

Ваганова В. Ш., Минигазимов Р. С.

ВОЛНИСТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ СЕРОЗНЫХ И СИНОВИАЛЬНЫХ ОБОЛОЧЕК, ПРИНЦИПЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия

Рельеф интимальной поверхности серозных и синовиальных оболочек характеризуется наличием регулярной волнистости. Волнистость поверхности серозных оболочек (СО) связана с особенностями строения поверхностного волнистого коллагенового слоя (ПВКС) в их составе [1].

В доступной литературе отсутствуют данные о структурных взаимоотношениях в смежном ряду коллагеновых волокон (КВ), как и данные по изучению стереометрии волнистости внутренних оболочек.

Целью нашего исследования является разработка методологии описания волнистости внутренних биологических оболочек

Проведено исследование брюшины, плевры, перикарда и синовиальной оболочки коленного и тазобедренного суставов от 20 трупов лиц мужского и женского пола в возрасте 25–45 лет без признаков сопутствующих заболеваний и поражений исследуемых структур. Морфология указанных оболочек изучена

методами трехмерной световой микроскопии, суть которых заключается в придании светоотражательной способности КВ восстановлением импрегнированного в них нитрата серебра в металлическое состояние и микроскопии их при падающем отраженном освещении [2, 3].

Поверхностные и глубокие волокнистые слои СО имеют различное строение. КВ глубоких слоев консолидированы в пучки, формирующих сетевидные конструкции. ПВКС представляет собой континуум упорядоченного одинарного, параллельного, тангенциально ориентированного ряда спиралевидных КВ. Он эластично связан с глубже лежащими волокнистыми слоями СО и, поэтому, обладает своей собственной волнистостью. Спирали смежных КВ являются **конформными**, то есть имеют сходные параметры (длину шага, радиус кручения, неизменный угол спирализации), а контактные спирали находятся в одинаковой фазе вращения, или же располагаются с небольшим постоянным продольным (фазовым) сдвигом. Регулярная синхронизированная спиралевидная волнистость КВ придает синусоидального профиля регулярную волнистость всему ПВС. Длина периода этой волнистости (λ_v), при совпадении фаз вращения контактных спиралей, равна длине шага формирующих ее спиралей (λ_c), то есть $\lambda_v = \lambda_c$. Амплитуда волнистости (h) равняется диаметру спиралей (d), то есть $h = d$ ($d \approx 12\text{--}16$ мкм). При наличии относительного продольного сдвига контактных спиралей длина периода волнистости становится меньше длины шага спиралей. Для ориентировочных расчетов длина периода волнистости принята равной 40 мкм ($\lambda_v = 40$ мкм).

ПВКС, как одинарный ряд КВ, представляется в виде тонкой волнистой пластинки толщиной около 2 мкм, соответствующих диаметру КВ. Рельеф ее обратной стороны является инвертированным зеркальным отражением рельефа интимальной поверхности. Рельеф ПВКС является геометрическим образом совокупной поверхности его КВ, которые как материальный субстрат рельефа изучается нами в плане их геометрических форм.

Волнистость ПВКС, как континуум регулярно чередующихся линейных возвышений и углублений (как непрерывная и бесконечная череда их в пределах замкнутых полостей), представлена нами тремя параметрам:

Длина периода волнистости — расстояние между смежными возвышениями или впадинами. **Амплитуда волнистости** — превышение уровня возвышений над уровнем впадин. **Средняя волновая линия** — линия уровня поверхности, делящая амплитуду волнистости пополам.

Но параметры этой волнистости на протяжении СО постоянно меняются в пределах рамочных показателей. На ней исчезают имеющиеся или появляются дополнительные волнистости, изменяются их протяженности и направления, отдельные волнистости сливаются или расходятся. Для описания вышеуказанных особенностей рельефа волнистой плоскости, в ней или на ее поверхности, нами выделены отдельные модули в виде статических волн. Эта условность позволяет описывать детали рельефа как отдельные волны с заимствованием общепринятой терминологии описания волн.

