

Н. Н. ЗАЙКО и В. Д. БЫСТРОВ

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКОЕ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРОМБОЗА**

*(Представлено академиком Н. Н. Анчиковым 15 IV 1952)*

Экспериментальное микрокинематографическое исследование до сих пор не нашло себе применения при изучении основных патологических процессов в тканях. Между тем, понимание этих важнейших процессов могло бы значительно продвинуться вперед при систематическом использовании для их изучения микрокиносъемки на живых объектах, наряду с обычно применяемыми методами.

Задачей настоящей работы явилось прижизненное изучение начальных стадий тромбообразования в том виде, как удается их фиксировать на киноплёнке под микроскопом в естественной последовательности. Создание такого кинофильма могло представить, помимо научного, также и учебный интерес.

**Методика.** Обездвижение лягушки достигалось при помощи кураре. Киносъемка производилась с избранных участков сосудистой сети брыжжейки, вытянутой вместе с петлей кишки из брюшной полости. Главное затруднение при киносъемке заключается в том, что из-за перистальтических движений кишки нужное место то и дело выходит из фокуса или из поля зрения, особенно при работе с большими увеличениями. Применение атропина не приостанавливает полностью движений кишечника. Несколько больше помогает механическая фиксация кишечника к стеклу при помощи 10% раствора желатины. Брыжжейка в течение съемки все время смачивалась раствором Рингера.

Для микрокиносъемки брыжжейки кролика был сконструирован металлический подвижный столик, на котором фиксировалось животное (пентоталовый наркоз). Столик был смонтирован на месте обычного столика микроскопа. Соответственно расположению осветителя микроскопа в столике имелось отверстие; в него вставлялся плоский стеклянный сосуд, в который помещалась извлеченная петля кишки с брыжжейкой. Через этот сосуд поддерживался постоянный ток теплой рингеровской жидкости. Кровообращение в сосудах брыжжейки кролика удаётся наблюдать в течение нескольких часов. Главная трудность и здесь заключается в том, что нельзя полностью и надолго иммобилизовать кишку.

Наблюдение и киносъемка производились при увеличении в 200, 400 и 900 раз; некоторые кадры сняты при увеличении в 1350 раз (окуляр  $\times 15$ , объектив  $\times 90$ ).

**Тромбообразование у лягушки.** Тотчас после извлечения брыжжейки наблюдаются хорошо известные изменения кровообращения в виде гиперемии, сначала артериальной, а потом венозной. Местами видно пристеночное расположение лейкоцитов.

В литературе уже давно обсуждается вопрос о том, с чего начинается тромбообразование. Соответствующие кадры киноплёнки показали, что участие тромбоцитов в этом процессе у лягушки незначительно. Лишь в редких случаях удается видеть единичные тромбоциты, прикрепленные к сосудистой стенке, на месте, где начинается образование тромба. В начале процесса тромбоза на внутренней поверхности сосуда один за другим останавливаются лейкоциты крови и скопляются здесь в большом количестве (см. рис. 1 на вклейке).

При механическом или термическом раздражении сосуда на стенке его в соответствующем участке очень быстро скопляется значительное количество лейкоцитов в виде небольшого бугорка. Образование пристеночного лейкоцитарного тромба начинается еще при довольно быстром токе крови. На ряде кадров отчетливо видна типичная зернистость лейкоцитов.

Необходимо отметить участие эритроцитов уже в ранних стадиях развития тромба, на что обычно мало обращают внимания. При наблюдении на киноплёнке за образованием тромба всегда можно видеть в нем прочно фиксированные одиночные эритроциты. Последние входят в состав тромба не только тогда, когда начинается уже свертывание фибриногена, а с самого начала образования тромба.

Неоднократно удавалось снять на киноплёнку процесс диапедеза эритроцитов. Бросается в глаза поразительная пластичность эритроцитов, их способность резко вытягиваться, изгибаться, особенно при столкновении с какими-либо препятствиями току крови, например, с отдельными лейкоцитами, остановившимися у стенки сосуда (см. рис. 2).

Следующие кадры дают представление о том, как небольшой пристеночный тромб, имевший форму бугорка, постепенно увеличивается и, наконец, почти нацело закрывает просвет сосуда. Через оставшуюся свободной узкую часть сосуда с силой прорывается ток крови; можно отчетливо видеть вихревые движения элементов крови около пристеночного тромба.

