

Качество измерения содержания кислорода в крови неинвазивным методом при низкой перфузии. Сравнение различных оксиметров.

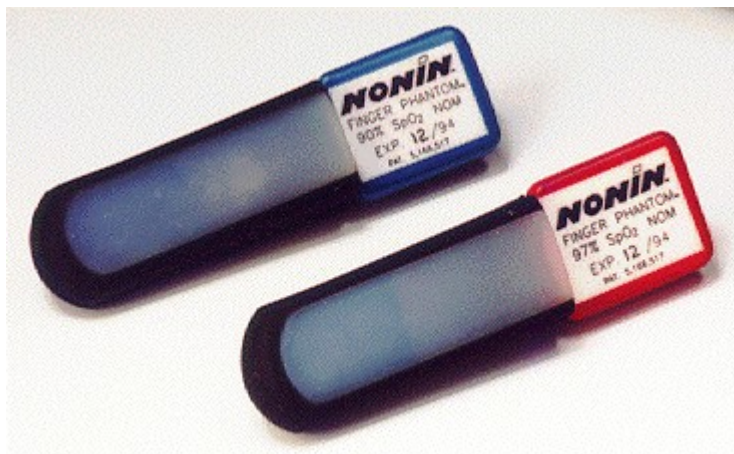
У некоторых групп пациентов наблюдается низкая перфузия из-за уменьшенного периферического кровотока. К такого рода пациентам относятся пожилые люди, пациенты со «слабым» сердцем, больные диабетом, анемией и другими заболеваниями.

Поскольку оксиметры широко используются как в условиях стационара, так и в бытовых условиях, то для них критически важным является измерение и обработка сигналов при низкой перфузии.

Исследования.

Мы провели лабораторные исследования качества измерения у различных оксиметров в условиях низкой перфузии. Для этого был сделан специальный симулятор соответствующих сигналов. Доступные в продаже электро-оптические симуляторы, такие как Fluke Index, не могут быть использованы, из-за своих конструктивных особенностей и значительных шумов при низкой перфузии.

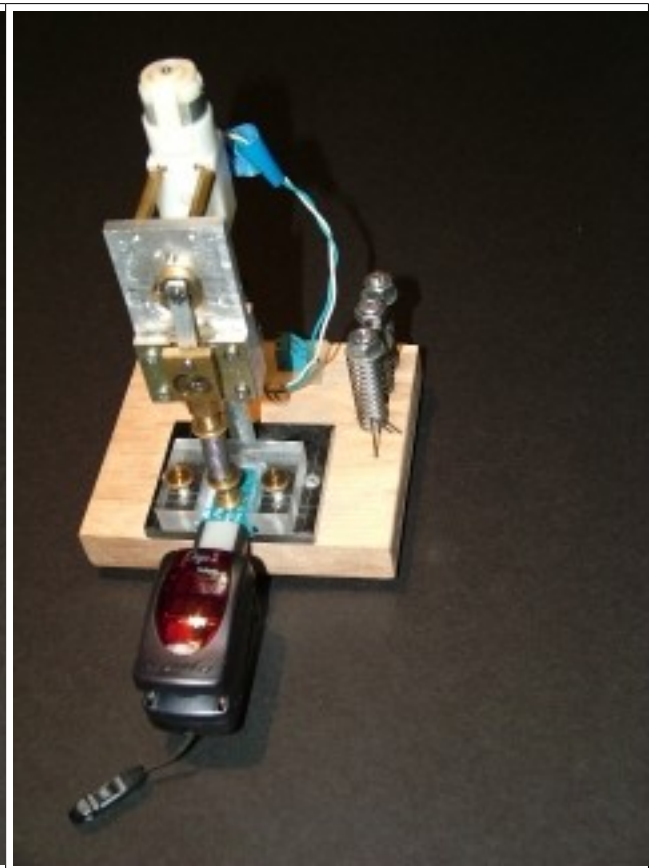
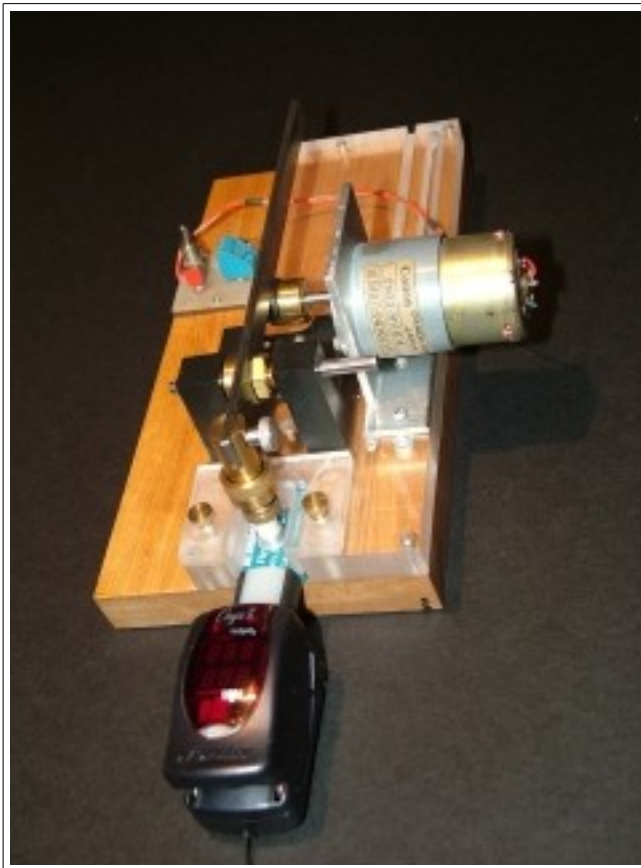
Мы использовали механические имитаторы, известные как “Nonin Phantoms”



