

тистический сборник. - Астана, 2010. – 521 с.

4. Горяинова И.Л. Медико-социальные проблемы младенческой смертности, пути её снижения и профилактики: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.02.03 // КГМУ. - М., 2010.

5. Абишева М. Человеческий капитал в Республике Ка-

захстан // Человеческий капитал России и стран Центральной Азии: состояние и прогнозы. Сборник докладов. – М.: Наследие Евразии, 2009. – С. 47-112.

6. Третьякова С.Н. Демографические аспекты здоровья в условиях Казахстана. Дисс. на соискание канд. мед. наук. – Алматы, 1997. – 250 с.

ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ДЕНСАУЛЫҚТЫҢ ЗАМАНАУИ ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Н.Т. Джайнакбаев, Ж.А. Иманбаева, С.Н.Третьякова

«Қазақстан-Ресей медициналық университеті» МEBБМ, Қазақстан, Алматы қ.

Түйінді

Мақалада, түрлі жас топтарының арасында 1989 жылдан бастап 2018 жылға дейін республика тұрғындарының күтілетін өмір сүру ұзақтылығына талдау жүргізілген. Өмір сүру ұзақтылығын дәлме-дәл бағалау үшін, екі анық жас аралығындағы когортада өлімшілдікті өлшеудің ықтималдылық коэффициенті пайдаланылды. Жас ұлғая келе, яғни 45 жастан бастап кему ықтималдылығы біркелкі түрде өседі, мұны оңай түсіндіруге болады.

Кілт сөздер: өлімшілдік кестелері, белгілі бір жасқа жеткендер, ерлер мен әйелдердің күтілетін ұзақ өмір сүру ұзақтылығы.

MODERN DEMOGRAPHIC ASPECTS OF HEALTH IN KAZAKHSTAN

N.T. Jainakbayev, Zh.A. Imanbaeva, S.N. Tretyakova

NEI «Kazakh-Russian Medical University», Kazakhstan, Almaty

Summary

The analysis of numbers of survivors, and life expectancy in the country from 1989 to 2018 in different age groups. For a more adequate assessment of the distribution of life expectancy used probabilistic measure of mortality rates in the two cohorts, the exact age. With increasing age, starting at age 45, the probability of departure increases monotonously, which is understandable.

Key words: mortality tables, the number of survivors, life expectancy of male and female population.

УДК: 618.3-053.31.

МРНТИ: 76.29.29.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ

Н.В. Леонтьева

«Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»,
Россия, г. Санкт-Петербург

Аннотация

Кислотно-основное состояние (КОС) - один из важнейших компонентов организменного гомеостаза. Активность ферментов, направленность и интенсивность окислительно-восстановительных реакций, процессы метаболизма белков, углеводов, липидов, чувствительность рецепторов, проницаемость мембран, функции органов в значительной степени зависят от соотношения водородных и гидроксильных ионов во внутренней среде организма.

КОС принято характеризовать концентрацией водородных ионов $[H^+]$ и обозначать символом pH (pundus hydrogenium, лат., - вес водорода).

Понятие о pH - водородном показателе - было предложено датским ученым Серенсенем в 1909 году для количественной характеристики активной реакции растворов.

В статье автор знакомит читателя с основными показателями кислотно-основного состояния крови, их нормальными значениями. Эти показатели имеют важное значение для практической медицины.

Ключевые слова: сильные кислоты, кислоты слабые и средней силы, клиренс лактата, пропиленгликоль, амфотерные электролиты, истинные и стандартные бикарбонаты плазмы крови, буферные основания плазмы, сдвиг буферных оснований.

Величина pH представляет собой десятичный логарифм концентрации $[H^+]$ в растворе, взятый с обратным знаком, то есть $pH = - \lg [H^+]$.

В 1923 году Бренстедом и Лоури (Brønsted, Lowry, 1923) была разработана протонная теория. Согласно этой теории кислотой является вещество, способное диссоции-

ровать с освобождением $[H^+]$ (донатор $[H^+]$, а основанием – вещество, которое может связывать $[H^+]$ (акцептор $[H^+]$). Кислоты по химическим свойствам делятся на сильные, средней силы и слабые.

