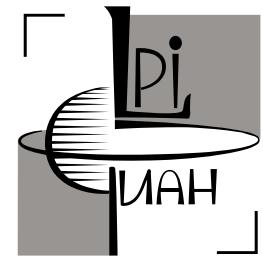




Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки

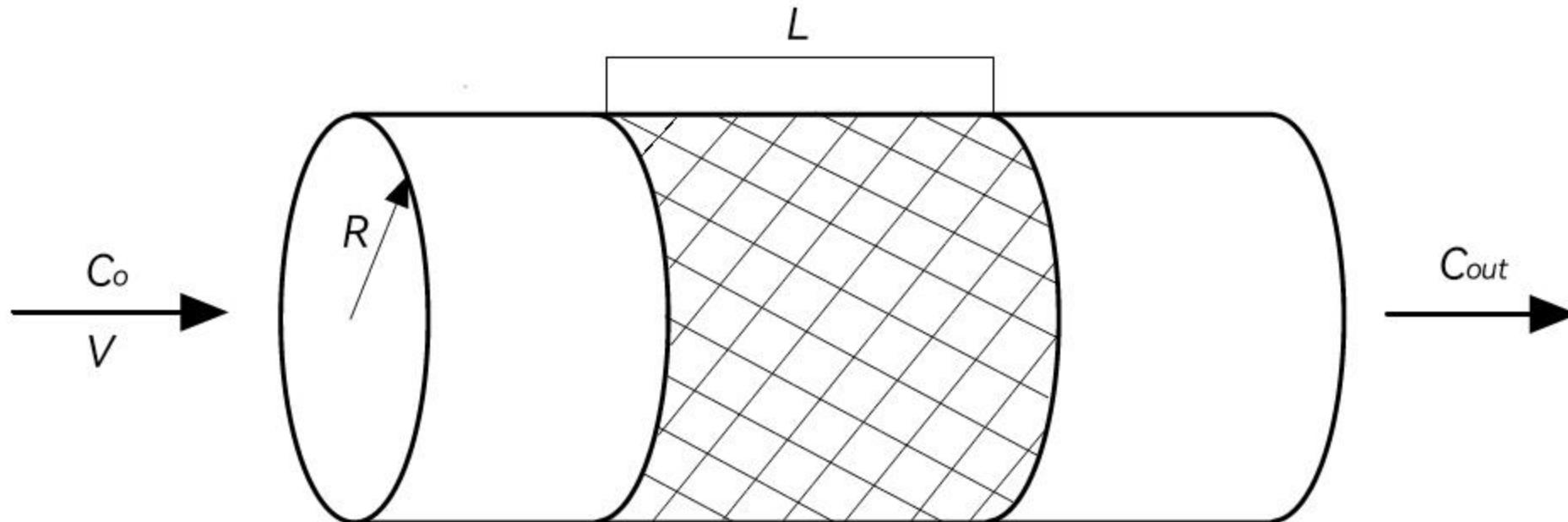


Физический институт
имени П.Н. Лебедева
Российской академии наук

Математическая модель свертывания крови в крупной вене

Андреева А.А. (МФТИ), Казымов Б.И. (НИИ Скор.пом.), Лобанов А.И. (МФТИ),
Панюков С.В. (МФТИ, ФИАН), Яремин Б.И. (НИИ Скор.пом)

