



Ю.Батаев

В этой статье объясняется влияние кислородного окна на процессы насыщения и представлено возможное воздействие кислородного окна на физической и физиологической основе, происходящей в организме. Кислородное окно ведет к тому, что общее газовое напряжение в венозном кровообращении больше чем давление, окружающее альвеолы. Предполагают, что это низкое давление или это не полное насыщение ведет к растворению и предотвращению микро пузырей.

Физические предпосылки

- Диффузия - это процесс переноса газообразных или растворённых веществ из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией.
- Парциальное давление газа пропорционально к растворенной массе газа в жидкости. Парциальное давление газа в растворе определено как то парциальное давление, которое создает этот газ, если газ находится в состоянии равновесия в растворе. В состоянии равновесия в растворе, растворённая газовая масса остается постоянной, т.е. следующий газ не диффундирует внутри раствора.
- Разница парциальных давлений возникает за счет диффузии. Каждый газ диффундирует независимо от других присутствующих газов. Сумма парциальных давлений в газовой форме идентична к давлению окружающей среды. В растворенной форме сумма может отличаться от давления окружающей среды.

Транспорт газов в крови

- Растворимость кислорода в плазме крови относительно низкая и при нормоксическом давлении не достаточна для снабжения тканей.
- При нормальном давлении (в 1 бар) большая часть кислорода транспортируется связанной с гемоглобином.
- 10% двуокиси углерода транспортируется в крови в растворенном состоянии. Примерно 30% молекул CO₂ присоединено к свободному от молекул O₂ гемоглобину. Остальные 60% превращаются посредством воды в углекислоту. Разведённая углекислота (HCO₃

3)
) - транспортируется в плазме крови к легким и там будет снова превращена в CO

2

- В связи с кислородным окном важно, что парциальное давление кислорода выше, чем вытекающее парциальное давление двуокиси углерода после сгорания кислорода, т.е. растворимость двуокиси углерода в крови, примерно в 20 раз больше чем растворимость кислорода.

Физиология: транспорт газа в организме

Мы рассматриваем состав воздуха как 21% кислорода и 79% азота, т.е. мы вдыхаем на поверхности 790mbar азота и 210mbar кислорода. Вдыхаемый воздух увлажняется, т.е. 100% влажности воздуха при 37 °C. Также мы должны учитывать двуокись углерода (около 4-5 %), которая не выдыхается и примешивается сюда же. Таким образом, в альвеолах измеряются следующие парциальные давления: азота 750mbar, кислорода 135mbar, давление водяного пара 62mbar и парциальное давление двуокиси углерода 53mbar.

В артериях парциальные давления идентичны, за исключением парциального давления кислорода. Парциальное давление кислорода снижается до 125mbar.

Различие возникает из-за ограниченного времени диффузии. Кровь находится только несколько секунд поблизости от альвеолярной мембраны. Кислород вместе с питательными веществами превращается обменом веществ в двуокись углерода, энергию и воду. В капиллярах часть кислорода заменяется, таким образом, на двуокись углерода. В венах парциальное давление кислорода снижается до 58mbar. Парциальное давление двуокиси углерода поднимается соответственно до 59mbar. Сумма парциальных давлений дает в итоге в венах 929mbar. Так существует не полное насыщение в 71mbar по сравнению с окружающим давлением (в 1000mbar). Отношения показаны в рисунке 1.

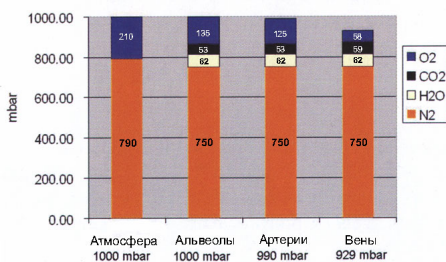
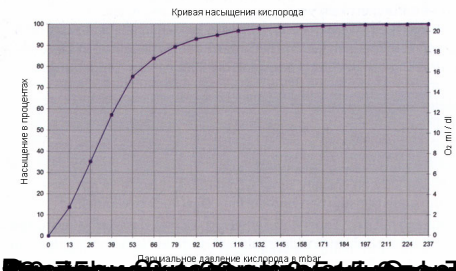
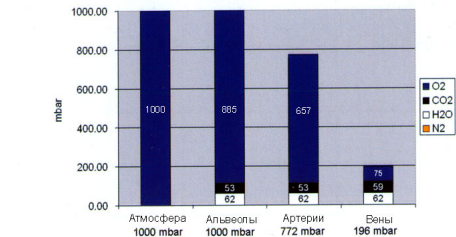


Рисунок 1: парциальные давления при дыхании воздухом с давлением 1 бар

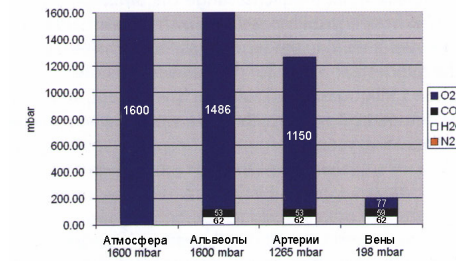
Не полное насыщение в венозном кровообращении (кислородное окно) определяется механизмами транспорта кислорода и двуокиси углерода. При нормальных условиях к 1 грамму гемоглобина привязывается 1,39ml O₂. Принимается концентрация 15 граммов гемоглобина на децилитр крови, транспортируемая масса кислорода на децилитр крови может рассчитываться в зависимости от парциального давления кислорода (рисунок 2).



Частичное давление кислорода в мбар: Атмосфера (1013), Альвеолы (105), Артерии (99), Вены (40)



Частичное давление кислорода в мбар: Атмосфера (1013), Альвеолы (105), Артерии (99), Вены (40)



Частичное давление кислорода в мбар: Атмосфера (1600), Альвеолы (1600), Артерии (1265), Вены (196)

Важно помнить, что в альвеолах и артериях кислород находится в равновесии с жидкостью, поэтому его парциальное давление равно парциальному давлению в жидкости. В венах же кислород находится в виде оксигемоглобина, поэтому его парциальное давление ниже, чем в жидкости.

[здесь](#)