

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КАРБОКСИГЕМОГЛОБИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА КРОВИ У НЕКУРЯЩИХ И КУРЯЩИХ ЮНОШЕЙ

Исаева Е.Е.¹, Усманова С.Р.¹, Шамратова В.Г.¹

¹ФГОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия (450076, Уфа, ул. Заки Валиди, 32), e-mail: agent373@mail.ru

Значительный вклад в ухудшение кислородтранспортной функции организма при табакокурении вносит поступление в организм монооксида углерода (СО), обладающего значительно более высоким по сравнению с кислородом сродством к гемоглобину (Hb). СО, частично блокируя процессы транспортировки кислорода вследствие образования карбоксиHb (СОHb), не способного переносить кислород, существенно снижает его доставку тканям. В этой связи представляет интерес изучение связей содержания СОHb с параметрами, отражающими состояние кислородного гомеостаза, - кислородной сатурацией крови (satO₂) и показателем степени сродства Hb к O₂ p50 (полунасыщение оксигемоглобина O₂). В настоящей работе представлены результаты изучения этих связей методом регрессионного анализа у некурящих и курящих людей. Выяснилось, что характер зависимости satO₂ от содержания СОHb у курящих юношей отличается от линии регрессии у некурящих - отсутствием восходящей части на кривой и отчетливо выраженным снижением кислородной сатурации при повышении концентрации СОHb. В то же время у курильщиков рост значений СОHb сопровождается увеличением величины p50, т.е. по мере возрастания концентрации СОHb увеличивается дезоксигенация Hb, а, следовательно, и диффузия кислорода в ткани. Этот факт можно рассматривать как один из механизмов адаптации организма курильщиков к кислородному дисбалансу. Важно отметить, что у некурящих людей, как выявленные негативные процессы, так и адаптивные реакции проявляются при относительно низких концентрациях СОHb, что подтверждает известные факты вреда пассивного курения.

Ключевые слова: гипоксия, кислородная сатурация, карбоксигемоглобин, активное и пассивное курение

PECULIARITIES OF INFLUENCE OF CARBOXYHEMOGLOBIN ON THE PERFORMANCE OF THE OXYGEN REGIME OF BLOOD IN SMOKERS AND NON-SMOKERS BOYS

Isaeva E.E.¹, Usmanova S.R.¹, Shamratova V.G.¹

Bashkir state University, Ufa, Russia (450076, Ufa, Zaki Validi street, 32), e-mail: agent373@mail.ru

Significant contribution to the deterioration in the oxygen functions of the body when tobacco smoking contributes intake of monooxida carbon monoxide (CO), which has significantly higher compared with the oxygen affinity to hemoglobin (Hb). CO, partially blocking the transport processes of oxygen due to the formation carboxyhemoglobin (COHb) is not capable to carry oxygen significantly reduces its delivery tissues. In this connection it is interesting to study the links content COHb with parameters reflecting the state of oxygen homeostasis - blood oxygen saturation (satO₂) and an indicator of the affinity of Hb for O₂ p50 (half-saturation of oxyhemoglobin O₂). This paper presents the results of a study of these relations by regression analysis in non-smokers and smokers. It turned out that the dependence on the content of COHb satO₂ smokers boys differs from the regression line in non-smokers - the lack of the ascending part of the curve and a distinct decrease in oxygen saturation with increasing concentration of COHb. At the same time, the growth of smokers COHb values accompanied by increased quantities of p50, i.e. with increasing concentration of COHb increases deoxygenation Hb, and therefore the diffusion of oxygen to the tissues. This fact can be considered as one of the mechanisms of adaptation of the organism to oxygen imbalance smokers. It is important to note that non-smokers identified as negative processes and adaptive reactions occur at relatively low concentrations of COHb, which confirms the known facts of the harm of passive smoke.