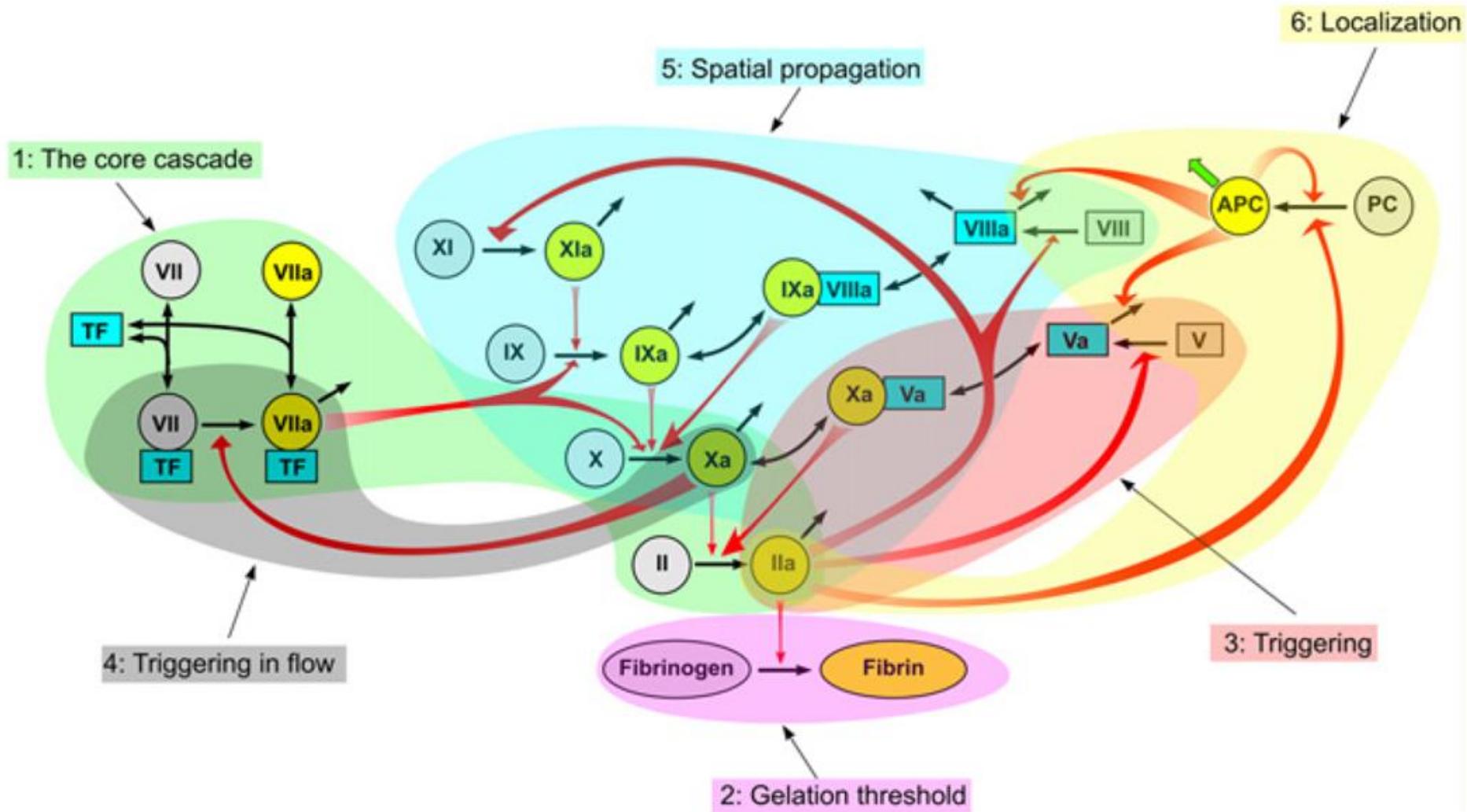
Физическая модель



Поврежденный
эндотелий

	Длина	Диаметр
Реальные размеры	6-8 см	1-1.5 см
Математическая модель	8 см	1.2 см

Схема реакций свёртывания крови

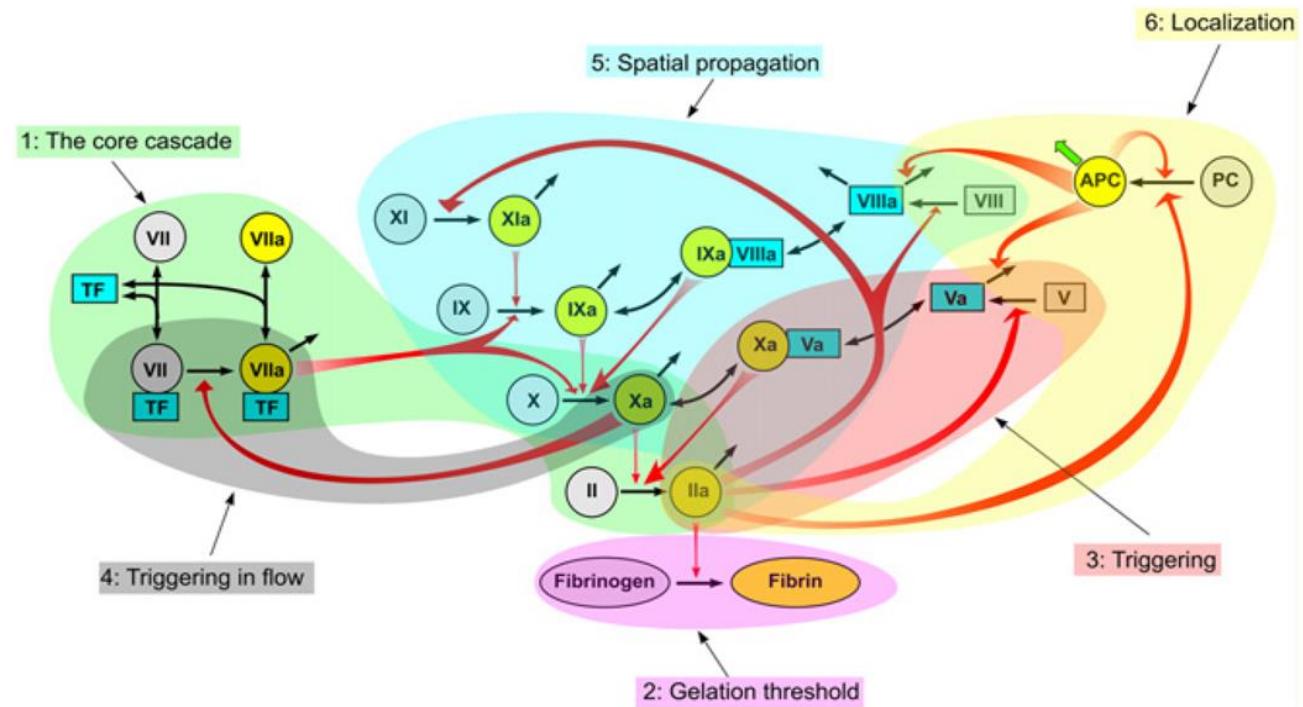


Уравнения математической модели

1 группа – инициация процесса, реакции на поверхности эндотелия

$$\frac{d[TF]}{dt} = -\frac{R}{2} k_a^{VII,TF} [VII][TF] +$$

$$k_d^{VII-TF} [VII - TF] - \frac{R}{2} k_a^{VIIa,TF} [VIIa][TF] + k_d^{VIIa-TF} [VIIa - TF],$$

