

Моделирование мышечного сокращения

Актуальность

- Наглядность
- Количественная оценка параметров
- Вычленение отдельных элементов

Моделирование – процесс создания и исследования модели, т.е. действующего упрощенного аналога реально существующей изучаемой структуры.

Мышечное сокращение:

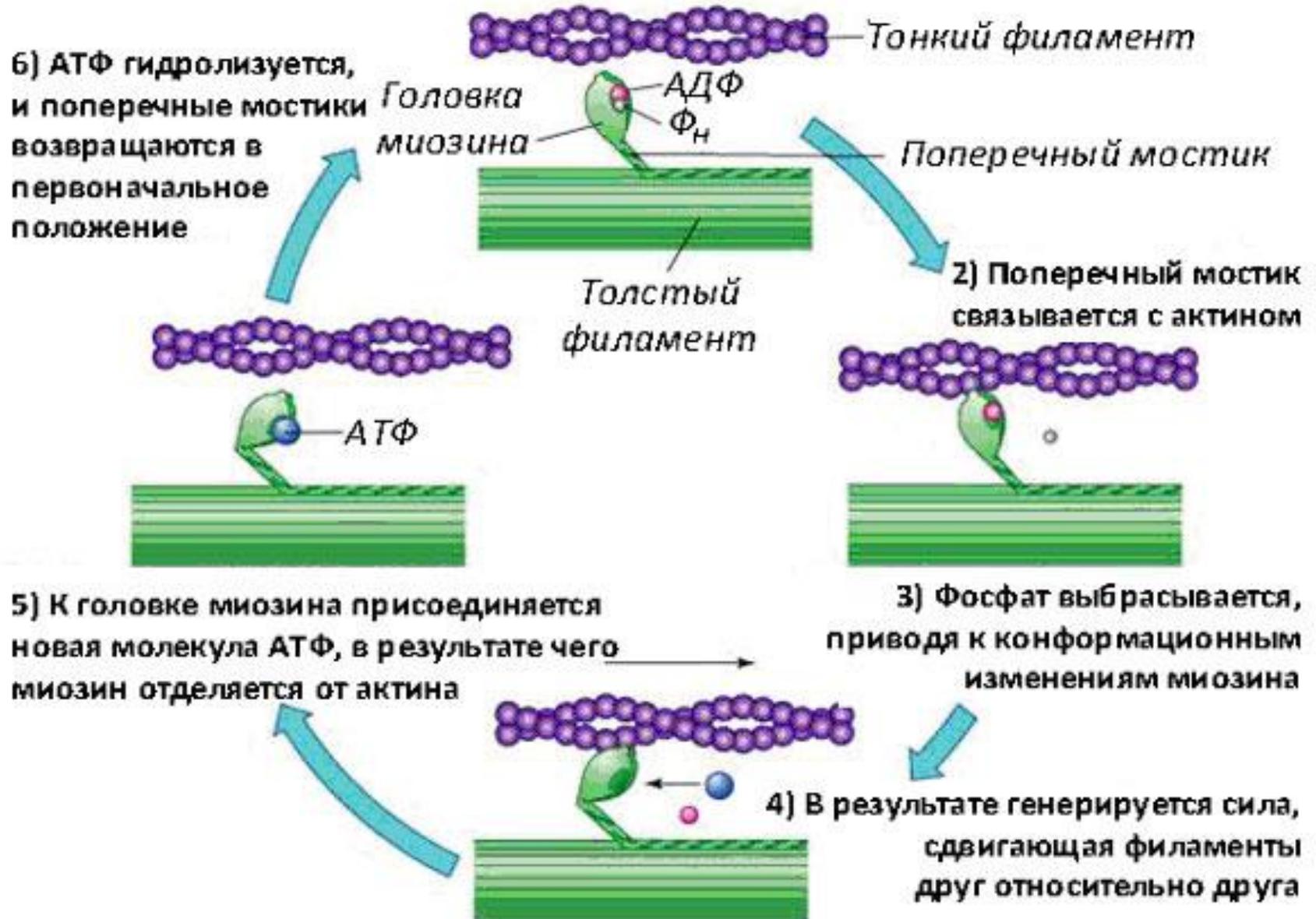
- Биологическое моделирование
- Молекулярное моделирование
- Математическое моделирование
- Компьютерное моделирование

