

ные состояния в теории фазовых переходов лежат на кривых, называемых спинодалями.

С учетом давления Сама мысль, что в крови может иметь место нечто похожее на спинодальный распад, сильно тонизирует. Открытие этого факта, как и построение диаграммы (рис. 3)^[1], дало автору основание задуматься более глубоко над тем, какого рода возмущения способны в принципе подрывать систему свертывания крови.

Обсуждение проблемы с ведущими клиницистами, профессором Зиновием Баркаганом (1925–2006) и академиком Андреем Воробьевым привело к убеждению, что одного кинетического анализа реакционных превращений в системе свертывания крови совершенно недостаточно для понимания причин внезапного внутрисосудистого тромбообразования у человека.

Различные яды, лекарственные средства и химические агенты могут непосредственно влиять на способность крови к свертыванию. Но все клиницисты в один голос говорят, что внезапное падение артериального давления способно вызвать как внутрисосудистое диссеминированное свертывание, так и инсульт.

Это означает, что давление каким-то образом должно быть вовлечено в процессы регуляции агрегатного состояния крови. А поскольку распределение давления по системе кровообращения весьма прихотливое, то следовало начать с тех сосудов, органов и тканей, где риск тромбообразования наибольший.

Шампанское и метель Наибольшее внимание, конечно, стоило уделить склерозированным сосудам, то есть сосудам с бляшками. Физическая причина того, почему бляшки представляются тромбогенноопасными, долгое время была неочевидна. Разговоры о турбулентности кровотока и нарушении эластичности сосудистых стенок

были всего лишь разговорами.

Проблема была сдвинута с мертвой точки благодаря активности двух сотрудников моей лаборатории — Александра Гузевых^[3] и Сергея Шевкопляса^[4].

Выяснилось, что повышенная тромбогенность внутрисосудистых бляшек непосредственно связана с тем, что в их окрестности в кровотоке возникают вторичные течения, своего рода застойные зоны, способные накапливать тромбогенно опасные факторы свертывания крови. Существенно облегчается нуклеация, ведущая к множественному микротромбообразованию, которое внешне напоминает объемное вскипание шампанского или внезапно налетевшую метель, переходящую в буран.

С помощью ультразвуковых исследований аспиранты Светлана Узлова и Константин Гурия установили, что наблюдаемые акустически структуры в крови действительно обуславливаются появлением в крови фибриновых сгустков^[5].

При многих патологиях, например, при мерцательной аритмии, врачам удается наблюдать не только солидные тромбы, но и всевозможные тени и нити в различных отделах системы кровообращения, в том числе в левом желудочке и правом предсердии. В свете полученных результатов эти ранее считавшиеся фантомными явления сегодня следует рассматривать как прогностически значимые, с высокой вероятностью свидетельствующие о развитии прогрессирующего нарушения гемостаза. А поскольку после многих операций на сосудах у врачей есть основания опасаться нежелательных последствий, обусловленных повышенной активностью системы свертывания крови в лежащих ниже по течению отделах кровообращения, то использование ультразвуковых средств для неинвазивного мониторинга опасных районов представляется необходимым. **Н—а**

Литература

[1] Г.Т. Гурия. Макроскопическое структурообразование в динамике крови в свете теории неравновесных структур. МГУ 2002 г., диссертация на соискание степени д.ф.-м.н.

[2] Blut ist ein ganz besonderer Saft [Goethe JW (1906) Faust, Part 1 (trans: Swanwick A). George Routledge & Sons, London, Part I].

[3] А.П. Гузевых. Пороговая гидродинамическая активация внутрисосудистого тромбообразования. 2000, диссертация на соискание степени к.ф.-м.н.

[4] С.С. Шевкопляс. Экспериментальное изучение пространственного тромбообразования в интенсивных потоках in vitro. МФТИ, 2000, магистерская диссертация.

[5] Uzlova S.G., Guria K.G., Guria G.Th. Acoustic determination of early stages of intravascular blood coagulation. // Philosophical Transactions of Royal Society A 2008; 366(1880), p.3649–3661.

Дополнительно

1. Математика и нелинейная механика. Т. 3. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю. А. Митропольский. – М.: Наука, 2005.

2. E. Schrödinger. What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell – Cambridge: University Press, 1944.

3. Г. Хакен, «Синергетика», М: Мир, 1980.

4. Ю.Л. Климонтович Введение в физику открытых систем. М.: Янус-К, 2002.

5. Guria G.Th., Herrero M.A., Zlobina K.E. A Mathematical model of blood coagulation induced by activation sources. Discrete and Continuous Dynamic Systems // DCDS-A, 2009, V. 25, N. 1, pp. 175–194; Guria G.Th., Herrero M.A., Zlobina K.E. Ultrasound detection of externally induced microthrombi cloud formatio: a theoretical study. J.Eng.Math. V. 66, N 1–3, pp. 293–310.