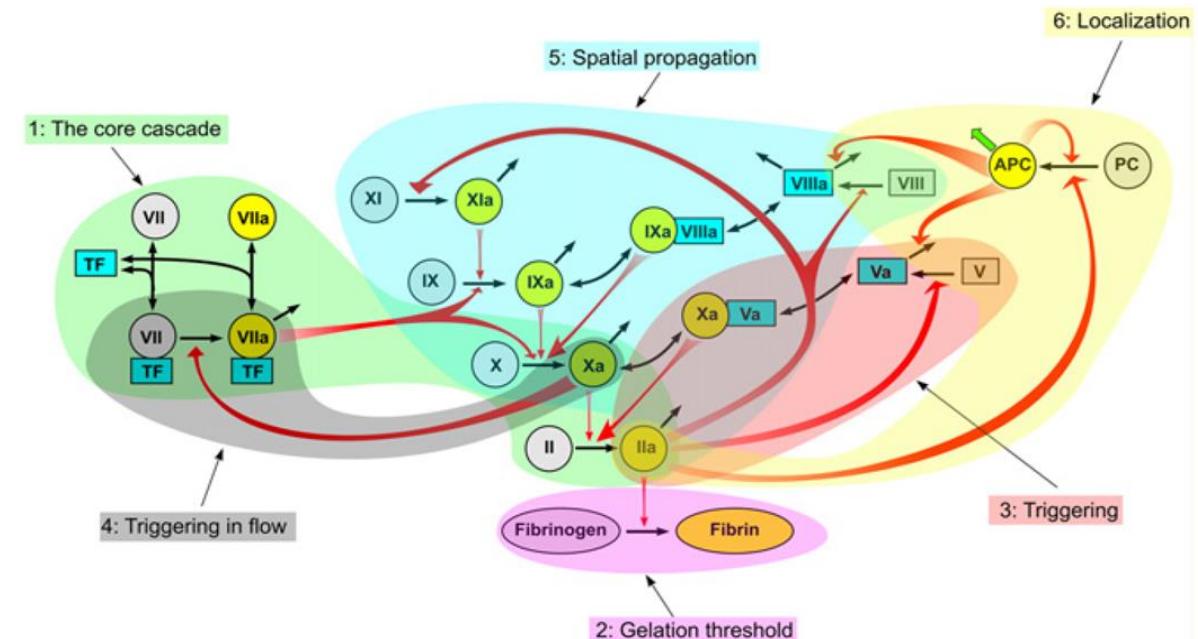


Уравнения математической модели

2 группа – инициация процесса свертывания, реакции в плазме крови

$$\frac{[VIIa]}{dt} = -k_a^{VIIa,TF} [VIIa][TF] + \frac{2k_d}{R} [VIIa - TF] - \frac{1}{r} ([VIIa] - [VIIa](0)),$$

Здесь $r = \frac{L}{V}$ - среднее время пребывания жидкой частицы в реакционном объеме

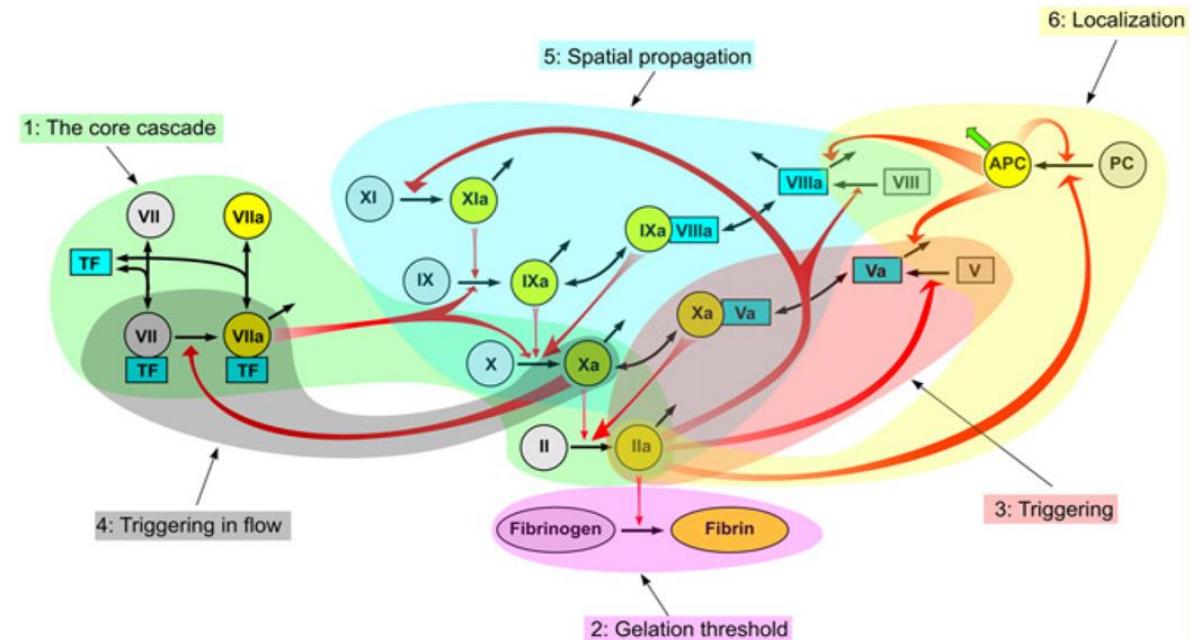


Уравнения математической модели

3 группы – производство тромбина, реакции в объеме плазмы и на поверхности мембран

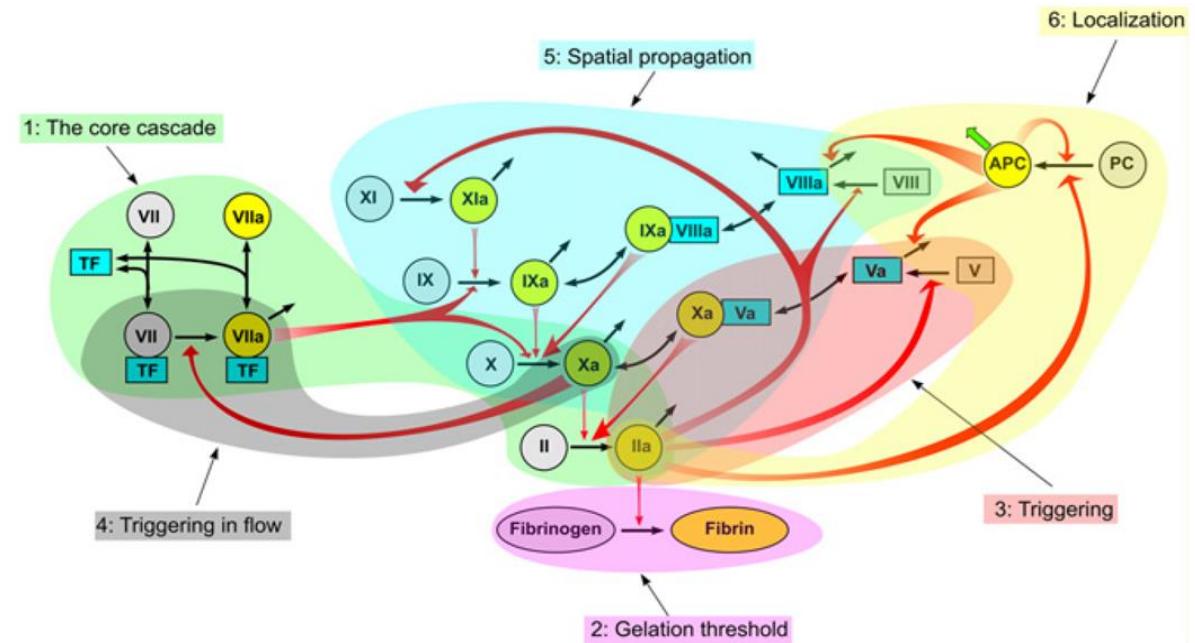
$$\frac{d[II]}{dt} = - \frac{k_{cat}^{II,Xa} [Xa][II]}{K_M^{II,Xa} + [II]}$$

$$- \frac{k_{cat}^{II,Xa-Va} [Xa][Va][II]}{(K_d^{Xa-Va} + [Xa] + [Va])(K_M^{II,Xa-Va} + [II])} - \frac{1}{r} ([II] - [II](0)),$$



Уравнения математической модели

4 группа – расщепление
фибриногена,
производство фибрина.

