

Roteiro de Aula-Prática

Propriedades Funcionais do Coração

OBJETIVO DA AULA:

Estudar a atividade cardíaca da rã (*Rana catesbeiana*) e alguns aspectos das quatro propriedades fundamentais do miocárdio: automatismo, excitabilidade, condutibilidade e contractilidade.

RECOMENDAÇÃO:

Para cada assunto a ser observado você encontra sugestões em **roxo** que direcionam as suas observações. Procure atendê-las, observando minuciosamente os comportamentos emitidos pelo músculo cardíaco, anotando e discutindo os resultados.

PROCEDIMENTOS:

1ª Etapa: Preparação das condições experimentais

- 1- Previamente à aula, a rã deve ser anestesiada (ver Diretriz Brasileira de Eutanásia), desmedulada e descerebrada;
- 2- Após, o nervo vago é isolado (o nervo vago corre perpendicularmente ao plexo braquial). Ele é responsável pela inervação parassimpática de quase todos os órgãos que se localizam abaixo do pescoço;
- 3- Isolado o nervo vago, a rã é colocada em decúbito dorsal (ventre para cima) e o coração é exposto removendo-se cuidadosamente a pele, o esterno e o pericárdio.

Observações preliminares:

- 1- Observar os batimentos do coração dentro da caixa torácica e identificar as câmaras cardíacas;
- 2- Observar a sequência de contrações cardíacas.

2ª Etapa: Procedimentos experimentais

1- A primeira tarefa é identificar no coração da rã o marcapasso (nodo sinoatrial ou zona de automatismo) e observar a sequência de batimentos.

2- Montagem do experimento no quimógrafo:

- Coloca-se o alfinete em "S " no ápice do ventrículo com cuidado para não perfurar a cavidade ventricular;
- Com um barbante, liga-se o alfinete ao aparato que registrará os batimentos no sistema de registro do quimógrafo;
- Observa-se a atividade sincicial do músculo cardíaco, a frequência e amplitude da atividade cardíaca.

3- Estímulos elétricos: com a rã em decúbito dorsal, estimula-se o nervo vago, utilizando-se para isso um gerador de estímulos elétricos. Observa-se a frequência e amplitude dos batimentos cardíacos.

4- Estímulos químicos: Coloca-se diretamente sobre o coração:

- 3 gotas de Adrenalina (1:1000)
- 3 gotas de Acetilcolina (1mg/mL)
- 3 gotas de Atropina (1 mg/mL) + 3 gotas de Acetilcolina (1mg/mL)

Entre uma aplicação e outra, o coração deve ser lavado com solução de *Ringer* (solução fisiológica).

Observar a frequência e amplitude dos batimentos cardíacos após aplicação de cada estímulo químico.

Aplicando-se os itens 2 e 3 podemos verificar a propriedade de excitabilidade do coração. Excitabilidade é a capacidade do miocárdio de reagir (potencial de ação e contração) quando estimulado.

5 - Ligadura: um fio grosso é amarrado entre os átrios e o ventrículo. Observar a frequência e amplitude dos batimentos cardíacos após a ligadura.

O item 5 refere-se a propriedade de condutibilidade do coração. Condutibilidade é a capacidade que as fibras cardíacas têm de conduzir o estímulo gerado em uma parte do coração para todo o resto do miocárdio.

6- Com a ligadura entre os átrios e o ventrículo, são aplicados estímulos elétricos isolados. Observar se ocorre contração cardíaca.

O item 6 refere-se a propriedade de contratilidade do coração. Contractilidade é a propriedade que tem o miocárdio de contrair-se, funcionando o coração como um

sincício. Ele responde segundo a lei do tudo - ou - nada, ou responde com uma contração total ou não responde.

