강의 요약

# 이온 채널과 평형 상태

* Potassium channel이 열리면 평형 상태에 도달하게 됩니다. 이 과정에서 이동해야 하는 이온의 농도 변화는 매우 작습니다. 따라서 Potassium의 initial concentration만 제어되면 충분합니다.
* 시간이 지나면 ATP를 사용하여 Sodium pump가 다시 돌아가고, 평형 상태도 다시 초기 상태로 돌아가게 됩니다.

# Potassium 채널과 Chloride 채널의 차이

* Potassium 채널은 주로 세포에서 resting potential이 만들어지는 곳에서 열리는 채널입니다.
* Chloride 채널에는 Sodium 채널과 Calcium 채널이 있습니다. 이 채널들은 세포에 존재하지만, resting 상태에서는 열리지 않습니다.
* Potassium 채널은 특이하게도 항상 열려있는 채널이 있습니다. 이러한 항상 열려있는 Potassium 채널은 resting potential을 만드는 데 기여합니다.

# GABA(A) 리셉터와 Chloride 채널

* GABA(A) 리셉터가 결합하면 Chloride 채널이 열리고, Chloride가 세포 안으로 들어갑니다. 이로 인해 세포막의 전위가 Hyperpolarization이 되어 신경세포가 덜 흥분성, 덜 활동적으로 됩니다.

# Sodium 채널과 신경전달물질

* 어떤 신경전달물질이 Sodium 채널을 연다면, Sodium는 세포 안으로 들어가게 되고, 세포막의 전위는 Depolarization이 되어 신경세포가 흥분성이 됩니다.

퀴즈

1. Potassium channel이 열리면 어떤 상태에 도달하게 되는가?

* A. 초기 상태
* B. 평형 상태
* C. 흥분 상태
* D. resting 상태
* 정답: B. 평형 상태

2. Potassium 채널과 Chloride 채널의 주요 차이점은 무엇인가?

* A. Potassium 채널은 resting potential을 만드는 데 기여한다.
* B. Chloride 채널은 resting 상태에서 열리지 않는다.
* C. Potassium 채널은 항상 열려있다.
* D. 모두 맞다.
* 정답: D. 모두 맞다.

3. Sodium 채널이 열리면 세포막의 전위는 어떻게 변하는가?

* A. Hyperpolarization이 된다.
* B. Depolarization이 된다.
* C. 평형 상태로 돌아간다.
* D. 초기 상태로 돌아간다.
* 정답: B. Depolarization이 된다.

강의 요약

독일의 박사 스타일리스트, 사크마 나브레로는 세포의 작동 원리에 대한 연구를 통해 노벨상을 수상하였습니다. 그의 연구는 세포 내부에서 일어나는 일을 관찰하고 이해하는 데 중요한 역할을 하였습니다.

# 세포의 작동 원리

세포는 매우 작은 크기로, 유리반에 넣고 소금 용액을 넣은 후 전극을 연결하여 세포에 밀착시키면 세포 내부에서 일어나는 일을 관찰할 수 있습니다.

예를 들어, 징크 채널이 열리면 나트륨 채널이 형성되고, 이를 통해 나트륨이 이동하면 전극에서 이를 감지할 수 있습니다. 이를 통해 세포 내부에서 일어나는 일을 연구할 수 있습니다.

# Sodium Channel의 작동 원리

나트륨 채널은 전압에 의존하는 활성화와 비활성화 과정을 거칩니다. 이 과정은 세포의 전기적 특성을 결정하는 데 중요한 역할을 합니다.

나트륨 채널은 휴면 상태에서는 항상 닫혀 있으며, 자극이 오면 전압 변화에 따라 열립니다. 그러나 이 채널은 계속 열려 있지 않고, 자극이 계속되는 동안에도 스스로 비활성화됩니다. 이를 나트륨 채널의 비활성화라고 합니다.

# Ball and Chain Model

볼과 체인 모델은 채널 비활성화를 설명하는 모델입니다. 이 모델에 따르면, 채널이 열리면 볼이 결합 사이트에 결합하여 채널을 닫습니다. 이 과정은 매우 빠르게 일어나며, 이를 통해 세포의 전기적 특성을 조절합니다.

# 연구의 중요성

이 연구는 세포의 전기적 특성을 이해하는 데 중요한 역할을 하였습니다. 특히, 나트륨 채널의 변형이 발생하면 세포의 전기적 특성이 바뀌며, 이는 다양한 질병의 원인이 될 수 있습니다. 이를 이해하는 것은 질병의 원인을 찾고 치료법을 개발하는 데 중요한 역할을 합니다.

