

ВЫБОР МОДЕЛИ ДЛЯ БЕЗМАНЖЕТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЙ ВРЕМЕНИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

Джадуей Али, Шульгин В.И.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, Украина

E-mail: xai.501.ali@gmail.com

Аннотация — Рассматриваются несколько моделей для косвенного оценивания артериального давления (АД) на основе измерений времени распространения пульсовой волны (ВРПВ). На основе экспериментальных данных показано, что традиционно используемая модель линейной связи между АД и ВРПВ не является наилучшим выбором.

1. Введение

Длительный мониторинг артериального давления (АД), необходимый при диагностике сердечно-сосудистых нарушений, ограничен отсутствием простых и не создающих пациенту дискомфорта методов непрерывного измерения АД, альтернативных традиционным манжетам. В последние годы возрос интерес к косвенным методам измерения, использующим связь между АД и доступными для простого неинвазивного измерения физиологическими параметрами, например — ВРПВ [1]. В большинстве публикаций связь между АД и ВРПВ описывается линейной зависимостью. В настоящей работе исследуются альтернативные модели.

2. Основная часть

Функциональная связь между АД и скоростью распространения пульсовой волны по артериальному руслу была установлена давно и основывается на известном соотношении, полученном A.I. Moens и D.J. Korteweg. Модель предполагает ламинарный кровоток от сердечной полости до кончиков пальцев через жесткую трубку, артерию. Модель, использующая скорость распространения пульсовой волны, оценивает разность давления между двумя участками: сердцем и кончиками пальцев. Пульсовая волна движется от сердца вдоль по артерии, и ее средняя скорость может оцениваться, исходя из пройденного расстояния, разделенного на время распространения пульсовой волны.

Первая модель написана на основе уравнения L.A. Geddes, которое показало, что эластичность сосудистой стенки не является постоянной величиной и зависит от текущего АД.

$$\text{АД} = -\frac{2}{\alpha} \ln(\text{ВРПВ}) + \frac{1}{\alpha} \ln\left(\frac{L^2 \rho d}{g E_0 a}\right),$$

где E_0 — значение E при нулевом давлении; α — некоторая константа, зависящая от состояния сосудов; L — длина участка артерии; d — диаметр просвета сосуда; ρ — плотность крови.

Выражение для АД можно разложить в ряд Тейлора и ограничиться линейным приближением

$$\text{АД}_{\text{Модель1}} = -a \cdot (\text{ВРПВ}) + b.$$

Вторая модель написана на основе полной механической энергии

$$\text{АД} = \frac{1}{2} \rho \frac{\Delta d^2}{\text{ВРПВ}} + \rho g h.$$

Если учитывать сравнительно небольшие изменения ВРПВ в диапазоне изменений АД, можно записать уравнение в таком виде

$$\text{АД}_{\text{Модель2}} = \frac{a}{\text{ВРПВ}^2} + b.$$

Если же в модели Korteweg — Geddes не ограничиваться только линейным приближением, а учесть и квадратичную зависимость, то получим модель вида

$$\text{АД}_{\text{Модель3}} = a \cdot \text{ВРПВ}^2 + b \cdot \text{ВРПВ} + c.$$

На рис. 1 показан результат подстройки различных моделей к реальным измерениям АД и ВРПВ.

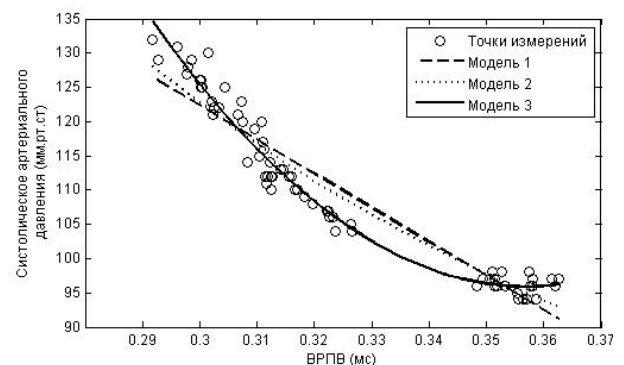


Рис. 1

Видно, что наилучшее соответствие обеспечивается моделью 3, которая дает погрешность измерения АД по СКО, равную 1.94 мм.рт.ст., против 3.70 мм.рт.ст. для модели 1, и 2.91 мм.рт.ст. для модели 2.

3. Заключение

Результаты проведенных исследований показывают, что третья модель с достаточно сильной связью между ВРПВ и АД.

4. Список литературы

- [1] Шульгин В.И. Измерение артериального давления на основе совместной обработки набора физиологических показателей / В.И. Шульгин, Али Джадуей, Д.И. Шульга К.В. Наседкин, В.В. Федотенко // Клиническая информатика и телемедицина. — 2012. — № 9. — С. 45 — 50.

CHOICE OF THE MODEL FOR THE CUFFLESS BLOOD PRESSURE ESTIMATING BASED ON THE MEASUREMENTS OF THE PULSE WAVE TRANSIT TIME

Jadooei Ali, Shulgin V.I.

National Aerospace University Kharkov, Ukraine

Abstract — Several models for estimating Noninvasive blood pressure (BP), based on measurements of the Pulse Transit Time (PTT), are considered. The experimental data shows that the traditional model used a linear relationship between BP and PTT is not the best choice.