Сильные кислоты в водной среде полностью диссоциируют на ионы. Например, хлористоводородная кислота представлена в растворах исключительно как ионы $[H^+]$ и $[Cl^-]$. Свойствами сильных кислот обладают HBr (бромистоводородная), HJ (йодистоводородная), HNO_3 (азотная), $HClO_4$ (хлорная), H_2SO_4 (серная).

Молочная кислота является ильной органической кислотой. Отношение лактатных ионов к недиссоциированной молочной кислоте при $pH = 7,4$ находится в пределах 3000:1. На каждый миллиэквивалент образующейся молочной кислоты высвобождается равное количество $[H^+]$ и лактата. $[H^+]$ нейтрализуются буферами крови, в первую очередь бикарбонатным буфером. В дальнейшем $[H^+]$ и лактат используются в реакциях глюконеогенеза и окисления.

Основное количество молочной кислоты поступает в кровь из скелетных мышц, мозга и эритроцитов.

При достаточном поступлении кислорода пируват подвергается метаболизму в митохондриях до воды и углекислоты. В анаэробных условиях, при недостаточном поступлении кислорода, пируват преобразуется в лактат.

Образование лактата в организме тесно связано с образованием пирувата. Их количественное соотношение

характеризует соотношение гликолитического и окислительного превращений углеводов.

В крови здоровых людей величина отношения пируват / лактат в среднем равна 10 (9,3 - 14,3), а ее изменение свидетельствует о нарушении нормального метаболизма.

Клиренс лактата (исчезновение его из крови) связан, главным образом, с метаболизмом его в печени и почках. Поглощение лактата печенью является насыщаемым процессом. Существует понятие «лактатного порога», при достижении которого плавный рост концентрации молочной кислоты при её повышенной продукции переходит в скачкообразный.

Лактат является метаболическим продуктом пропиленгликоля, входящего в состав растворителя для многих внутривенных препаратов. У пациентов со сниженной функцией почек при продолжительных инфузиях таких растворов может накапливаться повышенное количество лактата.

Представляют интерес данные о значении уровня лактата в качестве прогностического признака неблагоприятного исхода патологических процессов. Доказано, что повышение уровня лактата происходит раньше, чем изменения других показателей развивающегося шока (гипотония, олигурия, снижение pH и др.).

Кислоты слабые и средней силы диссоциируют частично. Степень их диссоциации увеличивается по мере разбавления раствора. Слабыми кислотами являются

Таблица 1. Соотношения между pH и абсолютным количеством $[H^+]$ в крови.

pH крови	$[H^+]$
7,0	100 нмоль/л
7,2	63 нмоль/л
7,4	40 нмоль/л
7,6	25 нмоль/л
7,8	19 нмоль/л

Таблица 2. Значение pH жидкостей организма.

Жидкость организма	pH
Кровь артериальная	7.37 – 7.45
венозная	7.34 – 7.43
капиллярная	7.35 – 7.45
Моча	5.0 – 7.0
Спинально-мозговая жидкость	7.35 – 7.80
Интерстициальная жидкость	7.26 – 7.38
Слюна	6.8 – 7.5
Желудочный сок	1.6 – 1.8
Панкреатический сок	7.8 – 8.4
Желчь печеночная пузырная	7.3 – 8.0 6.0 – 7.0
Сок тонкой кишки	7.5 – 8.6
Сок толстой кишки	8.0 – 9.0
Сперма	7.2 – 7.4
Секрет простаты	7.7 – 7.4
Влагалищное содержимое	4.0 – 4.7
Амниотическая жидкость	7.0 – 7.7
Женское молоко	6.7 – 6.8
Пот эккринных желез апокринных желез	3.8 – 5.6 6.2 – 6.9
Кожное сало	6.9 – 7.1

H₂CO₃ (угольная), H₂S (сероводородная), H₃BO₃ (борная), HCN (цианистоводородная), молочная, ацетоуксусная, β-оксимасляная. К кислотам средней силы относятся H₃PO₄ (ортофосфорная), H₂SO₃ (сернистая). Важную роль в организме играют ионы аммония, угольная и ортофосфорная кислоты, диссоциирующие в жидкостях организма с образованием [H⁺].