퀴즈

1. 사크마 나브레로의 연구는 어떤 것에 대한 연구였는가?

* 세포의 작동 원리에 대한 연구

2. 나트륨 채널은 어떤 과정을 거치며 작동하는가?

* 전압에 의존하는 활성화와 비활성화 과정을 거친다.

3. 볼과 체인 모델은 무엇을 설명하는가?

* 채널 비활성화를 설명한다.

강의 요약

# Sodium Channel과 Membrane Potential

* Sodium channel을 통해 1초에 100만 개의 sodium이 들어올 수 있지만, 그 current의 양은 매우 작습니다.
* 세포 크기가 작고 여러 개의 sodium channel이 함께 작동하면 상당한 양의 sodium이 짧은 시간에 들어올 수 있습니다.
* 이는 membrane potential을 심각하게 높일 수 있습니다.

# Ischemic Damage와 ATP 생산 중단

* 뇌에 oxygen 공급이 중단되면 ischemic damage가 발생하며, 이는 뇌졸중과 같은 상황을 초래합니다.
* 이 상황에서는 mitochondria에서 ATP 생산이 중단되어 oxidative phosphorylation이 일어나지 않게 됩니다.
* ATP 생산이 중단되면 depolarization과 generation of millivolts에 접근하는 과정이 진행되며, 이는 세포의 죽음을 초래합니다.

# Sodium Pump와 Digitalis, Ouabain

* Digitalis와 Ouabain은 Sodium pump, Sodium-Potassium pump를 만드는데 사용됩니다.
* 이들은 약하게 사용하면 Membrane tension을 증가시켜 더 강력한 Calcium이 들어오게 합니다.
* Digitalis와 Ouabain은 Sodium channel과 Voltage channel을 공부하는데 사용될 수 있습니다.

# Sodium Channel과 Potassium Channel

* Sodium channel은 Potassium channel과 유사하며, Monocarboxylate는 Sodium channel이 Potassium channel보다 4배 큽니다.
* Subunit은 Formal channel이 되며, Clonic을 위해 Alternagin-C가 필요합니다.
* Membrane을 단통하기 위해 Alternagin-C가 뒤로 10개 필요합니다.

# Ballistic Fandom과 Membrane Potential

* Ballistic fandom은 구조적인 패턴이 중요한 이유입니다.
* Membrane potential이 -65밀리볼트에서 웨스팅하면 변화가 생깁니다.
* 이때 모세를 찔렀다고 가정하면 membrane potential이 말단에 있는 신경세포로 전달되어 membrane potential이 20밀리볼트로 확대됩니다.
* 이때 channel protein의 구조가 바뀌게 됩니다. 이것이 voltage dependence와 gating입니다.

퀴즈

1. Sodium channel을 통해 1초에 몇 개의 sodium이 들어올 수 있는가?

* A. 100만 개
* B. 10만 개
* C. 1000만 개
* D. 1억 개
* 정답: A. 100만 개

2. Digitalis와 Ouabain은 어떤 pump를 만드는데 사용되는가?

* A. Sodium pump
* B. Potassium pump
* C. Calcium pump
* D. Magnesium pump
* 정답: A. Sodium pump

3. Membrane potential이 -65밀리볼트에서 웨스팅하면 어떤 변화가 생기는가?

* A. Membrane potential이 20밀리볼트로 확대된다.
* B. Membrane potential이 10밀리볼트로 확대된다.
* C. Membrane potential이 30밀리볼트로 확대된다.
* D. Membrane potential이 40밀리볼트로 확대된다.
* 정답: A. Membrane potential이 20밀리볼트로 확대된다.

강의 요약

# Voltage Dependence와 Sodium Channel

* Sodium channel은 휴면 상태에서는 닫혀있으며, Depolarization 자극이 오면 한꺼번에 열립니다.
* Sodium channel이 열리면 Sodium이 세포 내로 들어오게 됩니다.
* Sodium channel은 Potential channel에 비해 천배만큼 선택적입니다.
* Sodium channel의 Core size는 Hydration에 있는 Sodium size와 동일합니다.
* Sodium channel을 통해는 Water molecule 하나를 포함한 Sodium ion이 통과할 수 있습니다.
* Potential ion은 Sodium channel을 통과하지 못합니다.