Имитаторы “Nonin Phantoms” содержат чернила с определенной спектральной плотностью. Поскольку механическое давление прилагается к плоской части Фантома, чернила выдавливаются к другому концу, увеличивая оптическую плотность, и моделируя артериальную пульсацию крови.

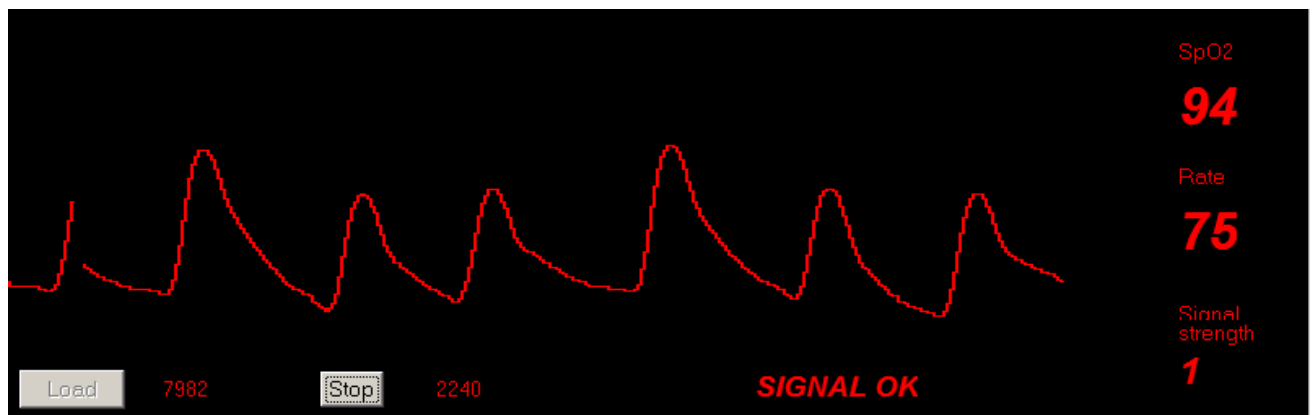
Так как «Phantom» моделирует кровоток исключительно оптически, каждый оксиметр независимо от его метода измерения, будет реагировать на эти изменения.

Мы создали два механических симулятора, основанных на “Nonin Phantoms”. Необходимо было найти метод согласования последовательностей низкого давления с частотой, чтобы можно было сравнивать оксиметры различных производителей. Каждый имитатор использовал электромотор, и набор настраиваемых упругих элементов, чтобы регулировать давление и таким образом, моделировать перфузию.