Вещества, не способные выделять или связывать [H⁺], например, такие кристаллоиды как глюкоза и мочевины, не могут быть отнесены ни к кислотам, ни к основаниям.

Все кислоты, основания и соли в растворах диссоциируют на разноименно заряженные ионы. Определенная группа веществ может диссоциировать в зависимости от pH среды. Эти вещества называются амфотерными электролитами, или амфолитами. В щелочном растворе они являются донаторами [H⁺] и ведут себя как кислоты, в кислом растворе они способны связывать [H⁺], при этом проявляются их свойства оснований. К амфолитам относятся белки крови человека. Реакция крови человека слабощелочная (pH = 7,4), поэтому белки, в том числе и гемоглобин, ведут себя как слабые кислоты.

В норме pH крови равно 7,40±0,04. Сдвиги pH крови в кислую и щелочную сторону представляются опасными состояниями, а при pH ≤6,8 и pH ≥7,6 наступает гибель организма.

Показатели КОС зависят от возраста и состояния организма. Например, волнение или пребывание на высоте, сопровождающиеся гипервентиляцией, ведут к возникновению компенсированного дыхательного алкалоза. У вегетарианцев наблюдается более высокий уровень рСО₂, в среднем на 2 – 3 мм Hg выше, чем у лиц, не придерживающихся каких-либо диет. Обильный прием пищи сопровождается увеличением ВЕ до +3 – 4 ммоль/л.

Соотношения между абсолютным количеством [H⁺] в крови и ее pH оценивают, применяя электрометрический метод (таблица 1). В крови водород присутствует в виде свободного иона [H⁺] и H₃O⁺. Поэтому встречающееся в тексте выражение «в организме накапливаются водородные ионы» является в определенном смысле условным.

Значения pH других биологических жидкостей организма отличаются от показателя pH крови (таблица 2).

Обмен кислот и оснований в организме тесно связан с обменом воды и электролитов. Эти процессы объединены законами электронейтральности и изоосмолярности. Их постоянство обеспечивается гомеостатическими физиологическими механизмами.

Для плазмы крови закон электронейтральности проявляется в том, что суммарная концентрация катионов (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺) и анионов (Cl⁻, HCO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻, анионы белков и органических кислот) составляет 155 ммоль/л тех и других ионов.

Следовательно, суммарно Росм плазмы равно 310 ммоль/л, из них на долю Na⁺ приходится 142 ммоль/л, Cl⁻ – 103 ммоль/л.

HCO₃⁻ и белки представляют собой сильные буферные основания, их уровень в крови равен соответственно 27 ммоль/л и 15 ммоль/л.

Разность между измеряемыми концентрациями основных катионов (Na⁺ и K⁺) и анионов (Cl⁻ и HCO₃⁻) сыворотки крови называется анионным интервалом (АИ).

Анионный интервал (Anion gap) - концентрация неизмеряемых анионов плазмы - фосфаты, сульфаты, молочная, уксусная, пировиноградная и др. кислоты, белки.

$$AI = [Na^+ + K^+] - [Cl^- + HCO_3^-] = [140+5] - [104+26] = 145 - 130 = 15 \text{ ммоль/л}$$

Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻ являются основными ионами внеклеточной жидкости. Концентрация K⁺ незначительно влияет на величину анионного промежутка. В норме на долю неизмеряемых анионов (сульфат, фосфат, протеины, органические кислоты) приходится примерно 15-20 ммоль/л.