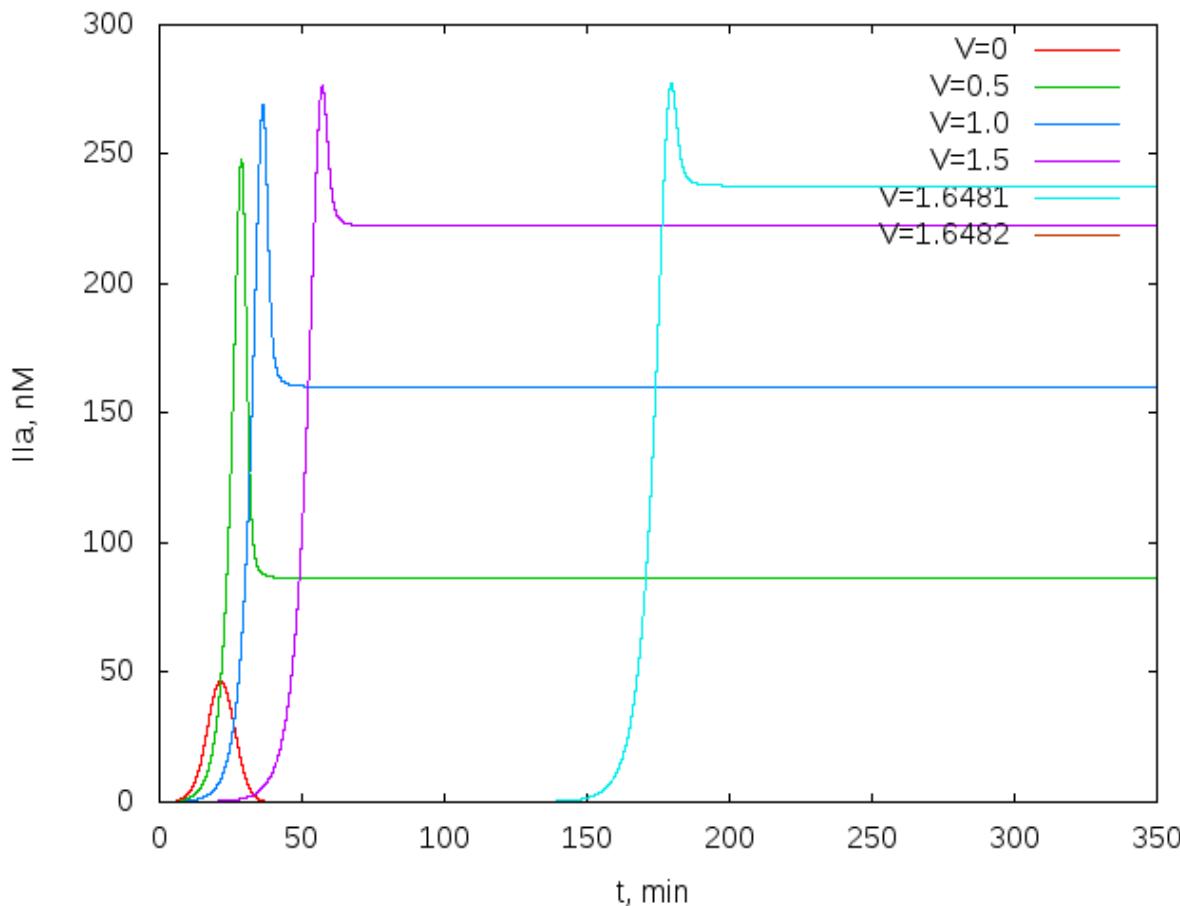


$$\frac{d[Fn]}{dt} = \frac{k_{cat}^{Fg,IIa} [Fg][IIa]}{K_M^{Fg,IIa} \left(1 + \frac{[Fg]}{K_M^{Fg,IIa}}\right)} - \frac{1}{r} ([Fn] - [Fn](0)).$$

