

Ю. И. УХОВ

ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНОЗНОЙ СТЕНКИ  
В СВЕТЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Принцип единства гистологического строения биологического объекта и его механических свойств открывает новые перспективы в углубленном изучении организма.

В отношении вен нижних конечностей это может иметь прямое практическое значение, так как данные сосуды в условиях патологии часто подвергаются грубой перестройке с деформацией и варикозом стволов, а в хирургической практике они широко используются для аутошунтирования пораженных артерий. Поскольку материалы, образующие стенку вен, не уникальны, а универсальны для многих видов сосудов и даже для других структур организма, особое значение приобретает не только количественный их состав, но и качественная организация этих материалов.

Анализ физических взаимодействий в венах намного сложнее, чем в магистральных артериях, где в пределах колебания пульсового давления практически сохраняются линейные соотношения между напряжением и деформацией. В экспериментах по механическому испытанию целостности венозной стенки обращает на себя внимание тот факт, что начальные приращения объема происходят очень интенсивно при небольшой внутренней нагрузке, однако по достижению ею определенных величин она становится практически нерастяжимой. Дальнейшие механические испытания показывают, что разрывная нагрузка у вен нижних конечностей выше, чем у любых других сосудов, в том числе и у аорты. Объяснение этих общих биомеханических свойств венозной стенки отчасти раскрывается в свойствах ее гистологических компонентов. Эластические волокна являются тем материалом, который обладает свойствами упругого тела, подчиняющегося закону Гука в широких пределах деформации. Коллагеновые (и ретикулиновые?) волокна известны как сравнительно малорастяжимый материал, имеющий в пределах своей органической растяжимости модуль упругости, превышающий таковой у эластики на два порядка. Способность к небольшой деформации у коллагеновых волокон связывается с волнистостью хода, которая сглаживается по мере увеличения нагрузки. В отношении гладкой мускулатуры известно, что она обладает переменными вязко-упругими свойствами, причем в зависимости от степени сокращения вязкий компонент возрастает от 0 до 3000 пуаз/см<sup>2</sup>.

С этих позиций результаты макро-микроскопического изучения расположения и хода различных волокон и тотально импрегнированных фрагментах крупных вен нижних конечностей, а также гистологическое и поляризационно-микроскопическое исследование ориентированных срезов стенки этих вен позволили нам прийти к заключению, что целесообразно различать первичную и вторичную (окончательную) структуру стенки крупных вен нижней конечности.

Основой первичной структуры стенки является «опорно-сократительный элемент». Он включает в себя гладкомышечную клетку, тонкое спиральное эластическое волокно и тонкое коллагеновое (или ретикулиновое) волокно, оси расположения которых имеют параллельную ориентацию. Исходя из конструктивных признаков свойства этого элемента в миниатюре приблизительно отражают общие механические свойства венозной стенки. Его ведущим и организующим компонентом является гладкомышечная клетка с ее переменными вязко-упругими качествами. Произвольные колебания длины гладкомышечной клетки сопровождаются упругой деформацией параллельных ей волокон. При этом эластические волокна во время пассивного растяжения стенки обеспечивают содружественный с мышечными клетками эффект сокращения; во время сильного произвольного их сокращения может обеспечиваться расслабляющее воздействие. В этом отношении принцип организации элемента сравним с моделью вязко-упругой среды Кельвина. Коллагеновые и ретикулиновые волокна обеспечивают амплитуду растяжения в пределах своей извитости и предупреждают разрушение гладкомышечной клетки при экстремальных нагрузках.

Первичные опорно-сократительные элементы составляют всю собственно мышечную ткань стенки, включая эндомиозий; они являются эквивалентом рассеянных мышечных клеток и продольных пучков интимы. В основной массе мышечной ткани средней оболочки эти элементы организованы в мышечные пучки различной толщины. В зависимости от организации мышечных пучков в средней оболочке можно выделить три зоны от наружной поверхности кнутри: крупнопучковую, мелкопучковую и диффузного расположения мышечных клеток. Специфика толщины пучков и прослойки грубоволокнистого перимизия предполагает их последовательное образование и разное функциональное значение. В частности, в наружной зоне коллаген имеет характерный перекрещивающийся ход, что дает основания предполагать существование известного в технике механизма «равновесной конфигурации» нерастяжимых нитей.

Организация вторичной (окончательной) структуры стенки складывается из взаимодействия мышечных пучков, образованных из первичных элементов, эластического каркаса, а также вышеупомянутых пучков коллагеновых волокон перимизия. Циркулярные мышечные пучки меди и аксиальные грубые эластические волокна и мембраны составляют вторичный упруго-сократительный комплекс, а разделяющие мускулатуру коллагеновые пучки формируют основной опорный остов или «мягкий скелет» всего сосуда. Его волокна полярно ориентированы и, начинаясь в области внутренней эластической мембраны, совершают в средней оболочке один полный виток, постепенно собираясь в крупные пучки, и переходят в адвентицию, меняя, таким образом, направление из поперечного в продольное.

Рязанский медицинский ин-т им. ак. И. П. Павлова

Поступило 15/XII 1975 г.

### Յ. Ի. ՌԻՆՈՎ

ԵՐԱԿԻ ՊԱՏԻ ՀՅՈՒՍՎԱԾԱՐԱՆԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐՈՒՄԸ ՆՐԱ  
ԲԻՈՄԵԿԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԱՆԻՇՆԵՐԻ ԼՈՍԱՐԱՆՄԱՄԲ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Համեմատական հետազոտությունների հիման վրա առանձնացված են հիստոմեխանիկական միավորներ, որոնք իրենց վրա են վերցնում երակի միջին պատի ծանրությունը: Այդ էլեմենտը արտահայտում է պատի ընդհանուր բիոբիոմիական հատկանիշները:

Yu. I. UHOV

## HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VENOUS WALL TAKING INTO CONSIDERATION ITS BIOMECHANICAL PROPERTIES

### S u m m a r y

Based on the comparative investigation, the triad was distinguished from elastic, collagenic and muscular fibers, as a basis for histomechanical unit, bearing the load of middle venous layers. This element gives the characteristics of general biomechanical properties of the venous wall.