Постулируя положение, что волнистость ПВКС слагается из отдельных **статических волн**, для описания этих волн нами применены следующие термины.

Волны (статические волны) — регулярно чередующиеся ряды линейных впадин и гребней уровня поверхности. **Гребень волны** — часть волны, расположенная выше средней волновой линии. **Вершина волны** — самая высокая точка ее гребня. **Впадина волны** — часть волны между гребнями ниже средней волновой линии. **Подошва волны** — наиболее низкая точка ее впадины. **Средняя волновая линия** — линия уровня поверхности, делящая высоту волны пополам. **Длина волны** (λ_v) — кратчайшее расстояние между двумя смежными волновыми вершинами или подошвами, между средними волновыми линиями. **Высота волны** (h_v) — превышение уровня вершины волны над ее подошвой. **Регулярные волны** — группа волн с одинаковыми параметрами. **Нерегулярные волны** — группа волн, когда волны в образующихся из них группах отличаются между собой параметрами. **Фронт волны** — участок протяженности средней волновой линии (гребня волны). **Длина (протяженность) фронта волны** — расстояние по средней волновой линии (по гребню или впадине волны) между двумя окончаниями волны. **Азимут фронта волны** — ориентация линии фронта волны, угловое отклонение линии фронта волны от указанного (условного) нулевого направления — нулевого азимута ($A = 0^\circ$). **Угол фронта волны** — угол между линией фронта волны и осью вращения спиралей смежных КВ в составе этой волны. Величина его определяется положением фаз вращения элементарных участков винтовой линии контактных спиралей смежных КВ: при отсутствии фазового сдвига он равен 90° , при наличии такового он уменьшается пропорционально величине фазового сдвига. **Профили гребня и впадины волны** — части профиля волны, соответствующие ее гребню и впадине. Они обычно имеют одинаковую высоту, равную радиусу кручения спирали (r) и одинаковую форму.