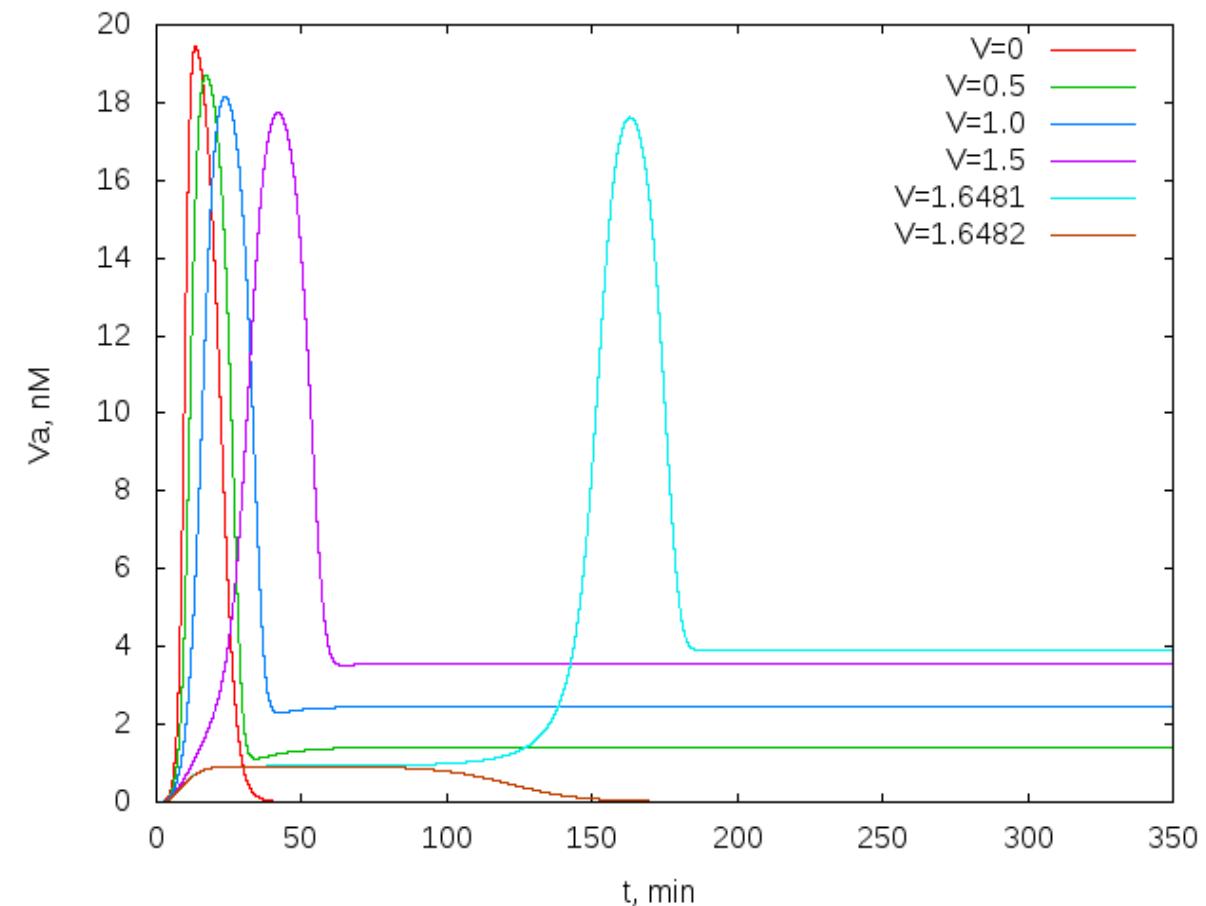
Результаты расчётов

Случай нормы: $Fg(0)=7600$ нМоль

IIa



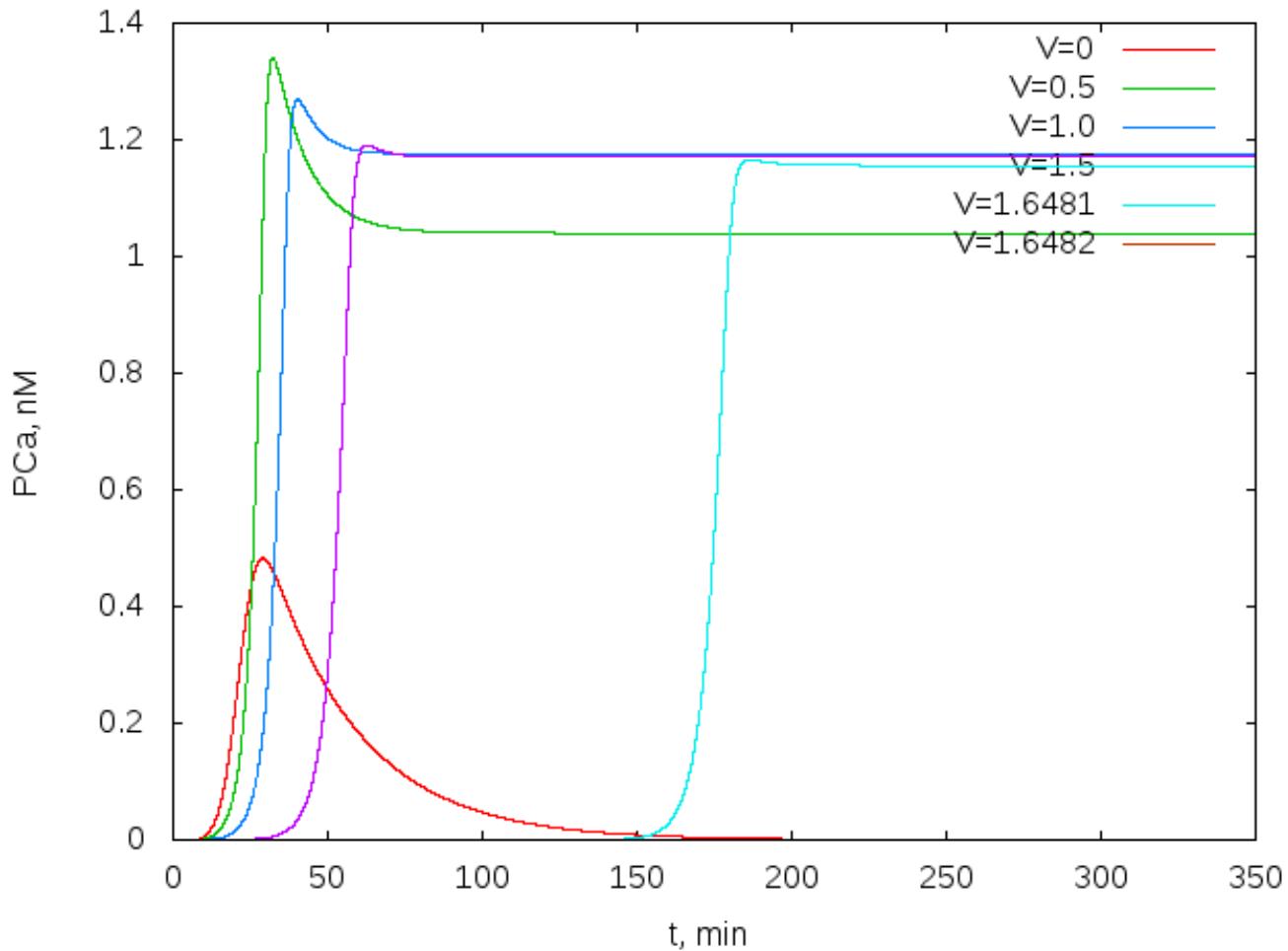
Va



Результаты расчётов

Случай нормы: $Fg(0)=7600$ нМоль

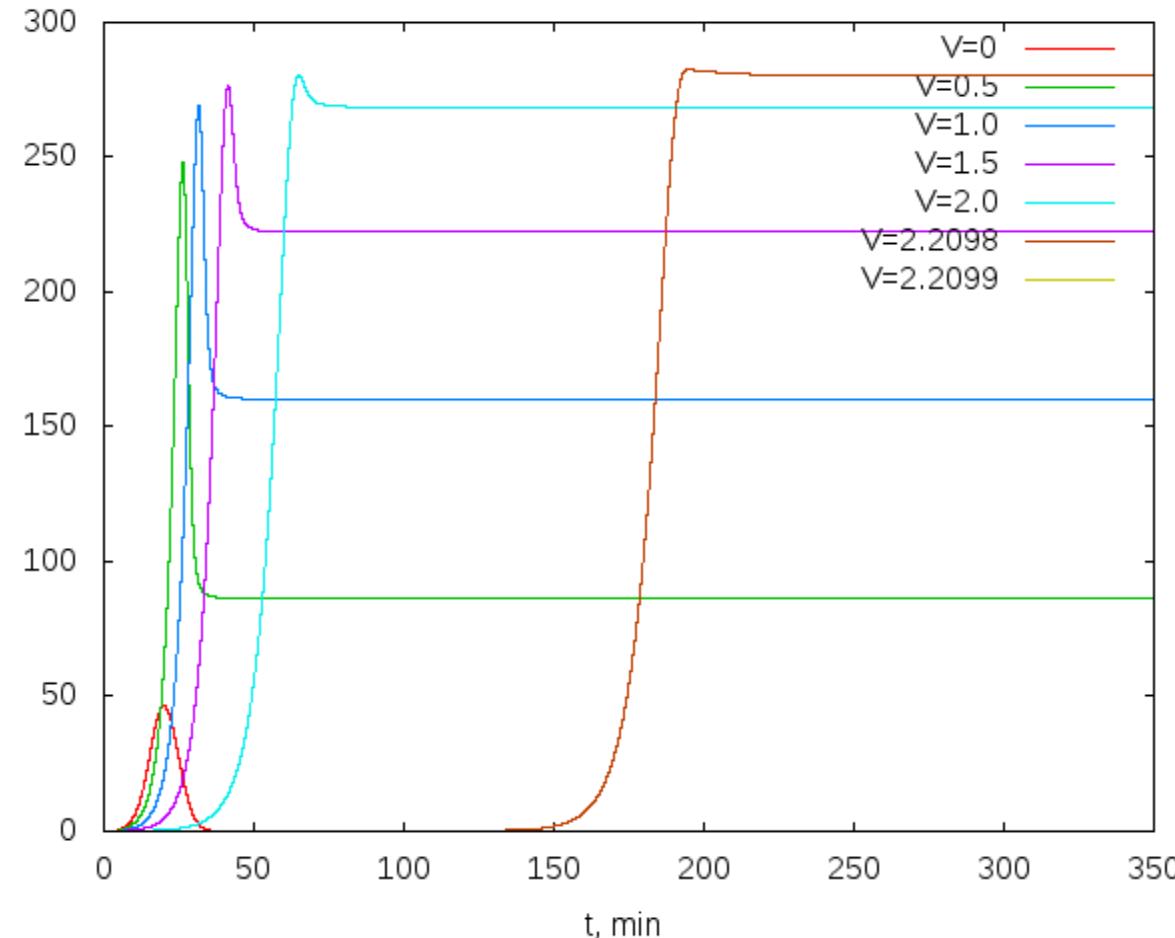