Keywords: hypoxia, oxygen saturation, carboxyhemoglobin, active and passive smoking

Введение

Табакокурение является одним из наиболее распространенных источников поступления монооксида углерода (СО) в организм человека. При повышенных концентрациях экзогенный СО связывается с гем-содержащими белками: гемоглобином

(Hb), миоглобином, цитохромами, что вызывает кислородное голодание тканей за счет нарушения как транспорта кислорода, так и тканевого дыхания. Ухудшение кислородтранспортной функции (КТФ) крови у курильщиков обусловлено повышением уровня карбоксигемоглобина (СОHb), который может составлять 3—5% от общего содержания Hb, достигая 10% у злостных курильщиков, выкуривающих более 2—3 пачек сигарет в день [6]. При этом количество ежедневно выкуриваемых сигарет непосредственно влияет на содержание не только СОHb, но и оксигенированной формы гемоглобина и кислородную сатурацию в целом [7]. Развивающаяся гипоксемия, а также неспособность тканевых клеток использовать кислород вследствие ухудшения диффузии его к митохондриям приводит к снижению интенсивности тканевого обмена.

Наряду с активным курением вызывает тревогу пассивное курение, поскольку экспозиция вторичным табачным дымом также опасна, как и дымом главного потока, который вдыхает активный курильщик. Известно, что 50% основного потока табачного дыма уходит в окружающий воздух, а в окружающего курильщика атмосферу попадает токсических компонентов больше, чем в организм самого курильщика [1]. Это обстоятельство обуславливает необходимость объективной оценки влияния компонентов табачного дыма и, прежде всего, монооксида углерода, не только на активных, но и пассивных курильщиков. Одним из способов такого анализа является изучение регрессионных кривых зависимости параметров кислородного транспорта крови от содержания СОHb в широком диапазоне его варьирования. Такой подход позволит обнаружить закономерности влияния СОHb на состояние КТФ крови и выявить зоны, в которых у курящих и некурящих людей наблюдаются изменения характера зависимости, свидетельствующие либо о развитии адаптационных реакций, либо, наоборот, о проявлении негативного действия СО.

К числу показателей, отражающих состояние кислородного гомеостаза, можно отнести кислородную сатурацию крови (satO_2). Представляя собой отношение фракции оксигенированного Hb к количеству Hb в крови, который способен транспортировать кислород, satO_2 является индикатором адекватного поступления O_2 в кровь из альвеол легких. Другим важнейшим параметром КТФ крови является p50 (полунасыщение оксигемоглобина O_2) – показатель степени сродства Hb к O_2 . Его возрастание свидетельствует об улучшении диссоциации оксигемоглобина, большем освобождении кислорода и его диффузии в ткани.

Целью настоящего исследования явилось изучение характера связи содержания СОHb в крови с satO_2 и p50 у курящих и некурящих людей методом регрессионного анализа.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие студенты (юноши) Башкирского государственного университета 18-23-летнего возраста, клинически здоровые по результатам ежегодного диспансерного осмотра. Выборку обследованных мы разделили на 2 группы согласно факту курения по анкетным данным: группа 1 – некурящие (n=49); группа 2 – курящие юноши (n=101). Кровь для анализа забиралась утром натощак, по нашим предварительным рекомендациям испытуемым разрешалось выкурить не более одной сигареты и не менее чем за час до сдачи анализа. Анализ крови проводился на автоматическом анализаторе «RAPIDLAB865» фирмы «BAYER» (Германия). Обработку данных проводили методом регрессионного анализа в программе Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлена регрессионная кривая зависимости кислородной сатурации от концентрации СОНб у некурящих юношей. Видно, что возрастание концентрации СОНб сопровождается повышением satO_2 , что обусловлено сдвигом кривой диссоциации оксигемоглобина влево вследствие более высокого сродства этой фракции к O_2 . Наличие в крови карбоксигемоглобина в норме, доля которого у некурящих людей составляет 0,5—1,0% от общего содержания Нб, обусловлено его образованием за счет эндогенного монооксида углерода [5]. Возрастание содержания СОНб более 1,3%, как вытекает из линии регрессии, приводит к некоторому снижению сатурации крови.