При наблюдении за тромбозом обращает на себя внимание, что наряду с образованием тромба постоянно происходит и его разрушение. Соотношение между этими двумя явлениями определяет дальнейший ход процесса. Образующийся тромб очень не стоек. Вместе с наслаиванием все новых и новых клеточных масс (главным образом лейкоцитов) от него то и дело отрываются целые группы спаянных между собой клеток. Этот процесс наблюдается все время, до тех пор пока сосуд не будет совершенно закупорен или пока тромб не будет полностью размыт.

Постоянно отрывающиеся и уносимые током крови клеточные конгломераты представляют собой эмболы, значение которых следует особенно подчеркнуть. Недостаточно внимания обращается на то, что тромб уже с самого начала его образования постоянно является источником возникновения множества мелких эмболов. Вероятно, большинство таких рыхлых эмболов распадается, не дойдя до мелких разветвлений сосудов, но некоторые из них могут достигать с током крови мелких сосудов и закупоривать их.

Возможно, что именно этим отчасти объясняется возникновение множественных мелких склеротических очагов, например в сердечной мышце, при даже небольших пристеночных тромбах в венечных артериях. Надо также иметь в виду, что быстрое закрытие сосудов такими мелкими эмболами может вызвать нервно-рефлекторные нарушения кровообращения вследствие раздражения сосудистых рецепторов.

Таким образом, по данным микрокиносъемки мы должны представлять себе процесс тромбоза как тромбоэмболию, так как оба эти явления — тромбоз и эмболия — неразрывно связаны между собой.

Даже достигнув довольно значительной величины, тромб все же очень часто снова исчезает вследствие его распада на эмболы.

Тромбообразование у кролика представляет существенное отличие от того, что наблюдается у лягушки. Обращает на себя внимание большое разнообразие внешней формы эритроцитов в движущейся крови внутри сосудов. Чаще всего они имеют форму дисков или (в профиль) форму гантели, но нередко также колоколообразные или чашкообразные формы (см. рис. 3). При быстром токе крови никакого порядка в расположении эритроцитов внутри сосудов не видно; по мере замедления кровяного тока обнаруживается их тенденция складываться в монетные столбики, уже в текущей крови.

Тромбоциты очень ясно видны на фильме в текущей крови в виде мелких телец, нередко совершающих вихревые движения при замедлении тока крови (см. рис. 4). При повреждении сосудистой стенки они скопляются на ее внутренней поверхности и, склеиваясь между собой, образуют небольшую кучку — зачаток тромба. Вскоре здесь же начинается накопление лейкоцитов.

У кролика тромбоз также тесно связан с процессом эмболии: уже в ранних стадиях, при образовании тромба от него постоянно отрываются и уносятся током крови отдельные части, которые могут закупоривать мелкие сосуды. Если образование тромба преобладает над его разрушением, то тромб постепенно полностью закупоривает сосуд. Эритроциты и другие форменные элементы крови уже не проходят по этому сосуду, а устремляются по окольным путям.

Таким образом, в отличие от холоднокровных (лягушка), где участие кровяных пластинок в тромбообразовании незначительно, у теплокровных (кролик) в этом процессе сначала участвуют почти исключительно тромбоциты и только позднее к ним присоединяются лейкоциты.

Все указанные процессы в их динамике удается с большой ясностью проследить посредством микрокино съемки.



Рис. 1. Пристеночный тромб в сосуде лягушки в начале своего образования, состоящий из лейкоцитов



Рис. 2. Эритроцит, остановившийся и сильно изогнувшийся около лейкоцита, ранее фиксировавшегося на стенке сосуда (лягушка)

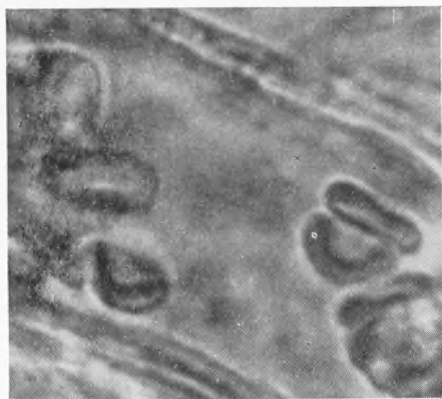


Рис. 3. Разные формы эритроцитов кролика в текущей крови



Рис. 4. Тромбоциты, взвешенные в плазме крови в сосуде кролика