РСа



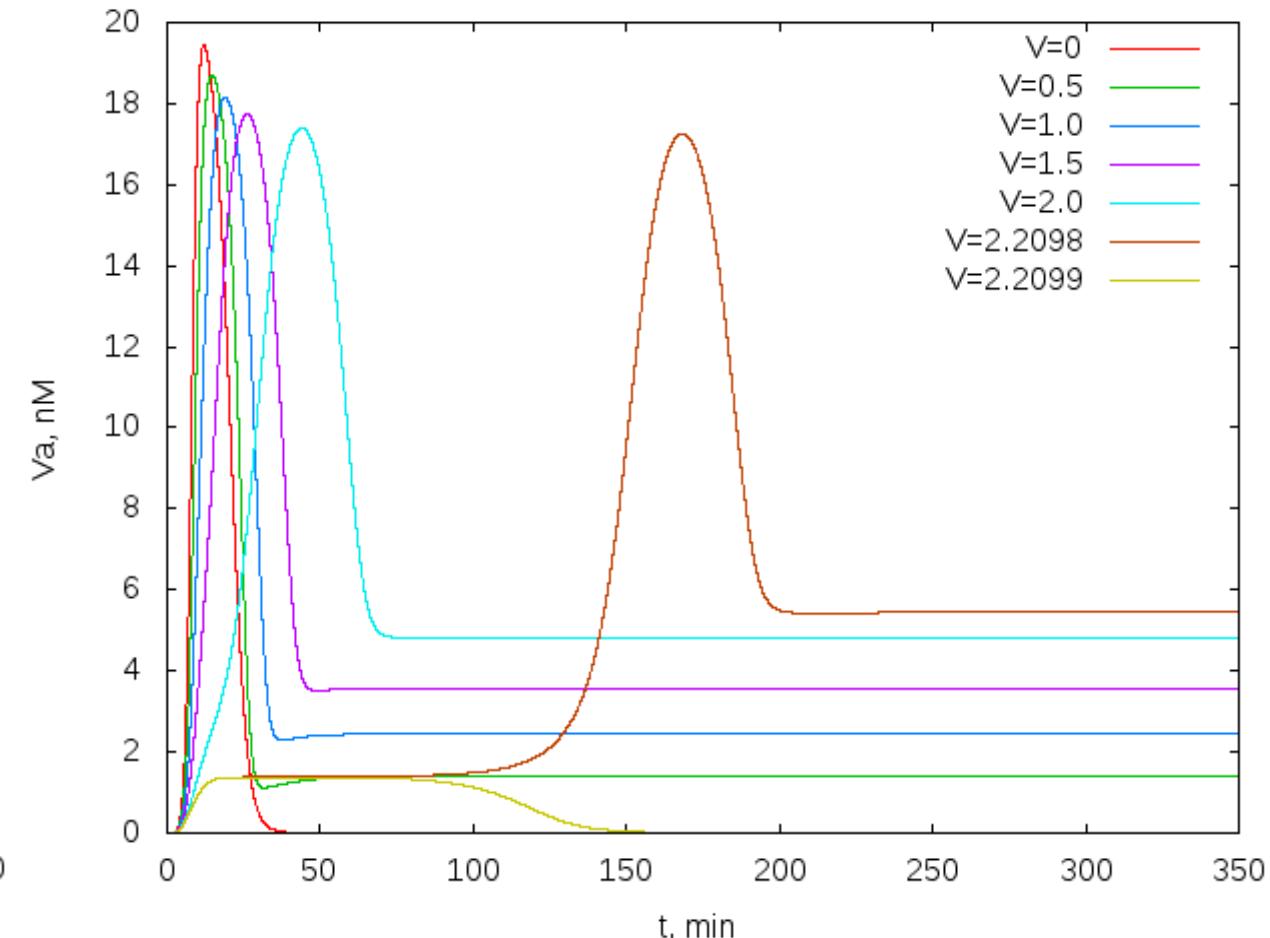
Результаты расчётов

Пониженный фибриноген: $Fg(0)=3000$ нМоль

IIa



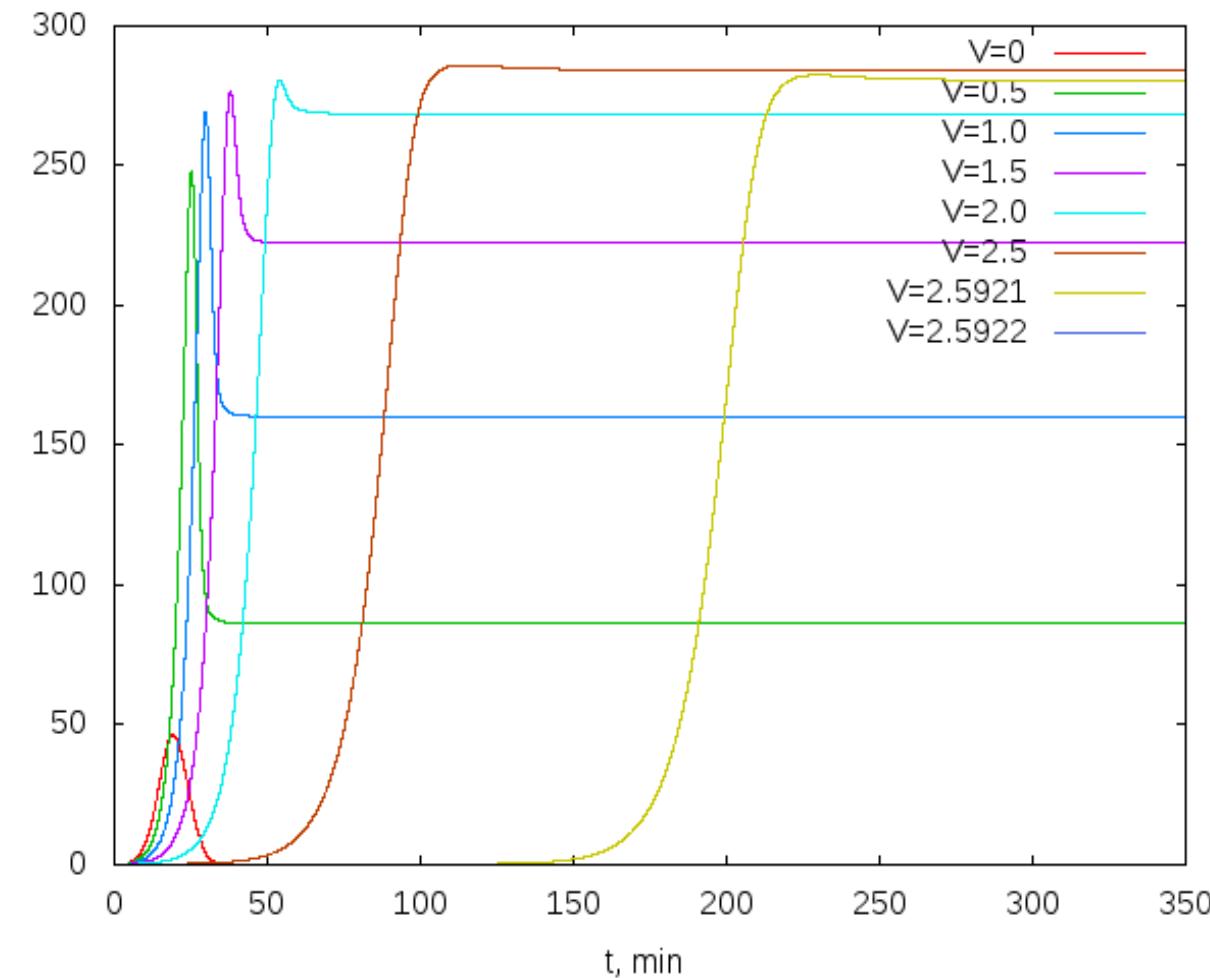
Va



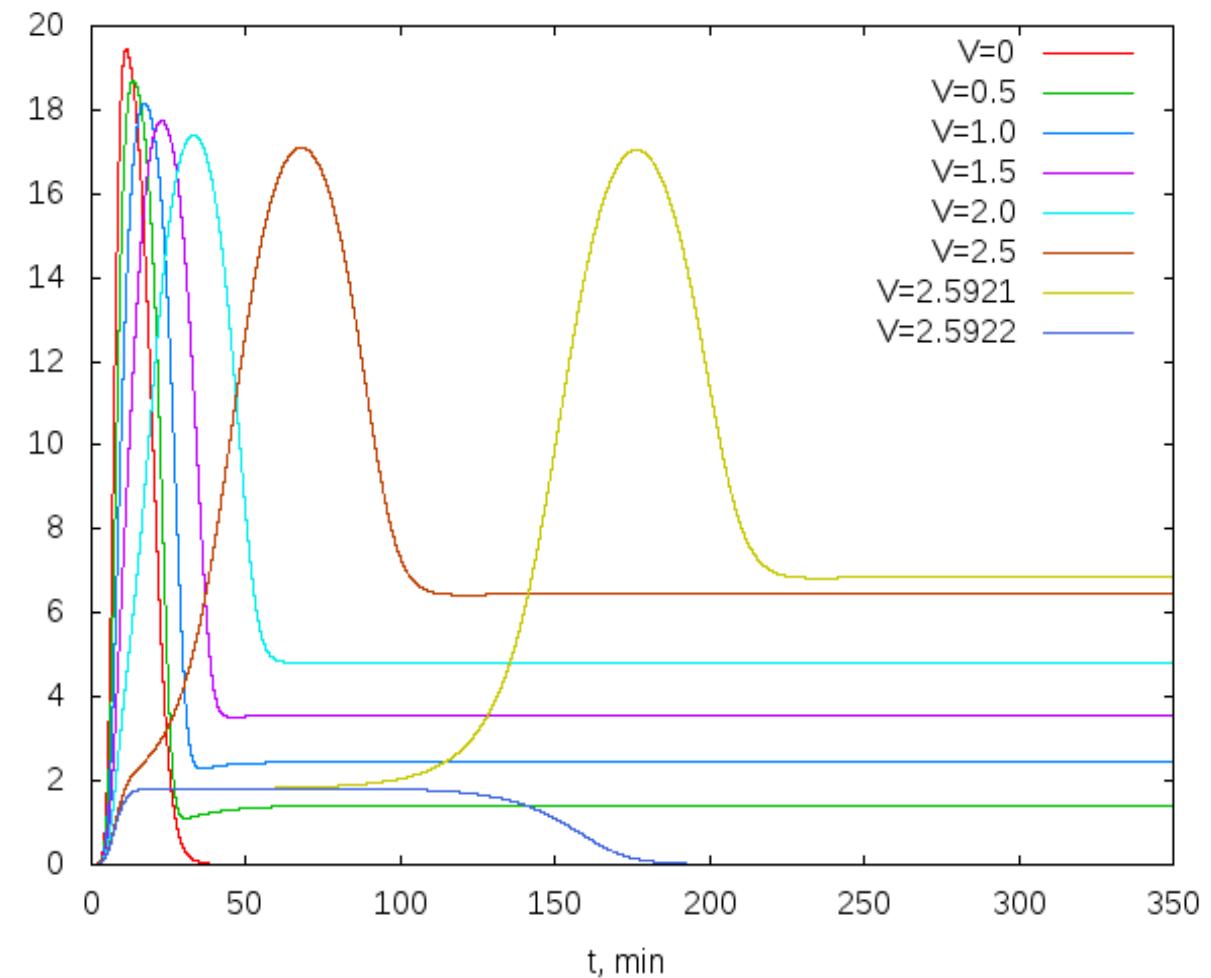
