text{O}_2$ крові та насичення гемоглобіну киснем при зміні KCl - від 1,75 до 2,22).

Існування двох рівнів показників $p\text{O}_2$ залежно від KCl - зумовлено, на наш погляд, різницею в концентрації іонів калію та хлору в крові та еритроцитах. Більш високі значення $p\text{O}_2$ і Q (I рівень) спостерігалися в зразках крові з концентрацією іонів калію в крові в межах значень $64,3 \text{ ммоль/л} \pm 1,8 \text{ ммоль/л}$ і іонів хлору - $117,3 \text{ ммоль/л} \pm 3,7 \text{ ммоль/л}$. Більш низькі значення $p\text{O}_2$ (II рівень) спостерігалися при концентрації калію в крові $54,6 \text{ ммоль/л} \pm 2,4 \text{ ммоль/л}$ і хлору в крові - $136,0 \text{ ммоль/л} \pm 6,6 \text{ ммоль/л}$. Концентрація іонів Cl в

еритроцитах для II діапазону більш низька порівняно з I ($64,0 \pm 4,0$; $74,6$ ммоль/л $\pm 4,0$ ммоль/л відповідно).

L.V.Peshkova

THE ROLE OF POTASSIUM
AND CHLORINE IONS
IN GAS-TRANSPORT FUNCTION OF ERYTHROCYTES

The research of electrolytes influence on blood gas-transport function was carried out on blood samples taken from human finger. It was shown that in the absence of blood system diseases, with pH indices, hemoglobin content, HCO_3^- , Na^+ concentration in blood within physiological norm, partial pressure of oxygen and hemoglobin saturation by oxygen is clearly determined by concentration gradient of chlorine ions on erythrocytes membrane, that is by oxygen transport through the erythrocyte membrane, which is attended by the transfer of chlorine ions. Under these conditions there are two levels of p_{O_2} indices and hemoglobin saturation by oxygen, depending on the concentration gradient of chlorine ions on the erythrocyte membrane, that are determined by K^+ - and Cl^- - ions concentrations level in the blood and erythrocytes.

Odessa Scientific-Research Institute
of Stomatology,
Ministry of Public Health of Ukraine, Odessa

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Венцель Е.С. Теория вероятности. - М.: Наука, 1969. - 567 с.
2. Дударев В.П. Роль гемоглобина в механизмах адаптации к гипоксии и гипероксии. - К.: Наук. думка, 1979. - 152 с.
3. Иржак Л.И. Гемоглобины и их свойства. - М.: Наука, 1975. - 240 с.
4. Касавина Б.С., Торбенко В.П. Жизнь костной ткани. - М.: Наука, 1979. - 175 с.
5. Кассирский И.А., Алексеев Г.А. Клиническая гематология. - М.: Медицина, 1970. - 800 с.
6. Козловская Л.В., Мартынова М.А. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования. - М.: Медицина, 1975. - 352 с.
7. Коржув П.А. Гемоглобин. - М., 1964. - 288 с.
8. Пешкова Л.В., Орлова О.Л. Влияние нарушения электролитного состава крови на способность гемоглобина к связыванию кислорода у больных пародонтозом // Физиол. журн. - 1986. - 32, № 3. - С. 350-357.
9. Пешкова Л.В., Орлова О.Л., Скляр В.Е. Влияние ионов калия и хлора на газотранспортную функцию эритроцитов человека. - В кн.: Кислородное голодание и способы коррекции гипоксии: Сб. научн. трудов. - К.: Наук. думка, 1990. - С. 157-166.
10. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. - М.: Мир, 1977. - 400 с.
11. Benesch R.E., Benesch R. The reaction between diphosphoglycerate and hemoglobin // Fed. Proc. - 1970. - 29, № 3. - P. 1101-1104.
12. Benesch R.E., Benesch R., Gu C.G. The oxygenation of hemoglobin in the presence of 2,3-diphosphoglycerate. Effect of temperature, pH, ionic strength and hemoglobin concentration // Biochemistry. - 1969. - 8, № 6. - P. 2567-2571.
13. Bergfeld G., Forrester T. Efflux of adenosine triphosphate from human erythrocytes in response to a brief pulse of hypoxia: [Pap.] Proc. Physiol. Soc. Cambridge Meet. 21-22 July, 1989 // J.Physiol. - 1989. - 418. - P. 88.
14. Coletta M., Benedetti P.A., Brunori M. Microspectroscopic studies on single red blood cells // Ital. J.Biochem. - 1989. - 38, № 4. - P. 253-256.
15. Garay R., Nezaret C., Hannaert P.A., Cragoc E.J. Demonstration of a $[\text{K}^+, \text{Cl}^-]$ -cotransport system in human red cells by its sensitivity to [(dihydroindenyl)oxy]alkanoic acids regulation of cell swelling and distinction from the bumetanide - sensitive $[\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Cl}^-]$ -cotransport system // Mol.Pharmacol. - 1988. - 33, № 6. - P. 696-701.
16. Lambert A., Lowe A.G. Chloride/bicarbonate exchange in human erythrocytes // J.Physiol. (Gr. Brit.). - 1978. - 275. - P. 51-63.

-
17. *Peschkova L.W., Warawa G.N., Orlowa O.L.* Neue Vorstellungen vom Mechanismus der Hypoxie bei der Periodontitis // Stomatol. DDR. - 1990. - 40. - S. 67-69.
 18. *Smigoc K., Brumen M., Svetina S.* Effect of Chloride ions on the binding of oxygen to human hemoglobin described by the generalized adair equation // Period. biologorum. - 1990. - 92, № 4. - P. 465-466.
 19. *Sullivan B., Ridds A.* Structure, function and evaluation of hemoglobins. III. Aygenation properties // Comr. Biochem. and Physiol. - 1967. - 2. - P. 459-474.

Одес. наук.-дослід. ін-т стоматології
М-ва охорони здоров'я України

Матеріал надійшов
до редакції 26.04.94