# Potential Ion과 Cell의 반응

* Potential ion은 Muscle cell, Cardiac cell, Neuron 등 모든 장기에서 중요한 역할을 합니다.
* Potential ion을 이해하지 못하면 각 장기에서 시작하는 포인트를 이해하는데 어려움이 있습니다.
* Cell은 마이너스 전류와 플러스 전류를 인위적으로 주입하여 막 membrane potential을 변화시키는 방법으로 신호를 전달하고 받습니다.

# Hodgkin과 Huxley의 연구

* Hodgkin과 Huxley는 1940년대부터 cell의 membrane potential 변화를 측정하는 연구를 진행했습니다.
* 이들은 대왕 오징어의 axon을 사용하여 실험을 진행했습니다.

퀴즈

1. Sodium channel은 어떤 자극이 왔을 때 열리는가?

* A. Hyperpolarization
* B. Depolarization
* C. Repolarization
* D. None of the above
* 정답: B. Depolarization

2. Sodium channel과 Potential channel은 어떤 점에서 선택적인가?

* A. Core size
* B. Permeability
* C. Both A and B
* D. None of the above
* 정답: C. Both A and B

3. Hodgkin과 Huxley의 연구에서 사용된 실험 도구는 무엇인가?

* A. Human neuron
* B. Rat neuron
* C. Giant squid axon
* D. None of the above
* 정답: C. Giant squid axon

실험 개요

이 실험은 membrane potential을 -70mV에서 0mV로 depolarization 시키면서 나트륨과 칼륨 채널의 반응을 관찰하려는 것입니다. 실험자는 이 과정에서 발생하는 전류를 측정하고자 했으나, 나트륨 이온의 유입으로 인해 원하는 결과를 얻지 못했습니다.

Feedback Amplifier의 도입

이 문제를 해결하기 위해 1950년대에 Feedback Amplifier가 도입되었습니다. 이 기기는 원하는 전압을 유지하기 위해 필요한 전류를 제공하며, 이를 통해 원하는 전압 상태를 유지할 수 있습니다.

Sodium channel blocker의 사용

또한, Sodium channel blocker인 양모를 사용하여 Sodium channel을 차단하고, 이를 통해 나트륨 이온의 유입을 막아 전류를 측정하는 방법도 사용되었습니다.

결론

이 실험을 통해 나트륨과 칼륨 채널의 depolarization에 대한 반응을 관찰하고, 이를 통해 전류의 흐름을 측정하는 방법을 개발하였습니다.

---

퀴즈

1. 실험자가 원하는 전압 상태를 유지하기 위해 도입한 기기는 무엇인가요?

* A. Feedback Amplifier
* B. Sodium channel blocker
* C. Membrane potential meter
* D. Depolarization meter
* 정답: A. Feedback Amplifier

2. Sodium channel을 차단하는 물질은 무엇인가요?

* A. 양모
* B. 칼륨
* C. 나트륨
* D. Feedback Amplifier
* 정답: A. 양모

3. 실험자가 원하는 전압 상태를 유지하기 위해 필요한 전류를 제공하는 기기는 무엇인가요?

* A. Sodium channel blocker
* B. Feedback Amplifier
* C. Membrane potential meter
* D. Depolarization meter
* 정답: B. Feedback Amplifier

강의 요약

# Depolarization과 Sodium 채널의 Inactivation

Depolarization이 발생하면 Sodium 채널이 열리고, 이는 스스로 Inactivation 상태가 됩니다. 이러한 단일 채널이 수백, 수천 개 있다면 Inactivation이 일어납니다.

# 전압 시뮬레이션과 Calibration

전압에 따른 시뮬레이션을 진행하고 Calibration을 완료했습니다. 이를 통해 Potassium 채널과 Sodium 채널이 어떤 전압에서 얼마나 열리는지에 대한 정보를 얻을 수 있었습니다.

# Squid Giant Axon과 Electrical Potential

Squid Giant Axon은 Electrical Potential을 사용합니다. 이는 Action Potential이라고도 합니다. Sodium와 Potassium 채널에 대한 설명은 거의 완료되었습니다.

# Voltage Clamp와 Potassium 채널

Voltage Clamp를 통해 작은 크기의 실험체도 Recording할 수 있게 되었습니다. Potassium 채널은 Resting Potential을 만드는 역할을 하며, Voltage와는 관계없이 항상 열려있습니다.