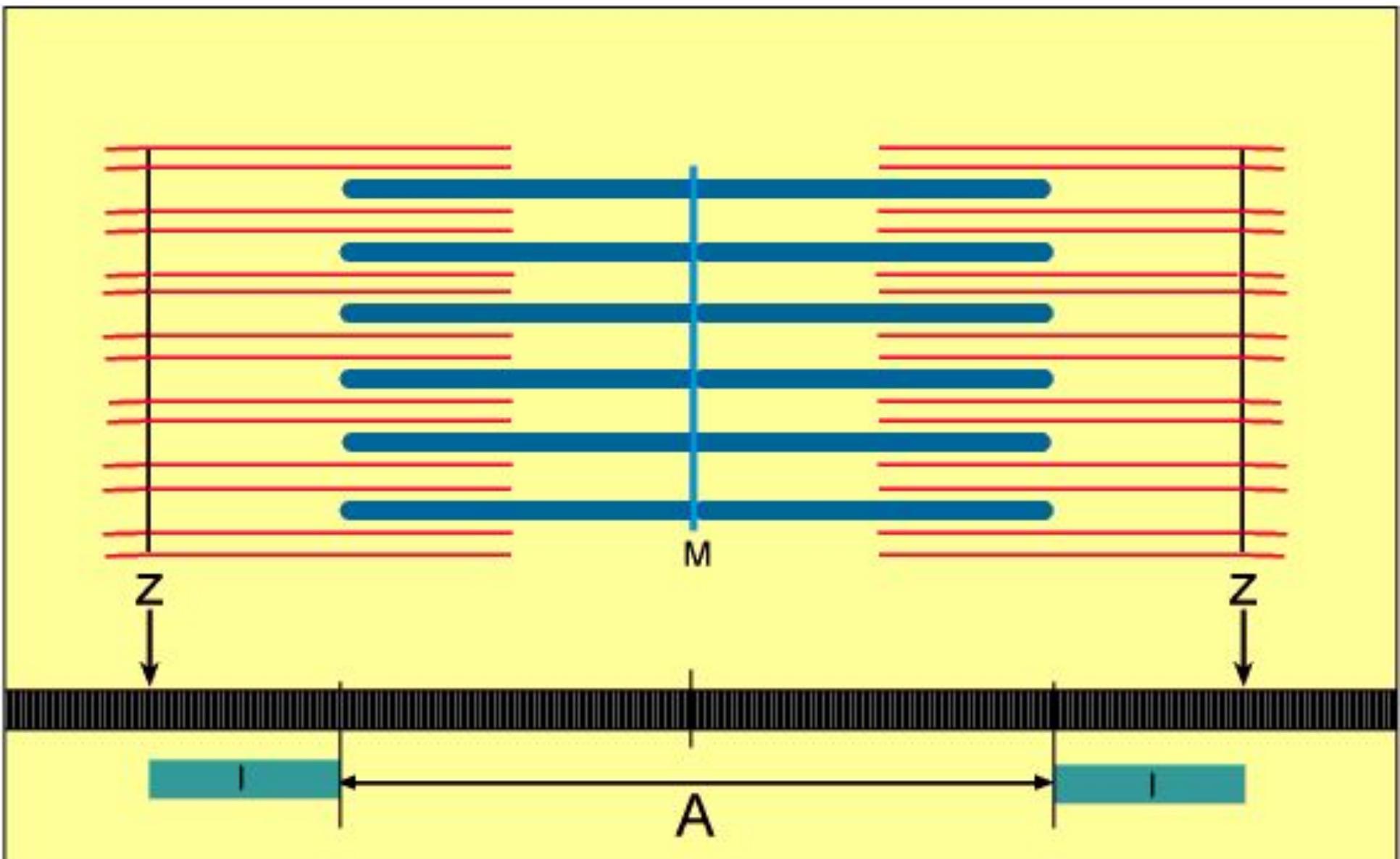
Численно оцениваемые параметры

- Длина волокна l
- Сила сокращения P
- «Энергетика»: работа A + выделяемое тепло Q
- Скорость укорочения
- Скорость теплопродукции
- Количество мостиков (тянущих, разомкнутых etc)
- Количество саркомеров в волокне и др.

