

Збудливість та рефрактерність міокарду

Серцева збудливість залежить від внутрішнього струму для деполяризації або генерації потенціалу дії, необхідного міоцитам або клітинам міокарду. Деполяризуються вони чи ні, залежить від того, збудливі його потенціалзалежні натрієві іонні канали чи ні.

Більш збудлива клітина може мати більше своїх іонних каналів Na^+ у стані готовності, і навіть якщо б туди надходив відносно слабкий потік іонів Na^+ , клітина все одно змогла б легко деполяризуватися. З іншого боку, у менш збудливої клітини більша частина іонних каналів Na^+ може бути інактивована, і вони не будуть відкриватися у відповідь на подразники і тільки деякі з них готові, і для його деполяризації буде потрібно більш сильний потік іонів Na^+ .

Припустимо, це міоцит в одному із шлуночків, а це графік зміни мембранного потенціалу в часі. По-перше, кілька позитивних іонів, таких як натрій і кальцій, проходять через щілинні контакти і проникають у клітину, підвищуючи мембранний потенціал. До порогового рівня - зазвичай близько - 70 мВ. У цей момент потенційно залежні Na^+ -канали відкриваються, і велика кількість іонів Na^+ спрямовується в клітину, викликаючи деполяризацію. Відразу після деполяризації, приблизно +20 мВ, канали стають інактивованими, роблячи ці канали недоступними для іншої деполяризації. Після підйому нагору настає плато, а потім, коли клітина реполяризується, натрієві канали починають відновлюватися, і хоча вони закриті, вони все ще збудливі, і зрештою клітина реполяризується назад у свій звичайний стан близько -90 мВ.

Протягом більшої частини потенціалу дії міокардіальна клітина не може знову деполяризуватись, і це називається **абсолютним рефрактерним періодом**. Іншими словами, в період абсолютної рефрактерності практично всі натрієві канали міоцитів інактивовані, тому навіть якщо від сусідньої клітини виходить згусток вхідного струму, то він не може викликати деполяризацію. Існує багато Na^+ каналів на кожній клітині міокарда, і кожен Na^+ -канал працює незалежно, але в цілому більшість з них залишаються

інактивованими після підйому вверх, через плато і доти, поки клітина не реполяризується приблизно до -50 мВ, після чого деякі канали починають відновлюватися, в цей момент клітина буде реагувати на подразник.

Спосіб вимірювання абсолютного рефрактерного періоду полягає в тому, що електрофізіолог подає струм на міокардіальну клітину і у відповідь вона створює потенціал дії. Поки відбувається цей потенціал дії, електрофізіолог через рівні проміжки часу подає у клітину кілька сплесків струму. Якщо при спалах струму нічого не відбувається, це означає, що клітина все ще знаходиться в абсолютно рефрактерному періоді. Але якщо сплеск струму викликає деполяризацію клітини, це означає, що клітина вийшла з періоду абсолютної рефрактерності. Оскільки сплески струму даються з інтервалами, ми можемо опинитися відразу за межами абсолютного рефрактерного періоду. Але більш ймовірно, що в якийсь момент клітина вийшла з періоду абсолютної рефрактерності, а потім трохи зачекала, перш ніж буде застосовано наступний сплеск струму. У деяких випадках спалах струму не дуже сильний, і в результаті клітина може не деполяризуватися, навіть якщо вона більше не знаходиться в абсолютному рефрактерному періоді. Тому, коли електрофізіологи вимірюють абсолютний рефрактерний період, те, що вони зрештою реєструють, називається **ефективним рефрактерним періодом**.

Далі слідує період **відносної рефрактерності**, який починається в кінці періоду абсолютної рефрактерності і триває доти, поки клітинна мембрана майже повністю не реполяризується. У цей час частина Na^+ -каналів відновилася і доступна для чергової деполяризації, причому частка Na^+ -каналів з часом збільшується. Клітина у відносно рефрактерному періоді може деполяризуватися, але їй потрібен сильніший стимул, ніж зазвичай.

Нарешті, у нас є наднормальний період, і це коли клітина міокарда більш збудлива, ніж зазвичай. Наднормальний період починається, коли мембранний потенціал становить -70 мВ, і продовжується доти, поки мембрана повністю не реполяризується до

-85 мВ. На цей момент Na^+ -канали повністю відновилися, і ворота інактивзації знову відчинені. Але мембранний потенціал клітини ближче до порога, ніж спокою, тому клітині трохи легше деполяризуватися.

Коротко про головне.

Коли клітина знаходиться на рівні -90 мВ, вона відпочиває, і всі натрієві канали закриті, але готові до роботи. Як тільки надходить стимул, канали відкриваються на короткий період під час руху нагору. Період **абсолютної рефрактерності** – це коли Na^+ -канали міокардіальної клітини інактивовані і вона абсолютно не може деполяризуватися у відповідь на струм. **Ефективний рефрактерний період** часто використовується взаємозамінно з абсолютним рефрактерним періодом і є практичними обмеженнями спроби виміряти абсолютний рефрактерний період і, отже, трохи довше. **Відносний рефрактерний період** це коли деякі з Na^+ -каналів міокардіальної клітини відкриті, і тому клітина здатна деполяризуватися у відповідь на більший, ніж зазвичай, сплеск струму. **Наднормальний період** - це коли всі Na^+ -канали міокардіальної клітини відновлюються і готові до деполяризації, але клітина не повністю реполяризована і, отже, знаходиться ближче до порога, ніж коли вона повністю реполяризована.

Висновок

Збудливість – це здатність нейрона запускати потенціал дії (сплеск електрики). **Рефрактерний період** - це період часу відразу після потенціалу дії, протягом якого нейрон не може запустити інший потенціал дії. Рефрактерний період важливий, тому що він сприяє односпрямованому поширенню потенціалу дії вздовж аксона та обмежує швидкість, з якою можуть генеруватися імпульси.