

1

Електрофізіологія

Огляд

У ЦІЙ ГЛАВІ ви дізнаєтеся, як при аритміях відображаються електричні процеси, що відбуваються в серці. Ви зрозумієте сферу використання та обмеження моніторингу аритмії. Ви дізнаєтеся, як утворюються та проводяться імпульси електричною системою серця. Також ви дізнаєтеся, як нервова система впливає на частоту утворення електричних імпульсів у серці.

Електрична та механічна функції

1. Призначення серця в організмі людини полягає в перекачуванні крові до всіх інших частин тіла. Цей процес складається з двох компонентів:
   - *електричний* імпульс дає команду серцю виконати скорочення;
   - *механічне* скорочення серця у відповідь на електричну стимуляцію забезпечує перекачування крові.

Ці дві функції виконують у серці два різні типи клітин – «електричні» (***провідні***) клітини, які ініціюють електричну активність і проводять імпульси через серце, та «механічні» (***скорочувальні***) клітини, які реагують на електричний стимул і скорочуються, щоб перекачувати кров. Після того як _____ клітини ініціюють імпульс і проведуть його через серце, _____ клітини реагують на це скороченням і перекачуванням крові.

електричні
механічні

2. Серце реагує скороченням лише у відповідь на стимулювання електричною активністю. Тому механічна реакція неможлива, якщо немає _____ стимулу.

електричного

3. Очікується, що після проведення стимулу електричними клітинами механічні клітини реагуватимуть _____.

скороченням

4. Без _____ стимулу скорочення механічних клітин не відбувається.

електричного

5. Оскільки ми не можемо зазирнути всередину серця живого пацієнта, нам доводиться покладатися на зовнішні ознаки, щоб оцінити стан як електричної, так і механічної функції серця. Для повного оцінювання стану серця необхідно оцінити як _____, так і _____ функції.

електричну; механічну

6. Для оцінювання механічної функції ми використовуємо показники артеріального тиску, пульсу та інші параметри перфузії, щоб визначити, чи достатньою є скорочувальна функція серця. Для оцінювання електричної активності серця нам також необхідно шукати зовнішні ознаки. Для цього найкраще підходить моніторинг *електрокардіограми* (ЕКГ). ЕКГ реєструють для оцінювання _____ активності серця, а для оцінювання механічної активності аналізують _____ та _____.

електричної
пульс
артеріальний тиск

7. Іноді бувають ситуації, коли серцевий м'яз не здатний скорочуватися у відповідь на електричний стимул. У такому випадку електрична активність може зберегтися, але не виникає _____ реакції на неї. Якби залишалася збереженою функція електричної системи, але була б порушена функція серцевого м'яза, ви, напевно, побачили б життєздатну криву на ЕКГ, але не змогли б пропальпувати у пацієнта _____ або виміряти артеріальний тиск.

механічної

пульс

8. Щоб зробити висновок про функцію серця у пацієнта, необхідно оцінити механічну функцію, дослідивши _____ та _____, і оцінити електричну функцію, проаналізувавши _____.

пульс; артеріальний тиск
ЕКГ

9. ЕКГ призначена для графічного відображення електричної активності серця. Патерн, що відображається на ЕКГ, називається серцевим **ритмом**. Технічно слово **«аритмія»** означає порушення серцевого ритму, хоча цей термін також використовують у більш загальному значенні для позначення всіх електричних патернів серця. Термін **«дисритмія»** є синонімом *аритмії*; обидва ці терміни використовують для позначення патернів _____ активності серця. Усі 3 терміни використовуються без якихось обмежень (і часто взаємозамінно) для позначення _____ активності серця.

електричної

електричної

10. ЕКГ не дає нам інформації про механічну активність серця – щоб визначити її, потрібно оцінити у пацієнта пульс і артеріальний тиск. Але ЕКГ відображає _____ активність, що може бути надзвичайно важливою частиною обстеження пацієнта. Ці дані ми бачимо у формі розпізнаваних патернів, які називаються *аритміями*. Аритмії – це графічне відображення _____ активності серця.

