

© Kudriavtseva O.A., 2007.

О.А.Кудрявцева

КОМПЛЕКСНАЯ ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОТЕЗА ВЕНОЗНОГО КЛАПАНА

Московская медицинская академия им. И.М.Сеченова, Москва, Россия

Реферат:

Предложена гемодинамическая комплексная оценка решений искусственных венозных клапанов, выполненная для новой оригинальной конструкции протеза венозного клапана (ПВК). Оценка включает определение антеградной, ретроградной и гармонической пульсирующей расходной характеристики. Исследовано влияние толщины стенки на антеградные расходные характеристики полимерного клапана. Проведен анализ влияния гармонических изменений давления на гемодинамику ПВК. Комплексная оценка представленного нового решения ПВК показала его гидродинамическую состоятельность.

Ключевые слова:

вены, протез венозного клапана, гемодинамика, комплексная оценка

Оценка каждого нового решения протеза венозного клапана (ПВК) должна быть гемодинамически комплексной. Характерными показателями являются: антеградная расходная характеристика, ретроградная расходная характеристика, зависимость антеградного расхода при периодических пульсациях венозного давления. В данной работе показатели определены гидродинамически на примере конструкции ПВК [1] (рис 1.), который представляет полую тонкостенную полимерную трубку, имеющую гибкий конический переход в упруго деформирующееся трехлучевое запорное устройство. При отсутствии перепада давления устройство принимает трехлучевую форму, а ретроградное давление, производит его уплотнение. При антеградном давлении переход и запорное устройство деформируются, раскрывая ПВК, он безинерционен, его действие не зависит от ориентации в пространстве. Результаты приводятся для ПВК: входной \varnothing 7 мм, длина конусной части 15 мм, выходной \varnothing - 6 мм, толщина стенки 30 микрон.

В венах среднего калибра скорость $7\div 14$ см/сек [2], возрастая от периферии к сердцу, стоя скорость резко снижается (~ на 75%). В [3], скорость кровотока у здоровых лиц, для общей бедренной вены определена (горизонтально) 371.4 ± 71.7 мл/мин и (вертикально) 211.3 ± 39.7 мл/мин. Антеградные расходные характеристики ПВК (рис 2.) в состоянии обеспечить необходимые величины. На расход через полимерный ПВК влияет толщина его стенки рис 3., определяющая деформируемость выходного сечения. Увеличение толщины стенки ПВК может быть вызвано тем, что при высоких значениях ретроградного давления существует опасность сминания ПВК (которая выше для целевых конструкций), что является недопустимым.

Вопрос о ретроградном давлении, которое должен выдерживать ПВК является открытым, в [4] указано, что клапаны выдерживают давление в 2/3 атм., но отмечено, что даже проба Вальсавы увеличивает нагрузку на клапаны только на $200\div 400$ мм.вод.ст. Данный ПВК рис.4, обеспечивают устранение рефлюкса и ретроградные поток в среднем составляет $\sim 1\div 2\%$ от антеградного потока.

Влияние частоты изменения перепада давления на расходную характеристику венозного клапана наиболее

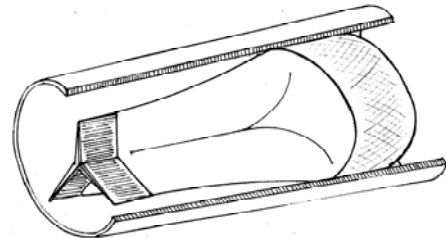


Рис. 1. Принципиальная конструкция протеза венозного клапана

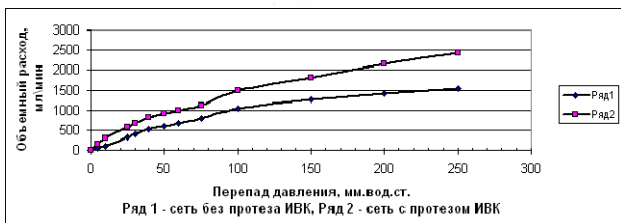


Рис. 2. Объемный антеградный расход ПВК

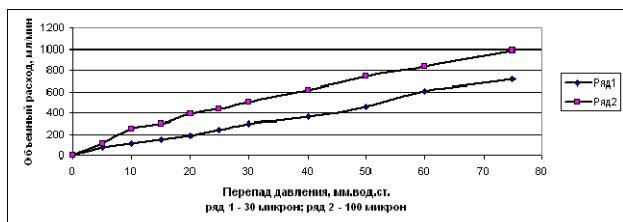


Рис. 3. Влияние толщины стенок на антеградный расход

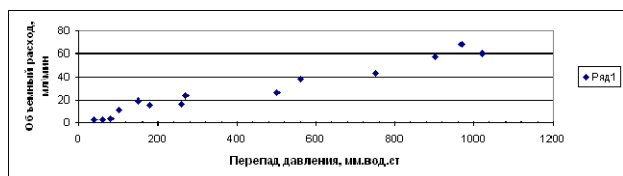


Рис. 4. Ретроградная характеристика ПВК

Contact Information:

