

## ПУЛЬСОКСИМЕТРИЯ

*С.Дж.Фернлей*

*Отделение анестезиологии больницы Торбэй,  
Торквей, Великобритания*

Пульсоксиметрия – это простой неинвазивный метод мониторинга процентного содержания гемоглобина, насыщенного кислородом. Пульсоксиметр представляет собой специальный датчик, закрепляющийся на пальце или мочке уха больного и связанный с компьютеризированным электронным блоком. Дисплей электронного блока показывает процент гемоглобина, насыщенного кислородом, при этом каждый пульсовой удар сопровождается звуковым сигналом. Некоторые модели пульсоксиметров демонстрируют частоту сердечных сокращений и графическое отображение объема кровотока на участке тела, где располагается датчик. Персонал, пользующийся пульсоксиметром, может установить пределы звуковой тревоги, что дает возможность своевременно диагностировать развитие гипоксии еще до того, как у больного разовьется цианоз.

**Как работает пульсоксиметр?** Источник света, расположенный в датчике пульсоксиметра, генерирует волны различной длины (650 и 805 нм). Свет частично поглощается гемоглобином; при этом степень абсорбции различается в зависимости от того, насыщен гемоглобин кислородом или подвергся восстановлению. Определив абсорбцию волн с различной длиной, процессор может рассчитать процентное содержание оксигемоглобина. Процессор зависит от пульсирующего кровотока и дает изображение кривой, которая демонстрирует его интенсивность. В тех случаях, когда кровоток замедлен (гиповолемия, вазоконстрикция), пульсоксиметр может оказаться неспособным выполнять свою функцию. Компьютерный блок пульсоксиметра отделяет пульсирующий кровоток от статических сигналов, исходящих из тканей и венозного русла, и выводит на дисплей лишь кривую артериального кровотока.

**Калибровка и работа пульсоксиметра.** Пульсоксиметры калибруются в процессе производства и при включении автоматически проверяют свой внутренний контур. Точность измерений максимальна при значениях сатурации 70-100% ( $\pm 2\%$ ); при насыщении гемоглобина кислородом менее 70% она несколько снижается. Параллельно со снижением сатурации происходит уменьшение интенсивности звукового сигнала пульсовой волны.

Размер пульсовой волны (относительно кровотока) отображается на дисплее в графической форме. Некоторые модели пульсоксиметров могут автоматически увеличивать размер пульсовой волны на дисплее при снижении кровотока. Звуковая тревога, как правило, включается при переходе частоты сердечных сокращений больного через предварительно установленные верхний или нижний пределы безопасности, а также при снижении сатурации кислорода менее 90%. Ниже границы этого уровня насыщения гемоглобина кислородом отмечается резкое снижение  $PaO_2$ , что свидетельствует о серьезной гипоксии.

В ряде ситуаций показания пульсоксиметра могут быть неточными:

- 1) Снижение периферического пульсирующего кровотока, обусловленное периферической вазоконстрикцией (гиповолемия, гипотензия, холод, сердечная недостаточность, некоторые виды аритмий) или поражением периферических сосудов. Подобные изменения приводят к ослаблению сигнала, анализ которого из-за неадекватной силы затруднен.
- 2) Венозный застой, особенно в тех случаях, когда он вызван регургитацией крови через трехстворчатый клапан, может приводить к пульсации венозной крови, занижающей показания датчика пульсоксиметра, расположенного на мочке уха больного. Венозный застой в области конечности и неправильное расположение датчика также затрудняют

интерпретацию сигнала. В тех случаях, когда показания пульсоксиметра ниже ожидаемых, рекомендуется сменить расположение датчика. Тем не менее, в большинстве случаев при нормальной форме кривой кровотока показаниям сатурации стоит доверять.

3) Искажение сигнала пульсоксиметра может быть обусловлено также ярким светом в помещении и диатермокоагуляцией. Кроме того, поступление сигнала адекватной силы может нарушаться при появлении озноба.

4) Пульсоксиметрия не может дифференцировать различные формы гемоглобина. Карбоксигемоглобин (гемоглобин, связанный с монооксидом углерода) идентифицируется пульсоксиметром как 90% содержание оксигемоглобина и 10% - восстановленного гемоглобина; таким образом, в данном случае пульсоксиметр переоценивает значения сатурации. Наличие в крови метгемоглобина также нарушает нормальную работу прибора; при этом, несмотря на более высокую истинную сатурацию, показания пульсоксиметра будут ниже нормы (отмечается тенденция к снижению сатурации до 85%).

5) При внутривенном введении метиленового синего (в хирургии паразитовидных желез, при хромоцистоскопии, лечении метгемоглобинемии и др.) наблюдается кратковременное снижение сатурации.

6) Наличие лака на ногтях может привести к ложному снижению показателей сатурации. В то же время, нужно иметь в виду, что желтуха, темный цвет кожи и анемия не влияют на правильность показаний пульсоксиметра.

Пульсоксиметры могут использоваться в целом ряде клинических ситуаций, однако, наиболее эффективно их применение для контроля сатурации крови и частоты пульса во время анестезии. Кроме того, они получили широкое распространение для мониторинга периода пробуждения после анестезии. В большинстве случаев необходимо поддерживать сатурацию более 95%, однако у пациентов с хроническими заболеваниями органов дыхания и врожденными пороками сердца этот показатель может снижаться, что характеризует выраженность заболевания.

В отделении интенсивной терапии пульсоксиметры широко используются при проведении ИВЛ и позволяют выявить проблемы с оксигенацией до того, как они начнут проявляться клинически. Пульсоксиметрия помогает облегчить процесс отлучения от вентилятора и оценить адекватность оксигенотерапии. В некоторых лечебных учреждениях пульсоксиметры применяются и в обычных палатах у тяжелых больных и в отделениях оказания экстренной медицинской помощи. При проведении некоторых процедур, таких, как эндоскопические исследования, когда больные подвергаются седации, пульсоксиметрия используется для того, чтобы повысить безопасность больного и снизить риск гипоксии.

Пульсоксиметрия не дает информации об уровне  $CO_2$ , поэтому имеет ограниченное значение при оценке состояния пациентов с дыхательной недостаточностью, связанной с задержкой  $CO_2$ . В редких случаях показания пульсоксиметра могут отклоняться от реальных значений сатурации, поэтому, как и при любых методах мониторинга, их анализ должен сочетаться с клинической оценкой больного. В то же время, никогда не следует игнорировать показатели сатурации, свидетельствующие о наступлении гипоксии. Нет сомнений в том, что пульсоксиметрия является одним из величайших достижений в развитии мониторинга за состоянием больного, и что ее рутинное использование во время анестезии и оперативных вмешательств позволяет резко повысить их безопасность. Если учесть, что минимальная стоимость пульсоксиметра составляет 1200 £, распространение данной аппаратуры во многом зависит от экономических возможностей лечебных учреждений, однако в любом случае мы не должны забывать о необходимости дальнейшего развития этого метода.