електричну

електричної

11. Щоб розуміти та правильно інтерпретувати аритмії, необхідно розуміти електричну активність, яка відбувається в серці, адже всі аритмії фактично є графічним відображенням електричної активності. Терміном *електрокардіографія* називають метод дослідження порушення серцевого ритму, оскільки аритмії є проявами _____ активності серця.

електричної

12. Щоб краще зрозуміти та згодом навчитися інтерпретувати окремі патерни аритмії, потрібно розібратися в електричних процесах у серці, через які виникають аритмії. Для цього ми розглянемо електричний компонент незалежно від механічного компонента. Наразі ми обговорюємо лише _____ активність у серці.

електричну

Утворення імпульсу

13. Характерною особливістю електричних (пейсмекерних) клітин серця є те, що вони можуть самі створювати електричні імпульси без зовнішнього стимулу. Вони змінюють електричний баланс у клітині, що спричиняє утворення електричного струму. Ця здатність серцевих клітин самостійно ініціювати електричні імпульси називається **автоматизмом**. Автоматизм – це здатність серцевих клітин створювати власні імпульси _____ зовнішнього стимулу. Не всі клітини серця створюють імпульс, а лише особливі пейсмейкерні _____, які належать до електричної системи серця.

без

клітини

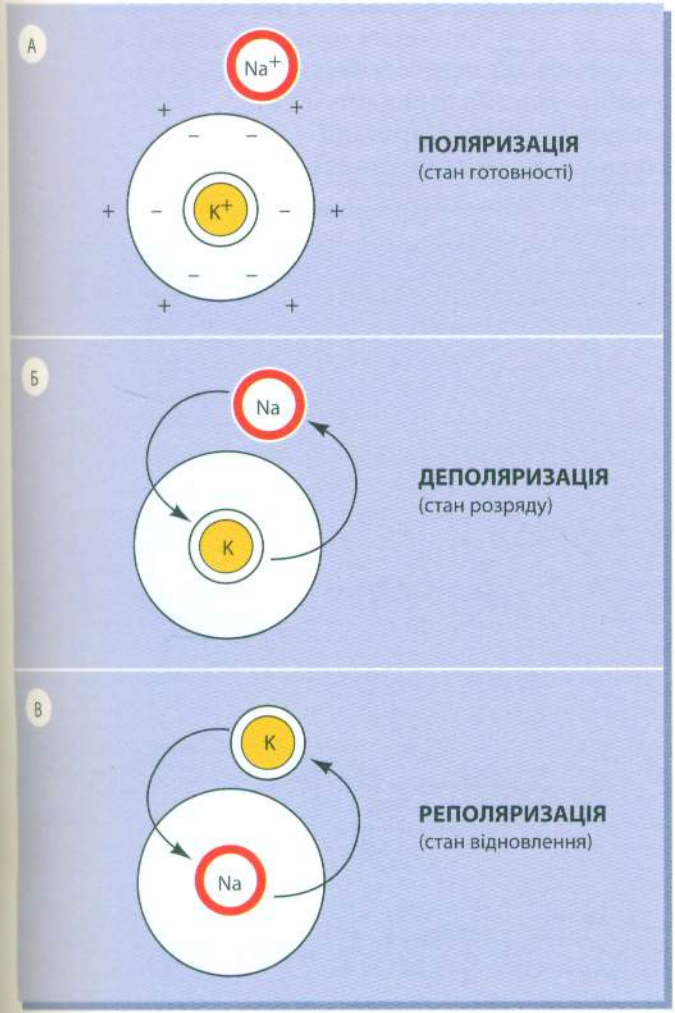
14. Електричний імпульс створюється за рахунок електролітів у клітинах серця, або, якщо точніше, внаслідок їх переміщення крізь стінки клітин. Основними електролітами, що беруть участь у створенні електричного стимулу серця, є натрій (Na^+) і калій (K^+). Натрій і _____ – основні електроліти, що використовуються клітинами серця для ініціювання імпульсів. Обидва ці електроліти несуть позитивний електричний заряд, але кількість їх не однакова. Натрію більше, ніж калію, тому калій є *відносно* негативним порівняно з натрієм. Через *різницю* цих потенціалів електроліти можуть рухатися через мембрани клітин. Саме рух електролітів через клітинну _____ створює електричний імпульс.