Классическая модель сокращения. Цикл Лимна-Тейлора.

1) Расслабленное состояние: поперечный мостик не соединен с актином





Математическая модель

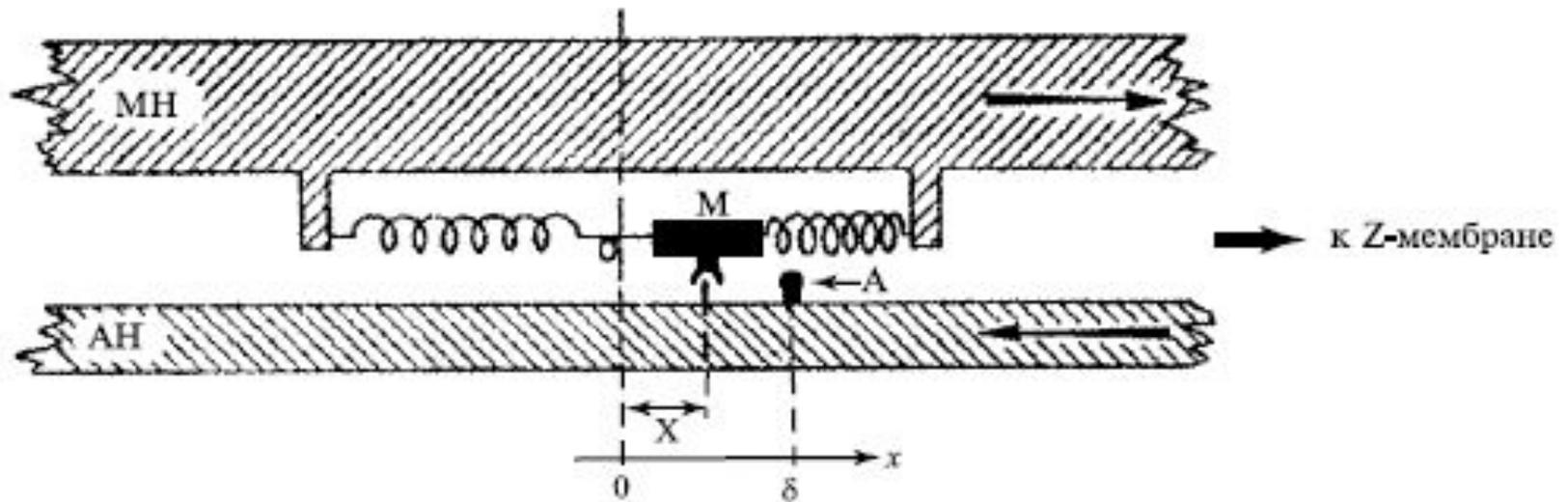


Рис. XXV.12.

Модель миозинового мостика (по А. F. Huxley, 1957)

МН — миозиновая нить; АН — актиновая нить; М — актин-связывающий сегмент миозинового мостика; А — актиновый центр; x — координата мостика; δ — координата актинового центра; 0 — равновесное положение миозинового мостика. Стрелками показаны направления относительного скольжения нитей при сокращении мышцы

$$\alpha \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} n,$$

$$n = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho_n(x) dx$$

$$\frac{\delta \rho_n(x,t)}{\delta t} = (\rho_0 - \rho_n) \cdot k_1 - \rho_n \cdot k_2$$

$$P = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho_n(x) \cdot f(x) dx$$

$$-\vartheta \cdot \frac{\delta \rho_n(x,t)}{\delta t} = k_1 \cdot \rho_n - (k_1 + k_2) \cdot \rho_n$$