DISCUSSÃO DA EXPERIMENTAÇÃO:

A aula prática "Propriedades funcionais do coração" utiliza como modelo experimental uma rã adulta. Este animal deve ser anestesiado, desmedulado e descerebrado anteriormente à aula. Os procedimentos de anestesia devem seguir a Diretriz Brasileira de Eutanásia ou outro guia considerado internacionalmente. Os procedimentos mencionados provocam morte cerebral, de forma que apenas as funções fisiológicas vitais, incluindo a atividade cardíaca, permanecem. Ao desligar o cérebro, este animal perde a capacidade consciente das sensações, restando apenas controle local das funções vitais. A morte cerebral da rã é verificada pela ausência de reflexos musculares.

Após a dissecação do animal e exteriorização do coração, é aplicado um estímulo mecânico no ventrículo (inserção de um alfinete). A estimulação mecânica provoca um aumento na frequência de disparos de potenciais de ação que se refletem num aumento da frequência cardíaca. No cardiomiograma (ou quimógrafo), o batimento cardíaco é registrado por duas ondas, uma onda menor que representa a contração atrial, e uma onda maior que representa a contração ventricular. A diferença na amplitude das duas ondas representa a diferença na força de contração, quanto maior a amplitude da onda, maior a força de contração. Uma vez que a onda que representa a contração ventricular tem maior amplitude, podemos dizer que o ventrículo se contrai com mais força que o átrio. É de se esperar que o ventrículo se contraia mais fortemente porque sua parede é mais espessa (mais musculosa) que a parede do átrio e ele é responsável pela ejeção efetiva de sangue na circulação.

Nesta aula também são testados estímulos elétricos e químicos. A estimulação elétrica sobre o nervo vago acarreta na despolarização da fibra vagal, a qual libera vesículas de acetilcolina nas fendas sinápticas em direção às fibras musculares do miocárdio. No músculo cardíaco, diferentemente do músculo esquelético, a acetilcolina tem ação inibitória, ou seja, ela reduz o número de potenciais de ação gerados, reduzindo o número de batimentos por minuto, situação denominada bradicardia. O mesmo resultado é observado quando se aplica acetilcolina diretamente no coração, mas nesse caso o estímulo é químico e a acetilcolina não é liberada pelo nervo vago. Pode-se observar também que durante a estimulação com acetilcolina, as ondas registradas no quimógrafo ocorreram de forma espaçadas e menos amplas do que na situação inicial, demonstrando a ação inibitória deste neurotransmissor. A forte estimulação vagal pode causar extrema inibição dos potenciais de ação e provocar a parada cardíaca.

Quando estimulado com adrenalina, o coração apresentou um aumento imediato na frequência cardíaca. Ao interagir com as células do miocárdio, a adrenalina estimula a geração de potenciais de ação, aumentando, conseqüentemente, a frequência cardíaca. Assim como a acetilcolina, a ação da adrenalina no músculo cardíaco é oposta em relação ao músculo

esquelético. Ela tem ação excitatória no músculo cardíaco e inibitória no músculo esquelético. As ondas registradas no quimógrafo, após a estimulação do coração com adrenalina, apresentam não apenas maior frequência, mas maior amplitude devido à abertura de canais lentos de cálcio. Quando se abrem os canais de cálcio, este íon entra no citosol mantendo as células despolarizadas por mais tempo, participando da contração muscular.

Outro procedimento realizado é a ligadura do coração para demonstrar a propriedade da condutibilidade. Com a ligadura átrio-ventricular, pode-se observar que o ventrículo continua a receber informações vindas das células do nodo sinoatrial, pois o batimento ventricular não cessou. O procedimento demonstra que a descarga elétrica gerada no átrio (nodo sinoatrial) é conduzida ao ventrículo e esta condução elétrica não é interrompida por uma barreira mecânica fraca. Cabe ressaltar que a zona de automatismo ou nodo sinoatrial possui frequência mais alta e passa a comandar a ativação cardíaca, submetendo a excitação de todas as fibras ao seu próprio ritmo. Torna-se assim, o marcapasso cardíaco propriamente dito. A frequência das zonas de marcapasso pode ser alterada por modificações das concentrações de íons, temperatura, e especialmente pelo sistema neurovegetativo (adrenalina e acetilcolina).