# Intracellular Potential과 EQ Viewer

Intracellular Potential이 -80, -90에 위치한다는 것을 알 수 있습니다. Negative current를 넣으면 potential이 낮아지고, Positive current를 넣으면 potential이 높아집니다. EQ viewer가 깨지면 potential이 변화하고 EQ viewer의 상태도 변할 수 있습니다.

# 맴브레인 포텐셜

맴브레인 포텐셜이 마이너스 60mV가 되면, 이는 전류가 세포 외부로 나가는 상황을 의미합니다. 이로 인해 나가는 전류가 생겨서 맴브레인 포텐셜이 다시 균형 상태로 돌아옵니다.

---

퀴즈

1. Depolarization이 발생하면 Sodium 채널이 어떤 상태가 되는가?

* A. Activation
* B. Inactivation
* C. Stabilization
* D. Polarization
* 정답: B. Inactivation

2. Potassium 채널은 어떤 상태에서도 항상 어떤 상태인가?

* A. 열림
* B. 닫힘
* C. 안정
* D. 불안정
* 정답: A. 열림

3. 맴브레인 포텐셜이 마이너스 60mV가 되면, 이는 어떤 상황을 의미하는가?

* A. 전류가 세포 내부로 들어가는 상황
* B. 전류가 세포 외부로 나가는 상황
* C. 전류가 세포 내부와 외부 사이에서 균형을 이루는 상황
* D. 전류가 세포 내부와 외부 사이에서 불균형을 이루는 상황
* 정답: B. 전류가 세포 외부로 나가는 상황

란스포텐셜과 맴브레인 포텐셜

맴브레인 포텐셜이란 세포 내부와 외부의 전기적 차이를 의미합니다. 이 값이 -100mV가 되면, 세포 내부로 전류가 들어와서 다시 균형 상태로 돌아오게 됩니다. 반대로, 이 값이 -60mV가 되면, 세포 외부로 전류가 나가서 다시 균형 상태로 돌아옵니다.

이러한 현상을 란스포텐셜이라고 부릅니다. 란스포텐셜은 세포의 전기적 안정성을 유지하는 중요한 역할을 합니다.

# 퀴즈

1. 맴브레인 포텐셜이란 무엇을 의미하는가?

* A. 세포 내부와 외부의 전기적 차이
* B. 세포 내부와 외부의 화학적 차이
* C. 세포 내부와 외부의 온도 차이
* D. 세포 내부와 외부의 압력 차이
* 정답: A

2. 맴브레인 포텐셜이 -100mV가 되면 어떤 현상이 발생하는가?

* A. 세포 내부로 전류가 들어옴
* B. 세포 외부로 전류가 나감
* C. 세포 내부의 전류가 멈춤
* D. 세포 외부의 전류가 멈춤
* 정답: A

3. 란스포텐셜이란 무엇인가?

* A. 세포 내부와 외부의 전기적 차이를 유지하는 현상
* B. 세포 내부와 외부의 화학적 차이를 유지하는 현상
* C. 세포 내부와 외부의 온도 차이를 유지하는 현상
* D. 세포 내부와 외부의 압력 차이를 유지하는 현상
* 정답: A

강의 요약

# 리버스 포텐셜

리버스 포텐셜은 맴브레인 포텐셜이 변화하면서 전류의 방향이 바뀌는 현상을 의미합니다. 이는 세포 내부로 전류가 들어오는 경우나 세포 외부로 전류가 나가는 경우에 발생합니다.

# 이큐리브 포텐셜과 전류 채널

이큐리브 포텐셜을 형성하는 전류 채널의 수가 증가하면, 이는 공간의 길이가 변화하는 것과 같습니다. 예를 들어, 전류 채널이 100개에서 200개로 늘어나면, 이는 커브의 모양에 변화를 가져올 것입니다.

퀴즈

1. 리버스 포텐셜이란 무엇을 의미하는가?

* A. 맴브레인 포텐셜이 변화하면서 전류의 방향이 바뀌는 현상
* B. 전류 채널의 수가 증가하는 현상
* C. 세포 내부로 전류가 들어오는 현상
* D. 세포 외부로 전류가 나가는 현상
* 답: A

2. 이큐리브 포텐셜을 형성하는 전류 채널의 수가 증가하면 어떤 변화가 생기는가?

* A. 맴브레인 포텐셜이 변화한다.
* B. 커브의 모양이 변화한다.
* C. 세포 내부로 전류가 들어오는 현상이 증가한다.
* D. 세포 외부로 전류가 나가는 현상이 증가한다.
* 답: B

3. 리버스 포텐셜은 언제 발생하는가?

