

ПРИЗНАКИ УЗЛА МЕХАНИЗМА ВРЕМЕННОЙ ФРАКТАЛЬНОСТИ В СЕТИ ОБМЕНА КЛЕТКИ

Тараненко А.М.

Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г.Пушино Моск.обл.

В сети метаболизма тысячи реакций, но реально его поведение определяют (а) ключевые (медленные) реакции (интенсивность, скорость обмена), (б) ключевые регулируемые циклы (колебания), (в) шунты, линии задержки, депо (многочастотные колебания и хаос). Математически колебаниям отвечает наличие бифуркации Андронова-Хопфа. И петля или цикл в графе для ферментативных реакций. Но для эмпирического поиска реакций или их циклов, «подозрительных» на роль пейсмекеров обмена, часто важно наличие в них явления ингибиции (Б.Чанс, 1960), особенно на базе аллостерии (Е.Сельков, 1979). Это дает колоколообразную (двухскатную) зависимость скорости реакции от субстрата, с наличием участка положительной обратной связи (роста), и отрицательной обратной связи (спада). На базе субстратного угнетения (Е.Сельков, 1979), нелинейность может обеспечить предельный цикл, колебания, механизм пейсмекера всего обмена или его отдела. Механизм активации продуктом, на базе аллостерии, тоже может обеспечить колебания. Возможен и другой путь получения триггера - через обратную связь от отдаленных участков метаболизма (от митохондрий к гликолизу), в том числе от одного отдела обмена к другому (белки, углеводы, жиры). Присоединение депо обеспечивает наличие узла обмена с фрактальным временным поведением (Тараненко, 1981). Участки с запаздыванием и шунты могут обеспечивать те же свойства, что и депо. Для таких систем правдоподобна гипотеза, что участок отрицательного наклона в зависимости скорости от субстрата «обеспечивает» участок отрицательного наклона (Шарковский, 1966, Шильников, 1979, Лоскутов, 1997) в отображении Пуанкаре на предельном цикле, ответственный за возникновение многочастотных колебаний и хаоса. Это связано с определенной ротационной симметрией депо-систем. По В.Хорстемке и В.Лефевру (1987) при наличии этой симметрии жесткий предельный цикл превращается в странный аттрактор. Признаки возможных узлов метаболизма с фрактальным поведением весьма важны для приложений. Для методик терапии важно установить мишень воздействия, узел обмена (или обратную связь отделов обмена), и параметры управления его поведением. Воспаление (как то, что сопутствует патологиям) основано на механизме перехода гель-золь (А.Алексеев, 2001), имеющем природу триггера, связанного с пулом соединительнотканых белков. От формы сложных колебаний здесь, по-видимому, зависит появление или непоявление рубца (и отмирания) после воспаления.