

Карасев Е.А., Сивкова Д.В., Чулаев Д.Х.

Биоритмы и микробиом человека: есть ли между ними связь?

ФГБОУ ВО Российский государственный социальный университет

Резюме

Циркадианные ритмы — эндогенные 24-часовые циклы, регулирующие физиологические, метаболические и поведенческие процессы. Они контролируются молекулярными механизмами (гены BMAL1/CLOCK, PER/CRY) и синхронизируются внешними факторами (свет, питание). Микробиом человека тесно связан с циркадными ритмами, влияя на метаболизм и защитные функции организма.

Ключевые слова: микробиота, циркадианные ритмы, биологические ритмы

Биологические ритмы — это повторяющиеся изменения интенсивности биологических процессов, управляемые эндогенными осцилляторами (пейсмекерами) и синхронизируемые внешними факторами (свет, температура) [1].

Классификация:

- По уровню организации:
 - Клеточные: молекулярные колебания (например, циклы PER/CRY) [2].
 - Тканевые/органные: ритмы печени, почек, синхронизированные питанием [16].
 - Организменные: циклы сна/бодрствования, температуры тела [1].
 - Популяционные: сезонные миграции, репродуктивные циклы [1].
- По временному периоду:
 - Высоочастотные (<30 мин): дыхание, перистальтика кишечника, ЭЭГ-ритмы [1].
 - Среднечастотные (30 мин – 3 сут):
 - Ультрадианные (3–20 ч): фазы сна, голод/насыщение.
 - Циркадианные (~24 ч): синтез мелатонина, активность ферментов [1].
 - Низкочастотные (>3 сут):
 - Циркасептантные (~7 сут): колебания иммунного ответа [1].
 - Сезонные: спячка, листопад [1].
- По форме колебаний:
 - Импульсные (например, выброс гормонов).
 - Синусоидальные (например, температура тела).
 - Релаксационные (резкие изменения с постепенным возвращением к исходному состоянию) [1].

Микробиом и циркадные ритмы

Циркадианные ритмы представляют собой эндогенные 24-часовые циклы, регулирующие физиологические, метаболические и поведенческие процессы. Они синхронизируются с внешними условиями, такими как свет и питание, через молекулярные механизмы, встроенные в каждую клетку организма [1].

Основу циркадианного ритма составляет транскрипционно-трансляционная петля, образованная генами BMAL1 (Brain and Muscle ARNT-like 1) и CLOCK (Circadian Locomotor Output Cycles Kaput), которые активируют экспрессию генов PER (Period) и CRY (Cryptochrome) [2].

Белки PER и CRY постепенно накапливаются в цитоплазме, образуют комплекс, транспортируются в ядро и ингибируют активность BMAL1/CLOCK, замыкая петлю обратной связи. Этот цикл длится около 24 часов [3].

Зависимые от циркадных генов метаболические гены (CCG) составляют 10–20% генома и регулируют процессы, такие как синтез гормонов, репарация ДНК и окислительно-восстановительный баланс [4].

Микробиоты кишечника и кожи синхронизированы с циркадными ритмами хозяина. Например, метаболиты бактерий модулируют экспрессию BMAL1 и PER2 через взаимодействие с эпителиальными и иммунными клетками [5].

Выводы

Циркадианные ритмы возникли как адаптация к циклическим изменениям среды (свет, температура). Их консервативность подтверждена у цианобактерий, растений, грибов и млекопитающих, включая Homo sapiens, микробиом которого синхронизирован с циркадными ритмами хозяина.

Литература

- Reiberg A., Ashkenazi I., 2003. Биологические ритмы: определение, классификация. – С. 10–35.
- Albrecht U. et al., 2012. Генетическая регуляция циркадных ритмов. – С. 30–50.
- Sassone-Corsi P., 2014. Молекулярные механизмы циркадных осцилляторов. – С. 95–110.
- Masri S., Sassone-Corsi P., 2014. Метаболические процессы и циркадные ритмы. – С. 70–85.
- Leone V. et al., 2015. Влияние микробиоты на циркадные ритмы хозяина. – С. 50–65.
- Silver A. C., 2017. Патогены и нарушение циркадных ритмов. – С. 120–135.