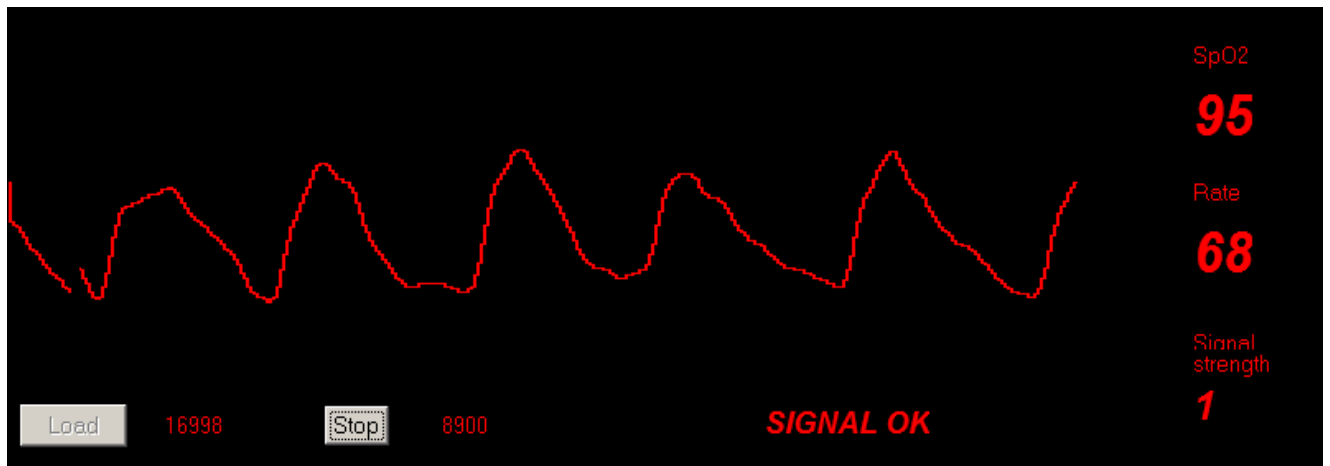


Формы волны.

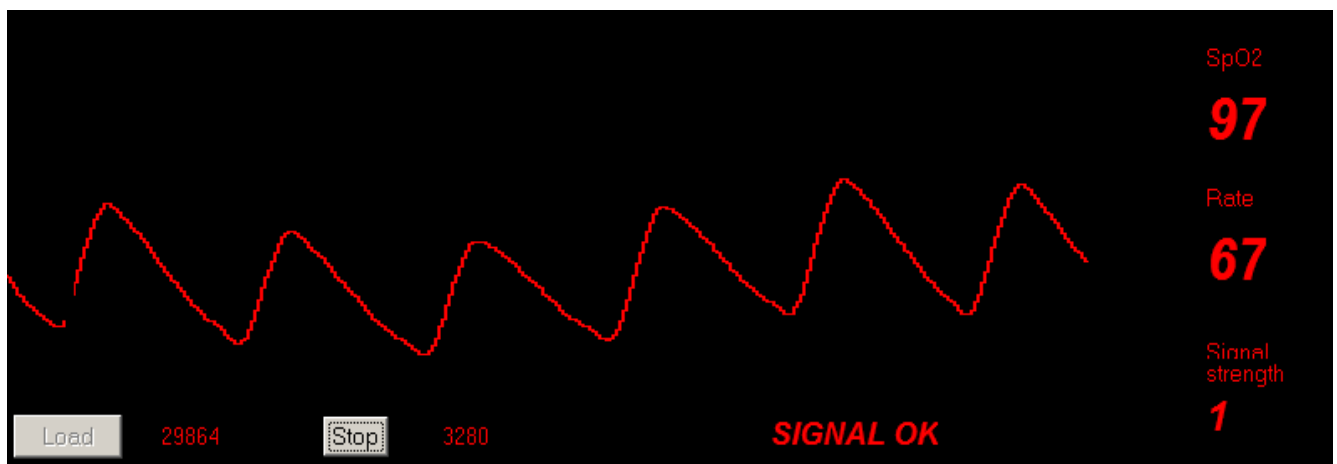
Для правильной настройки устройства, были проанализированы формы волны, предварительно зарегистрированные у пациентов с низким уровнем перфузии. На рисунке ниже показана форма волны взрослого пациента с низким уровнем перфузии.



Второй рисунок показывает форму волны, зарегистрированную у взрослой анемичной пациентки. Различие между наклоном восходящих и ниспадающих участков становится менее заметным, сигнал становится более «синусоидальным».