калій

мембрану

15. У стані спокою калій перебуває всередині клітини, а натрій – зовні. Зовні клітини заряд позитивний, а всередині – *відносно* негативний. Заряди збалансовані, тому потоків електричних імпульсів не виникає (рис. 1А). Коли натрій потрапляє в клітину, а калій виходить з неї, створюється електричний заряд (рис. 1Б). Потім

Рисунок 1. Натрієвий насос: хімічна основа утворення імпульсу



натрій повертається назовні клітини, а калій знову потрапляє всередину (рис. 1В). Це явище зазвичай називають **натрієвим насосом**. Для кожного серцевого скорочення цикл повторюється. Термін _____ означає рух електролітів у клітину та з неї для створення електричного стимулу. Коли позитивні та негативні заряди _____, потік електричних імпульсів відсутній. Коли позитивний та негативний заряди міняються місцями, утворюється _____ імпульс.

натрієвий насос
збалансовані
електричний

16. Для утворення електричного струму має бути різниця між електричними зарядами. У стані спокою заряди в клітині збалансовані, тому електричного струму немає. Такий стан називається ***поляризованим***; заряди клітин _____ і готові до дії. Поляризація означає стан готовності, коли електричні заряди _____ і _____ струм не проходить. Коли клітина перебуває у стані готовності, вважають, що вона _____. Коли заряди в клітині міняються місцями, утворюється _____ струм. Після ініціювання пейсмекерними клітинами імпульсу він передається від клітини до клітини вздовж провідних шляхів, доки не відбудеться стимулювання клітин серцевого _____ до скорочення.

збалансовані
збалансовані; електричний
поляризована
електричний
м'яза

Поляризація та деполяризація

17. Поляризований стан вважається фазою «готовності до дії». Коли два хімічні заряди (натрій і калій) міняються місцями, відбувається хвилеподібний рух електричного струму по всьому серцю. Ця хвиля електричного потоку називається **деполяризацією**, і саме так електричний стимул проходить через серце (рис. 1Б). Поляризація означає стан «готовності», а _____ – процес електричного розряду та потоку електричної активності. Деполяризація не означає, що відбулося скорочення серцевого м'яза. Деполяризація – це _____ функція. Скорочення – це _____ функція, воно має відбуватися після деполяризації.

деполяризація
електрична
механічна

18. Після деполяризації клітини позитивний і негативний електричні заряди з обох боків клітинної мембрани знову повертаються до початкового стану, і клітина готується до наступного розряду (рис. 1В). Процес, що відбувається після деполяризації, коли заряди клітини повертаються до свого початкового стану, називається **реполяризацією**. Реполяризація – це повернення електричних зарядів до _____ стану. Реполяризація відбувається _____ деполяризації.

початкового
після

19. Якщо позитивний заряд на зовнішній стороні клітини відповідатиме негативному заряду всередині клітини, то електричні заряди будуть збалансовані й руху електричного струму не буде. Цей стан називається _____ і може вважатися станом «готовності».

поляризацією

20. Хвиля електричної активності, яка виникає, коли електричні заряди навколо клітинної мембрани міняються місцями, називається _____, а повернення електричних зарядів до початкового стану – _____.

деполяризацією
реполяризацією

21. Якщо поляризацію вважати станом *готовності*, а _____ – станом розряду, тоді _____ вважатиметься станом *відновлення*.

деполяризацію
реполяризація

22. Тепер розберемо зв'язок цієї клітинної активності з тим, що насправді відбувається в серці. Усі послідовності, описані в попередніх блоках, відбуваються в окремих клітинах серця, але вони схожі на _____, в результаті чого на ті самі стимули настає електрична реакція усього серця.

хвилю

Провідна система

23. Електричні клітини розташовані в серці в системі шляхів, яка називається **провідною системою**. Фізичний контур провідної системи зображено на рис. 2. Ця інформація є обов'язковою для інтерпретації порушень серцевого ритму, тому її