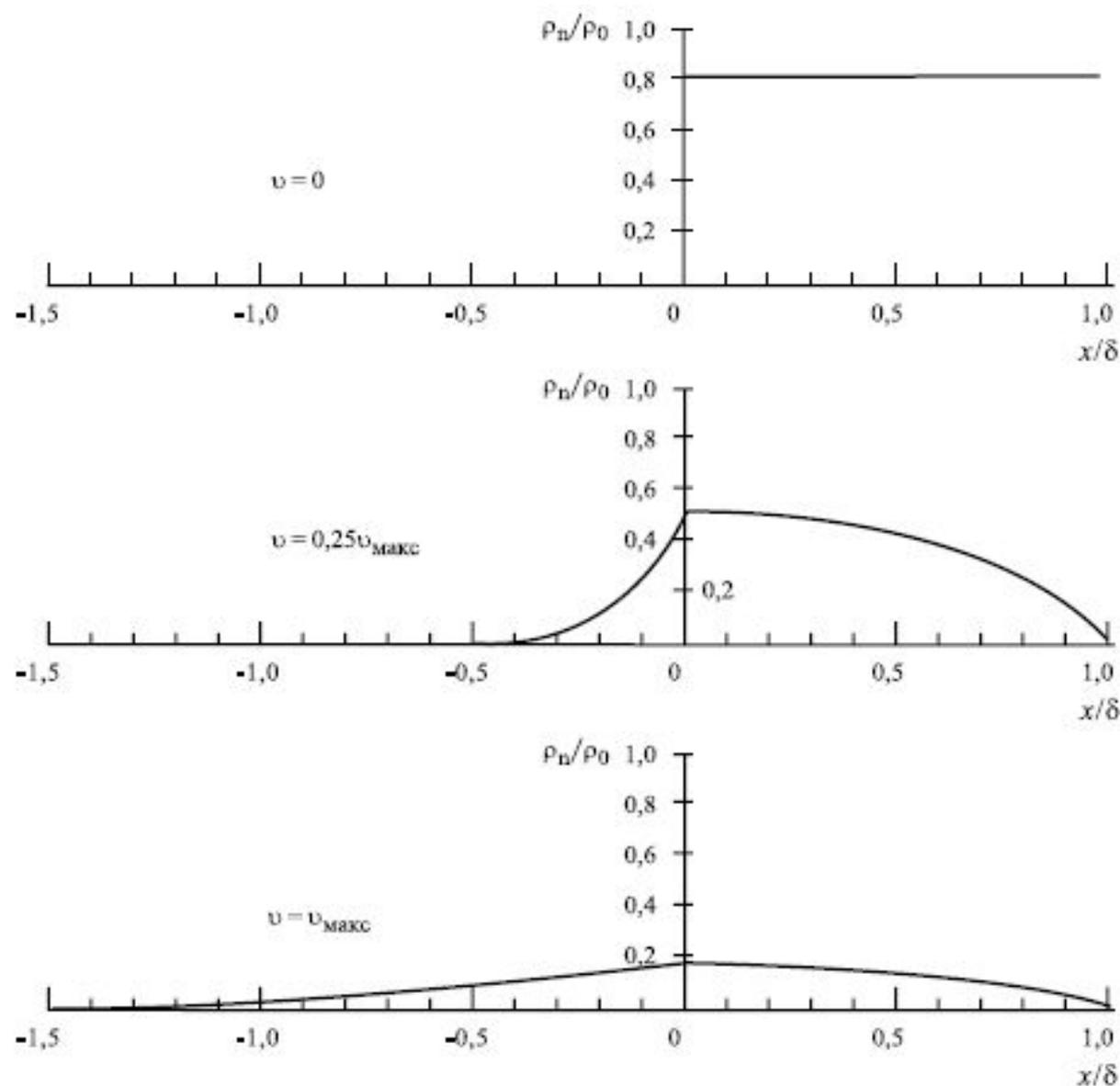
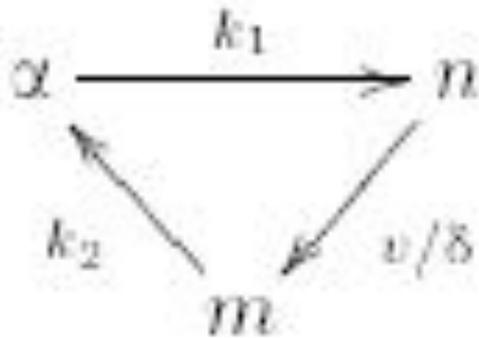


Рис. XXV.13.