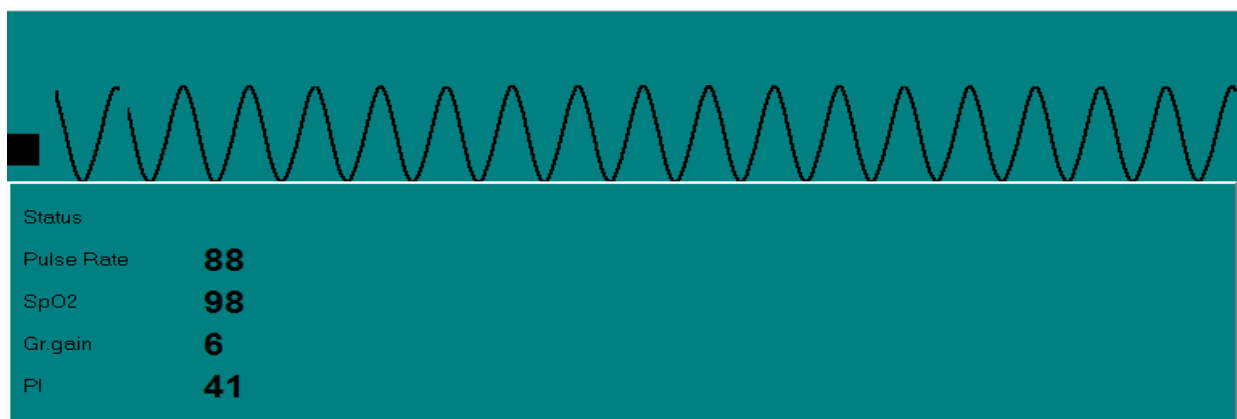
Ниже расположен рисунок формы волны низкой перфузии, зарегистрированный у 78-летнего пациента в послеоперационной палате после хирургического вмешательства.



Во всех трёх случаях мощность сигнала мала, что говорит о низкой перфузии.

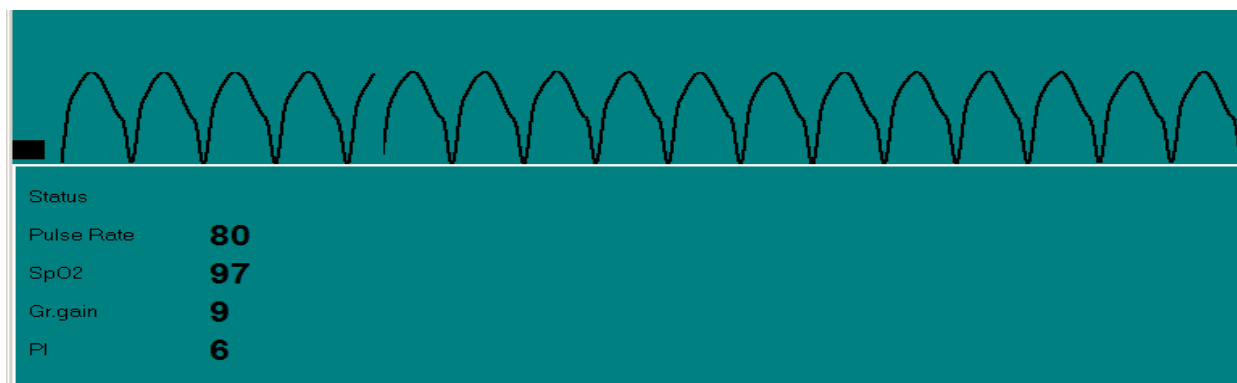
Рассмотрев представленные формы волны при низкой перфузии, мы создали два профиля симуляции.

Первый профиль выглядит следующим образом:



В данном случае волновая форма похожа на синусоидальную, и является близким приближением 2-й и 3-й волновых форм, зарегистрированных у пациентов у которых форма восходящих и ниспадающих линий похожи друг на друга.

Второй профиль моделирует быстрое нарастание сигнала и более плавное его убывание.



Этот профиль моделирует первый, представленный, клинический случай.

Оксиметры.

Были протестированны следующие оксиметры:

1. **FOX Finger Oximeter — оксиметр, использующий технологии компании - ITC Engineering (США)**
2. **Цифровой оксиметр VCI “Digit” (США)**
3. **Nonin “Оних II”(Япония)**
4. **Medair Оху (Швеция)**
5. **Beijing Choice Electronic MD300C310 (Китай)**
6. **Beijing Choice Electronic MD300C4 (Китай)**
7. **Fingertip Oximeter CMS-50DL (Китай)**

Устанавливая различные уровни перфузии, производилась запись показаний оксиметров. Уровень перфузии (УП) – это отношение между переменной и постоянной составляющей пульсирующего сигнала. Значения УП также протоколировались в каждом проводимом тесте.