Результаты расчётов

Пониженный фибриноген: $Fg(0)=760$ нМоль

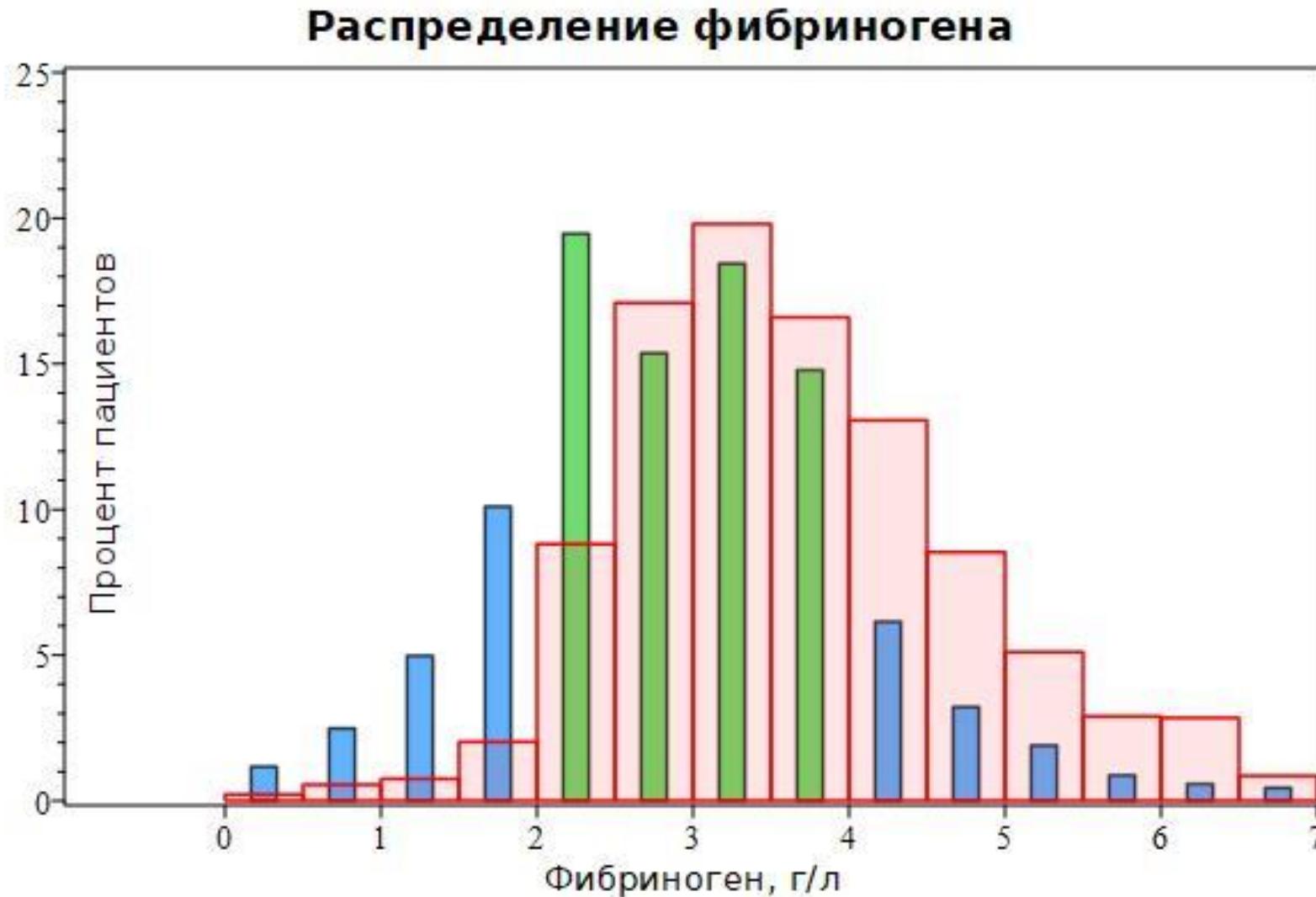
IIa



Va



Сравнение с клиническими данными



Выводы

- Уменьшение концентрации фибриногена в крови приводит к тому, что рост фибриновых сгустков начинается в более широком диапазоне скоростей
- Фактором риска при тромбозе воротной вены является наличие мутации Лейден, но мы на данный не располагаем данными по наличию такой мутации у пациентов