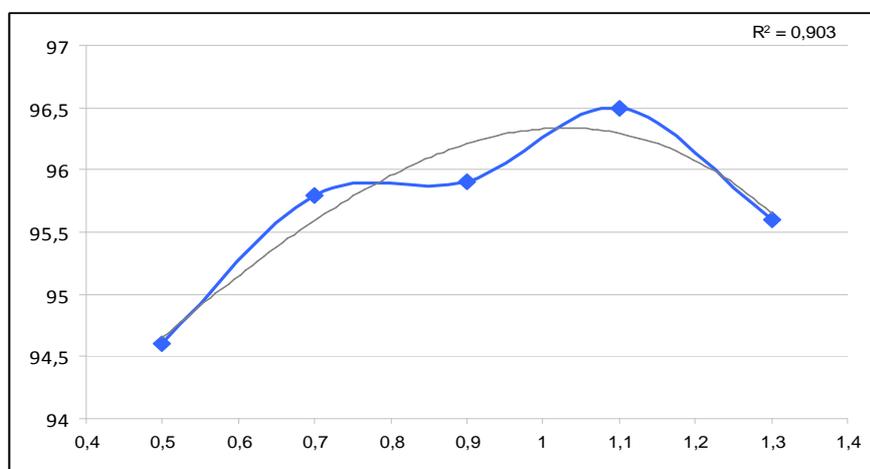


Рис. 1. Зависимость кислородной сатурации крови от концентрации СОНб для некурящих юношей, по оси абсцисс концентрация СОНб в %, по оси ординат сатурация в %

Аналогичный характер зависимости прослеживается и при изучении зависимости $p\text{O}_2$ от концентрации СОНб. Рост $p\text{O}_2$ наблюдается в интервале варьирования СОНб до 1,3%, затем отмечается тенденция к снижению показателя (рис. 2).

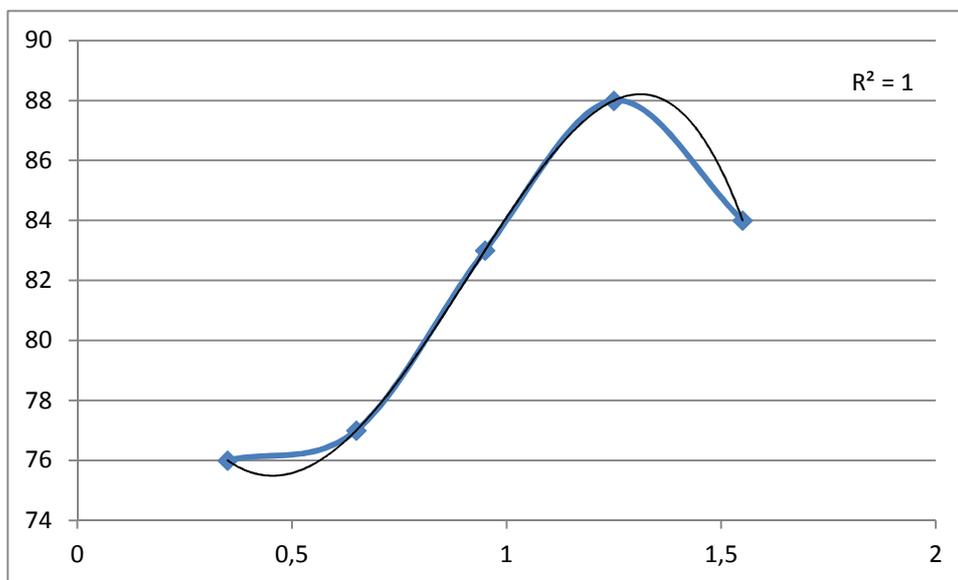


Рис. 2. Зависимость парциального давления кислорода от концентрации СОНб для некурящих юношей, по оси абсцисс концентрация СОНб в %, по оси ординат парциальное давление в мм. рт. ст.