Показатель анионного интервала дает возможность оценить причину ацидоза. Увеличение анионного интервала наблюдается при уремии, лактат-ацидозе, отравлении салицилатами, уменьшение – при гипоальбуминемии, плазмоцитоме.

Поддержание КОС обеспечивается гомеостатическими механизмами, которые препятствуют сдвигу pH крови. К ним относятся буферные (физико-химические) и физиологические системы.

В плазме крови буферные системы представлены главным образом натриевыми солями угольной кислоты и белков, а в клетках – калийными солями фосфорной кислоты и белков, в том числе гемоглобина в эритроцитах. Эти соединения находятся в равновесии с соответствующими кислотами. Белки плазмы крови и гемоглобин проявляют свойства слабых кислот в условиях слабощелочной реакции крови и оснований в условиях кислой реакции крови.

Основные показатели кислотно-основного состояния крови pH – показатель водородных ионов плазмы крови, интегральный показатель, отражающий состояние буферных систем и физиологических механизмов компенсации. Он изменяется при воздействии факторов, превышающих возможности этих систем (таблица 3).

рСО₂ – показатель парциального напряжения СО₂ в крови, отражает функциональное состояние системы дыхания.

АВ (actual bicarbonate) – истинные бикарбонаты плазмы, то есть содержание ионов HCO₃⁻ в крови, взятой у данного больного в конкретных условиях.

SB (standart bicarbonate) – стандартные бикарбонаты плазмы крови – содержание бикарбоната у данного больного, определяемое в стандартных условиях: рСО₂ = 40 мм

Таблица 3. Основные показатели кислотно-основного состояния.

Показатели	Нормальные значения
pH крови	7,40 ± 0,04
рСО ₂	40±5мм Hg
АВ	19 – 25 ммоль/л
SB	20 – 26 ммоль/л
ВВ	44 – 52 ммоль/л
ВЕ	± 2,3 ммоль/л
pH мочи	5,0 – 7,0

Hg, Hb $O_2 = 100\%$, $t^0 = 370\text{ C}$.

BB (buffer base) – буферные основания плазмы, то есть сумма всех основных компонентов бикарбонатной, фосфатной, белковой и гемоглобиновой систем.

NBB – сумма всех основных компонентов буферных систем крови пациента, но оцениваемая в стандартных условиях: $pH=7.38$, $pCO_2=40\text{ мм Hg}$, $t^0=370\text{ C}$.

BE (base excess) – сдвиг буферных оснований отражает изменения содержания буферных оснований крови по сравнению с нормальным для данного больного NBB: $BE = BB - NBB$.

Следовательно, BE показывает, какое количество ммоль $NaHCO_3$ следует добавить или удалить, чтобы значение pH стало равным 7.38 при $t^0=370\text{ C}$. Положительное значение BE указывает на избыток оснований или дефицит кислот, а отрицательное – на дефицит оснований или избыток кислот.

pH мочи – показатель водородных ионов мочи отражает функциональное состояние почек, интенсивность процессов ацидогенеза аммионогенеза.

В настоящее время для оценки параметров, дающих развернутую оценку КОС, используют современные стационарные и портативные анализаторы, обеспечивающие быстрое выполнение анализов путем автоматического механизма ввода пробы крови объемом 70-105 мкл из капилляра или шприца. Современная аппаратура позволяет выполнять экспресс-диагностику не только в стационарных условиях, но и в карете скорой помощи, и у постели больного.

Анализаторы в зависимости от модификации дают возможность определить следующие параметры крови:

pH , pCO_2 , pO_2 , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , общее содержание гемоглобина (tHb), оксигемоглобин (O_2Hb), дезоксигемоглобин (ННb), карбоксигемоглобин (СОНb), метгемоглобин (MetHb), функциональная насыщенность гемоглобина кислородом (sO₂), глюкоза, лактат, мочевина.

В аппаратах предусмотрен специальный режим для анализа жидкостей, отличных от цельной крови, таких как (диализат, спинномозговая жидкость и др.)