Д-р. Кудрявцева Ольга Александровна
E-Mail: kudriavtseva.olga@gmail.com

сложно, давления крови в венах складывается под воздействием ряда причин и носит нестационарный, многофакторный характер. Возможность анализировать и сравнивать влияние периодических изменений давления на объемный расход через клапан, на основе ограниченного числа расходных характеристик, дает применение к данной проблеме методов гармонического анализа. Известно, что сложное периодическое изменение физической величины может быть представлено в виде ряда Фурье, состоящего из набора простых гармонических колебаний с циклическими частотами. Для реального изменения венозного давления носящего периодический характер, коэффициенты ряда Фурье могут быть вычислены приближенно методами гармонического анализа. Данный подход к анализу влияния любых периодических изменений венозного давления на расходные характеристики венозного клапана носит универсальный характер, дает возможность сравнивать расходные характеристики разных ПВК. При экспериментальном определении антеградных частотных характеристик (рис.5) ПВК находился под общим гидростатическим давлением 1000 мм.в.ст., около этого значения, перепад давления на ПВК по разные его стороны изменялся на величину 75, 50, 25 мм.в.ст. с различной гармонической частотой.

Анализ зависимости расхода от частоты показывает чувствительность клапана к пульсациям давления потока. Среднеинтегральное значение антеградного перепада давления за период колебания ниже амплитудного значения в π раз, это определяет предел к которому стремиться величина объемного потока при снижении частоты. Увеличение частоты колебаний вызывает снижение потока жидкости через ПВК, связанное по видимому с тем, что по мере увеличения частоты колебаний давления уменьшается средняя площадь поперечного сечения ПВК, раскрываемая за период колебания давления [5]. Чем более резко происходит это снижение, тем более инерционное устройство ПВК. In vivo в состоянии покоя [6] венозный клапан открывается с частотой $18,8 \pm 36,1$ (1/мин) в зависимости от положения тела.

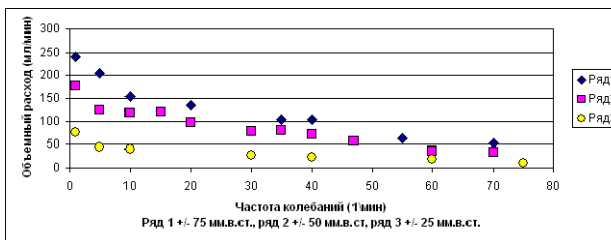


Рис. 5. Зависимость антеградного расхода от частоты и амплитуды

С гемодинамической точки зрения, предложенная конструкция протеза венозного клапана в проведенных испытаниях показала свою высокую эффективность по всем указанным параметрам и может быть рекомендована для дальнейших исследований с учетом большого числа предъявляемых к ПВК требований.

Литература:

1. Трошин А.З., Кудрявцева О.А., Кудрявцев А.И. "Протез венозного клапана" Заявка Роспатент № 2007106788 от 26.02.2007.
2. "Начала физиологии" ред. А.Д.Ноздрачев, С-П - М - Краснодар, 2004.
3. "Основы клинической флебологии" под ред. Ю.Л.Шевченко, Ю.М.Стойко, М.И.Лыткина, М.: "Медицина", 2005
4. Гавриленко А.В., Радкевич Ф.А. "Новые возможности лечения клапанной недостаточности глубоких вен" Вестник трансплантологии и искусственных органов, №1, 2004, 61-70
5. C. D. Buescher, B. Nachiappan, J. Brumbaugh, H.F. Janssen, and Karlene A. Hoo "Experimental Studies of the Effects of Abnormal Venous Valves on Fluid Flow" Biotechnology Progress, 21, No.3, pp 938-945, 2005.
6. F.Lurie, R.L.Kistner, B.Eklof, D.Kessler "A new concept of mechanism of venous valve closure and role of valve in circulation" Phlebology 2006; 13: 3-5.

O.A.Kudriavtseva

COMBINED HEMODYNAMICS ESTIMATES OF PROSTHESIS VENOUS VALVE

I.M. Sechenov Moscow Medical Academy, Moscow, Russia

ABSTRACT:

For original design of prosthesis venous valve (PVV) are presented the combined hemodynamics estimates of artificial venous valves consists from antegrade, retrograde and harmonic pulsate rate flow. Defined influence thickness polymer wall of PVV on antegrade rate flow. Analysed influence of harmonic pulsate pressure on hemodynamics of PVV. During testing PVV was proved it competence in combined hydrodynamics estimates.

Keywords:

vein, prosthesis of venous valve, hemodynamics, combined estimates