У курящих юношей в области кривой, приходящейся на интервал варьирования СОНб от 1 до 2 % (рис.3), связи между этими параметрами отсутствуют, при дальнейшем повышении концентрации происходит слабо выраженное, а при содержании СОНб свыше 4,5% – резкое снижение кислородной сатурации. Принципиально сходный характер кривой наблюдается для зависимости СОНб – pO_2 . Таким образом, табакокурение, сопровождающееся накоплением в крови достаточно высоких концентраций СОНб, существенно снижает кислородное насыщение крови. В то же время у курильщиков накопление в крови СОНб от 2% до 4 % практически не сказывается ни на сатурации, ни на pO_2 , что, очевидно, свидетельствует о развитии адаптационных процессов во всей кислородтранспортной системе организма. Так, существует точка зрения о том, что у молодых курильщиков с небольшим стажем благодаря широким компенсаторным возможностям организма в обычных условиях и, как правило, отсутствию достаточного кумулятивного эффекта длительное время могут не проявляться клинически изменения со стороны систем дыхания и кровообращения [2]. Сатурация и парциальное давление O_2 , является, как известно, показателем состояния диффузии кислорода в легких, отражая функцию легких и сердца, которые обеспечивают диффузию кислорода воздуха в кровь – из альвеол легких в легочные капилляры [6].

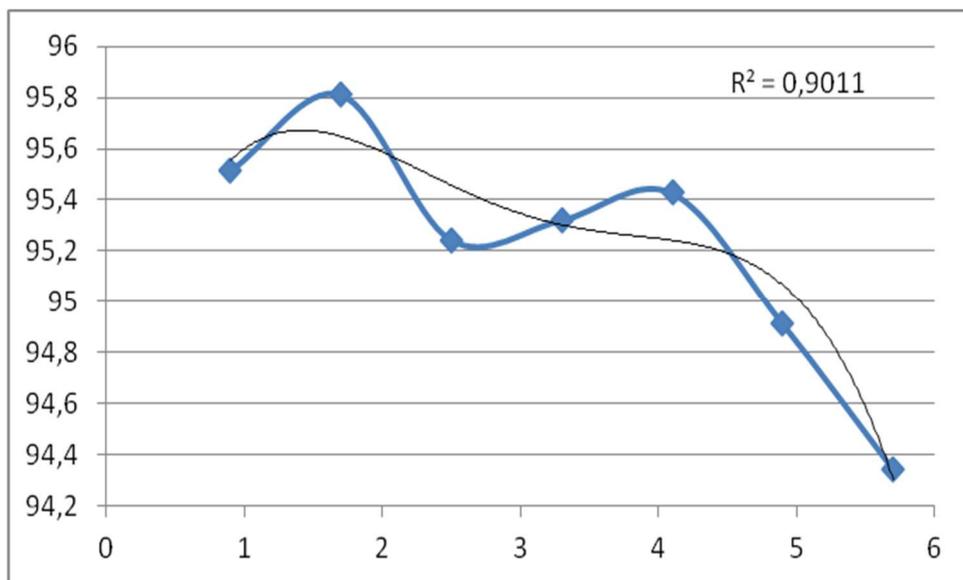


Рис. 3. Зависимость кислородной сатурации крови от концентрации СОНб для курящих юношей, по оси абсцисс концентрация СОНб в %, по оси ординат сатурация в %

Вполне возможно, что определенный вклад вносят также адаптационные реакции, затрагивающие непосредственно механизм поступления кислорода в ткани. В этой связи большой интерес представляет изучение величины $p50$ – показателя степени сродства Нб к кислороду. Его снижение свидетельствует об усилении оксигенации, а повышение – дезоксигенации, т.е. увеличении отдачи кислорода тканям. Чтобы объяснить механизмы адаптации кислородтранспортной системы к содержанию СОНб в крови юношей, мы рассмотрели связь между СОНб и показателем $p50$. На рис. 3 и 4 представлены графики регрессионной зависимости $p50$ от СОНб для некурящих и курящих испытуемых.