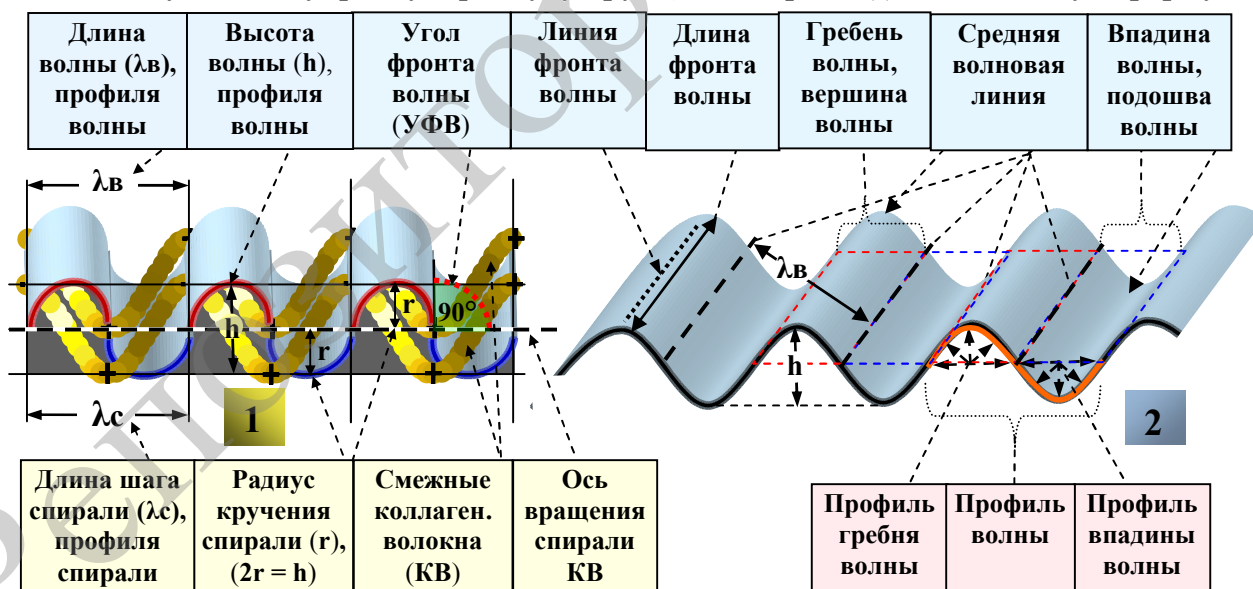


Рис. 1. Обозначение параметров волн поверхностного волнистого коллагенового слоя (ПВКС) серозных оболочек:

1 — графические модели профиля волнистой поверхности ПВКС и его КВ (сечение профиля проведено под прямым углом к линии фронта волн). Рисунок приводится для сопоставления поверхностных и глубоких участков спиралей с положениями возвышений и впадин формируемой ими волны, положения средней волновой линии, длины волны и длины шагов спиралей, радиуса кручения спирали (r) и высоты волн ($h = 2r$), угла фронта волн; 2 — профиль синусоидальной волнистости ПВКС (сечение профиля проведено под косым углом к линии фронта волн)

Подобные волны с зеркально симметричными профилями гребней и впадин — **волны синусоидального профиля**. **Волны неравномерного профиля** — волны, у которых профили гребней и впадин при равной высоте имеют разную длину. **Оконечности волн** в виде фигур дивергенции и конвергенции волн (оконечности гребня или впадины волн) — участки появления или исчезновения волн по их фронту. **Фигуры дивергенции волн (ФДВ)** — фигуры расхождения волн — структурное преобразование одной волны в две смежные волны. **Фигура бифуркации волны** — структурное преобразование одной исходной волны в две волны на уровне вершины ее гребня. При этом, постепенно увеличивающаяся волновая впадина между гребнями новообразующейся и перманентной волны визуально воспринимается как деление на две волны гребня исходной волны. **Фигура новообразования волны** — разделение исходной волны на уровне подошвы ее впадины, как бифуркация ее подошвы. При этом постепенно возвышающийся из впадины гребень новой волны визуально воспринимается как новообразование волны. **Фигуры конвергенции волн (ФКВ)** — фигуры схождения волн, представляющие собой структурное преобразование двух смежных волн в одну волну. За исчезающую волну волн принята та, которая располагается со стороны сужения площади поверхности. Так как ФКВ в обратном направлении является ФДВ, в ней так же выделяются два равнозначных варианта, визуально воспринимающихся по-разному: **Фигура слияния волн** — схождение гребней двух смежных волн. Две волны постепенно преобразуются в одну на уровне гребней. **Фигура исчезновения волны** — слияние впадин двух смежных волн. Одна волна исчезает на уровне подошвы двух смежных волн.

Таким образом, постулируемое понятие **статических волны** позволяет выделить значимое число параметров волнистости биологических оболочек для ее описания, в том числе описывать статические волны как модульные структуры с определяемыми контурами и площадью поверхности, ввести расчетное понятие **волновой эквивалент площади поверхности**, как площадь проекции статической волны на рельефе волнистой поверхности. То есть волны, их структурная основа, при подобной трактовке этого понятия, представляют собой дискретные участки рельефа и площади волнистой поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хирургическая анатомия живота / под ред. А. Н. Максименкова. СПб. : Медицина, 1972. 688 с.
2. Минигазимов, Р. С. Способ исследования рельефа поверхности гистологических препаратов. Патент на изобретение RU № 2270446 C1 от 20.02.2006 / Р. С. Минигазимов // БИПМ. № 5. С. 469.
3. Минигазимов, Р. С. Способ исследования рельефообразующих структур биологических оболочек. Патент на изобретение RU № 2413943 C1 от 10.03.2011 / Р. С. Минигазимов, В. Ш. Вагапова, Г. Р. Мухаметшина // БИПМ. № 7. С. 357.