Определение параметров КОС в клинике начали при-

менять 1959 году. Микрометод Аструпа был основан на использовании pH -чувствительных электродов для измерения pH и pCO_2 в 0,1–0,3 мл крови. Дополнительно по номограмме Сиггард-Андерсона рассчитывали общий CO_2 , BE, AB.

Список литературы:

1. Багров Я.Ю., Манусова Н.Б. Генерализованные отеки. Патогенез и лечение. // Нефрология и диализ. 2011. № 4. Т.11. С.388-395.
2. Горн М.М., Хейтц У.И. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс. М.: Изд.: «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2009, 359 стр.
3. Мухин Н.А., Кустова Т.С. Значение натрийуретических пептидов в оценке водно-солевого обмена при хронической болезни почек // Тер. архив. 2014. № 1. Т.86. С.95-102.
4. Наточин Ю.В. Клиренс осмотически свободной и свободной от натрия воды: клиническое значение. // Нефрология. 2012. № 2. Т.16. С.9-16.
5. Нефрология. Национальное руководство // Под ред. Н.А. Мухина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 597 с.
6. Шейман Д.А. Патолофизиология почки. М.: Бином. 2010. 206 с.
7. Баймаканова Г.Е. Интерпретация показателей газов артериальной крови. // Пульмонология и аллергология. 2013. № 2. С.42-45.
8. Литвицкий П.Ф. Нарушения кислотно-основного состояний. // Вопросы современной педиатрии. 2011. Т.10. № 1. С.83-92.
9. Голуб И.Е., Нетёсин Е.С., Сорокина Л.В. Нарушения кислотно-основного состояния и водно-электролитного обмена. Иркутск. 2015. 43 с.
10. Каюков И.Г., Добронравов В.А., Кучер А.Г. и др. Почечные тубулярные ацидозы в практике взрослого нефролога. Сообщение 1. Роль почек в регуляции кислотно-основного гомеостаза. // Нефрология. 2013. Т.17. № 1. С.20-41.
11. Малышев В.Д. Кислотно-основное состояние и водно-электролитный баланс в интенсивной терапии – 2005. 267 с.

ҚЫШҚЫЛ НЕГІЗІНІҢ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Н.В. Леонтьева

«И.И. Мечников атындағы Солтүстік - Батыс мемлекеттік медициналық университеті»,
Ресей, Санкт-Петербург қ.

Түйінді

Қышқылдық-негіздік күй (ҚНК) – ағзалық гомеостаздың маңызды компоненттерінің бірі. Ферменттердің белсенділігі, тотығу реакцияларының бағыты мен қарқындылығы, ақуыздар, көмірсулар, липидтер алмасуының процестері, рецепторлардың сезімталдығы, мембраналардың өткізгіштігі, ағзалардың қызметі көбінесе дененің ішкі ортасындағы сутегі мен гидроксил иондарының қатынасына байланысты.

ҚНК әдетте сутегі иондарының концентрациясымен сипатталады $[H^+]$ және pH белгісімен белгіленеді (pH of hydrogenium, лат., - сутектің салмағы).

pH - сутегі көрсеткіші туралы ұғымды 1909 жылы даниялық ғалым Серенсен ерітінділердің белсенді реакциясын сандық сипаттау үшін ұсынған.

Мақалада автор оқырманды қанның қышқылдық-негіздік күйінің негізгі көрсеткіштерімен, олардың қалыпты мәндерімен таныстырады. Бұл көрсеткіштер практикалық медицина үшін өте маңызды.

Кілт сөздер: күшті қышқылдар, әлсіз және орташа күшті қышқылдар, лактат клиренсі, пропиленгликоль, амфотериялық электролиттер, шынайы және стандартты қан плазмасының бикарбонаттары, плазманың буферлік негіздері, буферлік негіздердің ығысуы.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF ACID-BASE STATE

N.V. Leontyeva

«I.I. Mechnikov North-Western State Medical University», Russia, Saint-Petersburg

Summary

Acid-base state (CBS) is one of the most important components of organismic homeostasis. The activity of enzymes, the direction and intensity of redox reactions, the metabolic processes of proteins, carbohydrates, lipids, receptor sensitivity, membrane permeability, organ functions largely depend on the ratio of hydrogen and hydroxyl ions in the internal environment of the body.