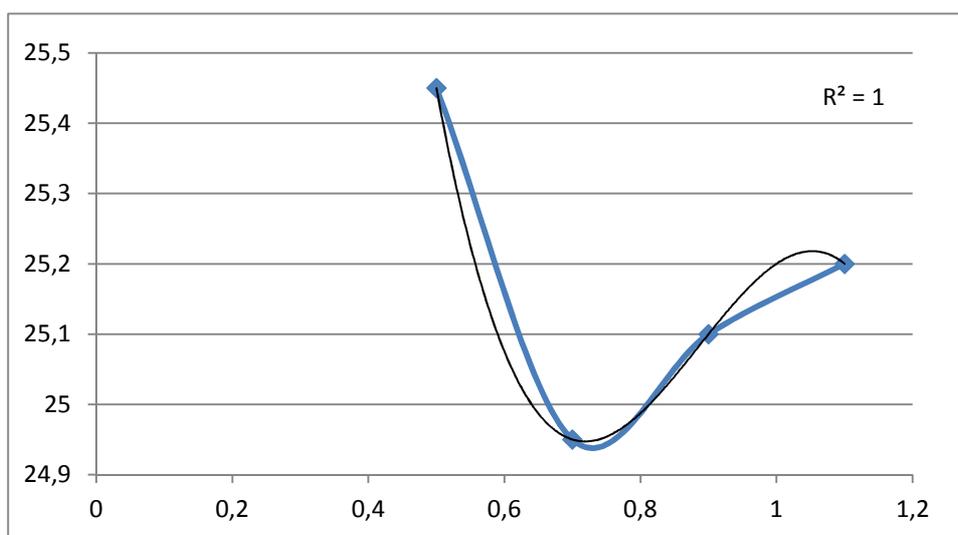


Рис. 4. Зависимость $p50$ от концентрации СОНб для некурящих юношей, по оси абсцисс концентрация СОНб в %, по оси ординат сатурация в %

У некурящих низкому уровню СОНб соответствует высокие значения $p50$ как при прямой, так и при обратной зависимости (рис. 4), что обусловлено более высоким сродством гемоглобина к СО, чем к кислороду. У курящих юношей рост значений СОНб сопровождается увеличением величины $p50$ (рис. 5).

Иначе говоря, по мере возрастания концентрации СОНб увеличивается дезоксигенация Нб. Причем обратная зависимость этих показателей демонстрирует связь с большим коэффициентом детерминации. Таким образом, можно допустить, что у курящих юношей повышение концентрации СОНб в крови противодействуют развитию гипоксии тканей благодаря улучшению диссоциации оксигемоглобина, освобождению большего количества кислорода и его доступности тканям.