Плотность распределения числа замкнутых мостиков ρ_n по координате мостика x при трех разных скоростях скольжения нитей (по A. F. Huxley, 1957).

ρ_n — функция плотности распределения полного числа мостиков по координате x ; δ — ширина

Усовершенствованная модель В.И. Дещервского



$$\frac{dn}{dt} = k_1 (\alpha_0 - n - m) - v \frac{n}{\delta},$$

$$\frac{dm}{dt} = v \frac{n}{\delta} - k_2 m,$$

$$\frac{dE}{dt} = k_2 \cdot m \cdot \varepsilon = \varepsilon \frac{k_1 k_2}{2k_1 + k_2} \cdot (f \alpha_0 - P) = \frac{(k_1 + k_2) \varepsilon}{2k_1 + k_2} \cdot b \cdot (P_0 - P),$$

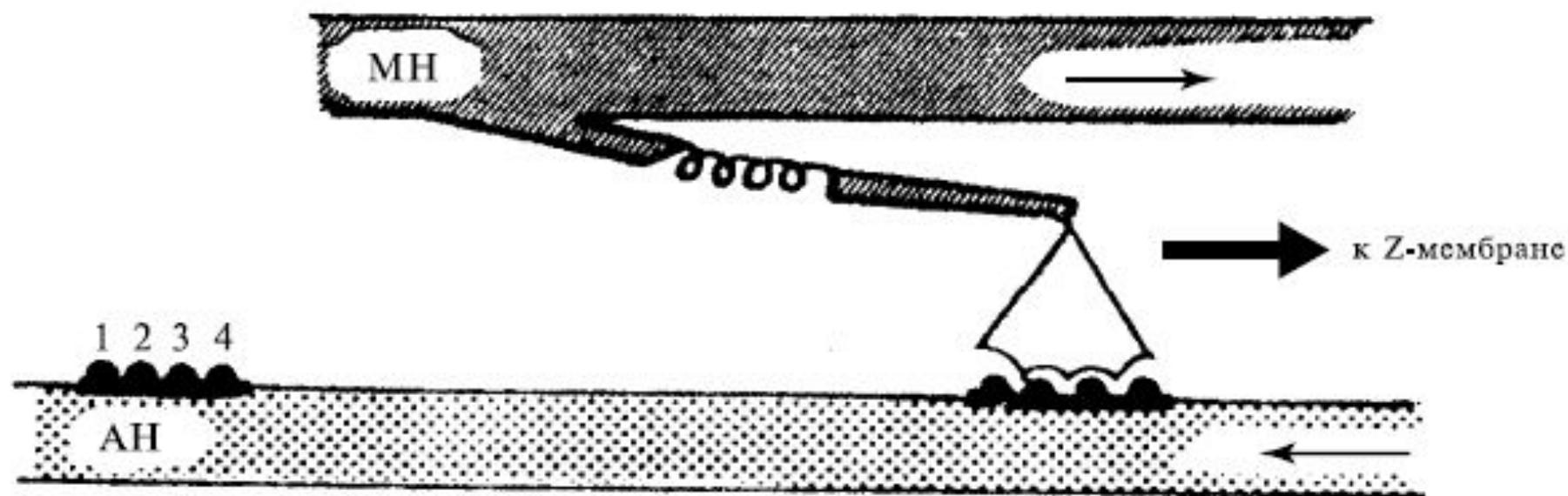


Рис. XXV.19.

Модель мостика Э. Хаксли — Симмонса (1971) (по Woledge R., 1992).

МН — миозиновая нить; АН — актиновая нить; 1, 2, 3, 4 — последовательные точки контакта миозиновой головки с актиновым центром. На рисунке показано состояние мостика с контактами в точках 2 и 3 (стрелками указано направление сил, действующих со стороны мостика на актиновую и миозиновую нити)

Спасибо за внимание