CBS is usually characterized by the concentration of hydrogen ions $[H^+]$ and denoted by the symbol pH (pundus hydrogenium, Latin, - the weight of hydrogen).

The concept of pH - the hydrogen index - was proposed by the Danish scientist Sørensen in 1909 to quantify the active reaction of solutions.

In the article, the author introduces the reader to the main indicators of the acid-base state of the blood, their normal values. These indicators are important for practical medicine.

Key words: strong acids, weak and medium strength acids, lactate clearance, propylene glycol, amphoteric electrolytes, true and standard blood plasma bicarbonates, plasma buffer bases, buffer base shift.

УДК: 610.152.11: 612. 121: 012.23.

МРНТИ: 76.29.29.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ КОМПЕНСАЦИИ КИСЛОТНО – ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ

Н.В. Леонтьева

«Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»,
Россия, г. Санкт-Петербург

Аннотация

Возмущающее действие кислот или оснований на первом этапе включает буферные системы, на втором этапе происходит экскреция избытка образовавшихся или попавших извне веществ. Основными системами и органами, принимающими участие в регуляции КОС, являются дыхательная, мочевыделительная, пищеварительная системы, печень, кожа.

Автор детально рассматривает роль каждой из этих систем в поддержании нормального уровня кислотно-щелочного состояния. Отмечается, что дыхательная и мочевыделительная системы играют важнейшую роль в поддержании кислотно-основного состояния. Им принадлежит ведущая роль в поддержании относительного избытка бикарбоната во внеклеточной жидкости. Это является необходимым условием для адекватной функции бикарбонатной буферной системы. Печень и желудочно-кишечный тракт также принимают участие в поддержании кислотно-щелочного равновесия. Развитие тяжелого состояния у пациентов с декомпенсированным стенозом привратника, сопровождающимся постоянной рвотой и, соответственно, выведением большого количества желудочного содержимого, объясняется потерей $[H^+]$, Cl^- , K^+ и развитием декомпенсированного гипохлоремического гипокалиемического алкалоза.

Ключевые слова: дыхательная система, мочевыделительная система, реабсорбция бикарбоната, фосфатная и аммонийная буферные системы, альдостерон.

Дыхательная система. Роль легких заключается в поддержании нормального уровня CO_2 . В организме здорового человека в сутки образуется в среднем 15.000 ммоль угольной кислоты. При чрезмерной физической нагрузке это количество может возрасти в десятки раз, но и в этом случае в здоровом организме рН крови поддерживается в пределах 7,35 - 7,45.

Свободные ионы $[H^+]$ легкими не выделяются. При их усиленном образовании и накоплении в организме нормально функционирующая бикарбонатная система связывает $[H^+]$ и переводит сильные кислоты в слабую угольную кислоту с последующим образованием из нее воды и углекислого газа, который выводится с выдыхаемым воздухом. Углекислый газ и вода образуются не только в результате реакции бикарбонатной буферной

системы, но и являются конечными продуктами ряда метаболических процессов, в ходе которых углерод органических соединений окисляется до CO_2 .

При самопроизвольном дыхании вентиляция регулируется дыхательным центром, который чувствителен к $[H^+]$ и CO_2 . В условиях гиперкапнии и ацидоза происходит стимуляция дыхательного центра, развиваются тахипноэ и гипервентиляция, CO_2 элиминируется. При избыточном накоплении щелочных валентностей в организме возникает повышенная потребность в угольной кислоте, использующейся на нейтрализацию этих щелочей. Истощение H_2CO_3 сопровождается снижением pCO_2 . Интенсивность стимуляции дыхательного центра снижается, возникают брадипноэ и гиповентиляция, выведение CO_2 с выдыхаемым воздухом замедляется,