* A. 세포 내부로 전류가 들어오는 경우
* B. 세포 외부로 전류가 나가는 경우
* C. 맴브레인 포텐셜이 변화하는 경우
* D. A와 B 모두
* 답: D

소듐 채널의 활성화

# 소듐 채널의 이큐리브 포텐셜

* 소듐 채널이 항상 열려 있다면, 소듐의 이큐리브 포텐셜은 플러스 25mV가 됩니다.

# 소듐 채널의 활성화

* 소듐 채널은 모두 소듐에 의해서 활성화되는 것이 아니라, 일부는 voltage-dependent하다는 것이 최근 연구에서 밝혀졌습니다.
* 소듐 채널의 활성화 과정은 voltage-dependent한 특성을 가지고 있습니다.

# 소듐 채널의 활성화 곡선

* 마이너스 40밀리볼트에서는 전혀 활성화되지 않습니다.
* 마이너스 30밀리볼트에서는 약간의 활성화가 있습니다.
* 마이너스 20밀리볼트에서는 더 많이 활성화됩니다.
* 0밀리볼트에서는 100% 활성화됩니다.
* 이 곡선은 sodium channel의 voltage-dependent한 특성을 보여줍니다.

# 마이너스 20밀리볼트에서의 활성화

* 마이너스 20밀리볼트에서는 반 열리는 현상이 나타나며, 이는 sodium channel의 활성화 정도가 굉장히 민감하게 변화한다는 것을 보여줍니다.

---

## 퀴즈

1. 소듐 채널이 항상 열려 있다면, 소듐의 이큐리브 포텐셜은 얼마인가요?

* A. 플러스 20mV
* B. 플러스 25mV
* C. 플러스 30mV
* D. 플러스 35mV
* 정답: B. 플러스 25mV

2. 소듐 채널의 활성화는 어떤 특성을 가지고 있나요?

* A. Voltage-dependent
* B. Sodium-dependent
* C. Both A and B
* D. None of the above
* 정답: A. Voltage-dependent

3. 마이너스 20밀리볼트에서 소듐 채널의 활성화 정도는 어떻게 변하나요?

* A. 전혀 활성화되지 않는다.
* B. 약간의 활성화가 있다.
* C. 더 많이 활성화된다.
* D. 100% 활성화된다.
* 정답: C. 더 많이 활성화된다.

강의 요약

# Voltage Dependence와 Sodium Channel

이 강의에서는 전압 의존성과 sodium channel에 대해 설명했습니다. 전압이 -40mV까지는 하나의 채널만 열리며, -20mV가 되면 채널이 약간 열려 sodium current가 조금씩 들어옵니다. 0mV가 되면 채널이 100% 열리지만, 이후로는 더 이상 열릴 수 없습니다. 이 때 current가 줄어드는 이유는 sodium의 driving force가 줄어들기 때문입니다. 이는 sodium channel의 전압 의존성을 보여줍니다.

# Western Blot Potential

Western blot potential은 전압 의존성이 없는 protein으로, 이를 sodium channel의 전압 의존성과 겹치면 시계 모양이 됩니다. 이를 이해하면 action potential에 대한 이해에 큰 도움이 됩니다.

# Dyslexia와 Neurons

특정 neurons의 활동에 따라 Dyslexia의 정도가 결정됩니다. 이를 이해하면, 환자가 Dyslexia를 발현시키는데 영향을 주는 요소를 조절하고, 블루라이트를 켜는 것으로 Dyslexia를 감소시킬 수 있습니다. 이는 Optogenetics와 관련이 있습니다.

# 윤리적 고려

이러한 기술적인 측면 외에도 윤리적인 문제를 고려해야 합니다.

퀴즈

1. 전압이 -20mV가 되면 sodium channel은 어떻게 변화하는가?

* A. 채널이 모두 닫힌다.
* B. 채널이 약간 열린다.
* C. 채널이 100% 열린다.
* D. 채널의 변화는 없다.
* 정답: B

2. Western blot potential은 어떤 protein에 대한 것인가?

* A. 전압 의존성이 있는 protein
* B. 전압 의존성이 없는 protein
* C. Sodium channel
* D. Dyslexia를 발현시키는 protein
* 정답: B

3. Dyslexia의 정도를 조절하는 데 영향을 주는 것은 무엇인가?

* A. 전압 의존성
* B. Sodium channel
* C. 특정 neurons의 활동
* D. Western blot potential
* 정답: C