Результаты проведённых исследований были разбиты на несколько групп:

1. **Надёжные показания (Оксиметр обеспечивал точное и надёжное измерение SpO2 и частоты пульса. Точность определялась путём сравнения с показаниями этого же оксиметра при сигнале с высоким уровнем перфузии).**
2. **Не надёжные показания (Оксиметр обеспечивал измерение SpO2 и частоты пульса, но показания были не верными или/и не стабильными).**
3. **Отсутствие показаний (Оксиметр не обнаруживал пульс)**

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИВЕДЕНЫ НА СЛЕДУЮЩЕЙ СТРАНИЦЕ

Результаты исследований.

Ниже расположена таблица с результатами, полученными для первого профиля волны. Цвета соответствуют показаниям: надежные - **зеленый**, не надежные - **желтый**, отсутствие показаний - **красный**. Nonin "Онух II" (Япония) и Medair Оху (Швеция) не способны надёжно отображать профиль волны первого типа, даже при больших уровнях перфузии. Исходя из образцов, использованных для создания профилей волны, можно утверждать, что профили являются адекватной имитацией сигнала и должны были быть распознаны алгоритмами оксиметрии.

УП	FOX Finger Oximeter (США)	BCI Digit (США)	Nonin Онух-II (Япония)	Choice MD300C310 (Китай)	Medair Оху (Швеция)	Choice MD300C4 (Китай)	CMS-50DL (Китай)
0.09%	98/89	No reading	No reading	No reading	No reading	No reading	No reading
0.10%	97/89	One bar, no reading	Yellow LED pulsing, no reading	No reading	No reading	No reading	No reading
0.22%	97/88	One bar, no reading	Yellow LED pulsing, no reading	No reading	No reading	92..93/90	No reading
0.28%	97/88	Two bars, no readings	95/87	No reading	95/88	96/73, SpO2 unstable	95/89
0.33%	97/89	96/91	97/92	No reading	94/94, long time	92/90, SpO2 unstable	96/90, long pickup time
0.42%	97/90	97/90	Yellow LED pulsing, no reading	No reading	No reading	96/91, SpO2 unstable	96/86, SpO2 unstable
0.91%	97/89	97/90	No reading	94/91, SpO2 unstable	No reading	97/90, SpO2 unstable	97/90
1.44%	97/91	97/82	No reading	97/87	No reading	97/91	97/86

В следующей таблице представлены результаты, полученные при использовании второго профиля волны.

УП	FOX Finger Oximeter (США)	BCI Digit (США)	Nonin Онух-II (Япония)	Choice MD300C310 (Китай)	Medair Оху (Швеция)	Choice MD300C4 (Китай)	CMS-50DL (Китай)
0.03%	98/82	No reading	No reading	No reading	No reading	No reading	No reading
0.06%	96/81	No reading	97/79	No reading	100/80	No reading	92/54
0.15%	97/82	No reading	97/82	No reading	98/83	99/83	96/91
0.24%	97/82	96/84	98/82	No reading	97/82	99/83	97/82
0.58%	98/81	97/82	97/83	90/54	97/82	99/83	No reading

При использовании данного профиля волны Nonin "Онух II" (Япония) и Medair Оху (Швеция) показали достаточно хорошие результаты.

Выводы.

Из приведённых выше результатов можно заключить, что пульсоксиметр, использующий технологии компании ITC Engineering способен более точно и стабильно измерять содержание кислорода в крови при низких уровнях перфузии.

Примечание редактора.

В мониторах **МАИТ-01 «Данко» с 2007** используются пульсоксиметры, в которых применяется технология компании ITC Engineering (США) и имеющие характеристики, указанные в таблице для пульсоксиметра FOX. Finger Oximetry. С **2011** года в МАИТ-01 устанавливаются цифровые пульсоксиметры, в которых также применяется технология этой компании.

В мониторах **МАИТ-02** используются цифровые пульсоксиметры, в которых также применяется технология этой компании. Цифровые пульсоксиметры для стационарных мониторов превосходят по своим характеристикам пульсоксиметры FOX Finger Oximetry,