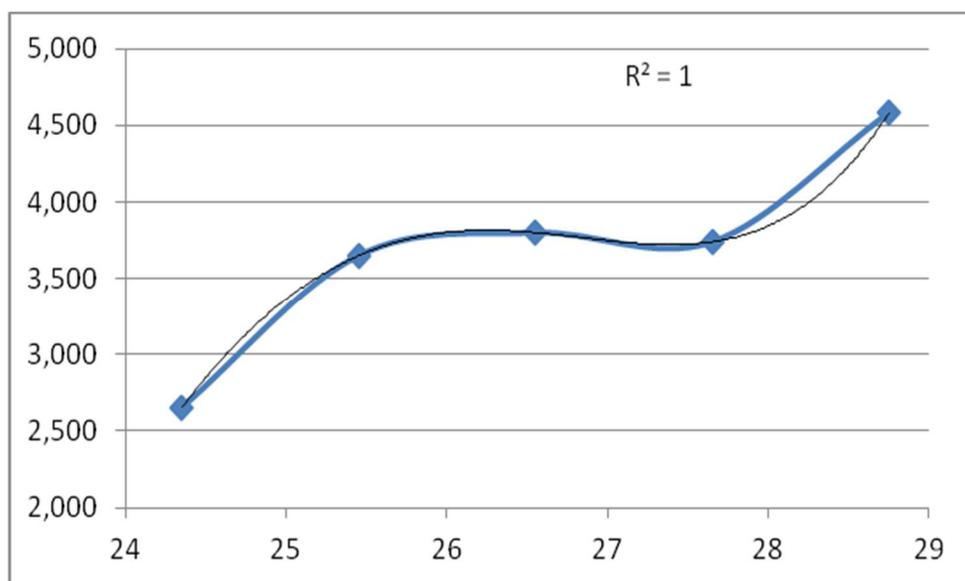


Рис. 5. Зависимость $p50$ от концентрации СОНб для курящих юношей по оси абсцисс концентрация СОНб в %, по оси $p50$ в мм. рт.ст.

Одним из механизмов такой адаптации может быть увеличение содержания 2,3-ДФГ – продукта побочного пути расщепления глюкозы метаболизма эритроцитов, в присутствии которого гемоглобин легче отщепляет кислород и тем самым обеспечивает ткани нужным количеством кислорода, предупреждая гипоксию [5]. Так, показано, что у курильщиков со стажем более 5 лет концентрация 2,3 ДФГ повышается, что способствует снижению сродства Нб к кислороду и его освобождением для улучшения аэрации тканей [3].

Улучшение отдачи кислорода тканям может достигаться и за счет эффекта Бора: у курильщиков со стажем наблюдается уменьшение показателя pH , что сопровождается снижением сродства гемоглобина к кислороду.

Заключение

Негативная роль курения сказывается на состоянии кислородного гомеостаза путем накопления в крови СОНб, не способного транспортировать кислород тканям. При концентрации СОНб, превышающей 4%, существенно снижается кислородная сатурация крови. В то же время в организме курящих развивается ряд компенсаторных механизмов, препятствующих развитию гипоксии, вызванной табакокурением, в частности, повышается величина p_{50} , свидетельствуя об усилении отдачи кислорода тканям при том же уровне pO_2 . У некурящих pO_2 и кислородное насыщение крови имеет тенденцию к снижению при значительно более низких концентрациях СОНб, чем у курящих, что говорит о слабой адаптации организма к СО и отсутствии резервных механизмов. В этой связи организм людей, не потребляющих табак, но находящихся в среде с загрязнением воздуха табачным дымом (вдыхающие загрязненный табачным дымом воздух «пассивное курение»), оказываются более подверженными негативному действию табачного дыма, чем сами курящие. Таким образом, неблагоприятным прогнозом для здоровья является не только активное, но и пассивное курение.

Список литературы

1. Агаджанова С.Н. Еще раз о вреде курения / С.Н. Агаджанова // Дошкольная педагогика. – 2012. – С. 14 -16.
2. Габриелян К.Г. Уровень адаптационных возможностей организма студентов и курение / К.Г. Габриелян, Б.В. Ермолаев // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. - №2. – С. 110-113.
3. Герман А.К. Состояние мозгового кровотока у курильщиков / А.К. Герман // Врачебн. дело – 1995. - №2 – С. 123-125.
4. Загоскин П.П. Новые данные о физиологической роли монооксида углерода / П.П. Загоскин // Нижнегородский Медицинский Журнал. – 2008. - №3. – С. 103-112.
5. Луценко М.М. Газотранспортный обмен в периферической крови при общем охлаждении организма/М.М. Луценко //Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2012. - №44. – С. 85-89.
6. Моран Р. Лабораторная оценка снабжения тканей кислородом: газы крови и СО-оксиметрия (лекция) [Текст] / Р. Моран // Клиническая лабораторная диагностика. – 1998. - № 2. – С. 25-32.
7. Шамратова В.Г. Биохимические и физиологические механизмы влияния курения на кислородный статус организма юношей с различным уровнем физической активности / В.Г. Шамратова, С.Р. Усманова // Вестник Башкирского университета. – 2013. - № 4. – С. 1050 – 1052.

Рецензенты:

Ибрагимов Р.И., д.б.н., профессор кафедры биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Уфа.

Новоселова Е.И., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой экологии ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Уфа.