신경세포와 활성전위 (Action Potential)

Copyright © 2011 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

I. 신경계의 개요

- 중추신경계 (CNS)
  - 뇌, 척수
- 말초신경계 (PNS)
  - 들신경계통(Afferent information)
  - 날신경계통(Efferent information)

신경계의 개요

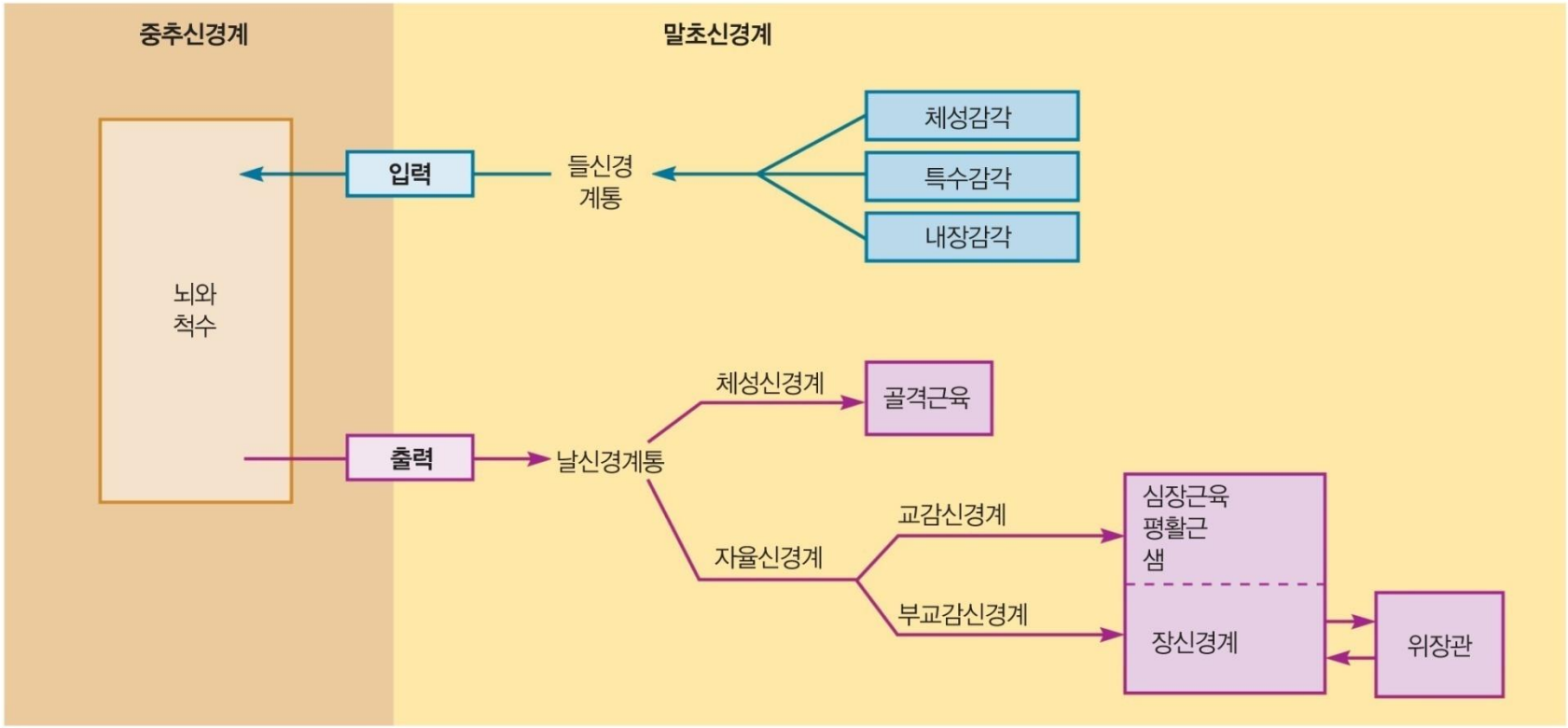


그림 7.1 신경계의 구성. 신경계는 중추신경계와 말초신경계 등 두 개의 주요 부분으로 구성된다. 말초신경계는 기능적으로 들신경계통과 날신경계통으로 구분된다. 화살표는 정보가 지나가는 방향을 나타낸다.

뉴런의 구성요소

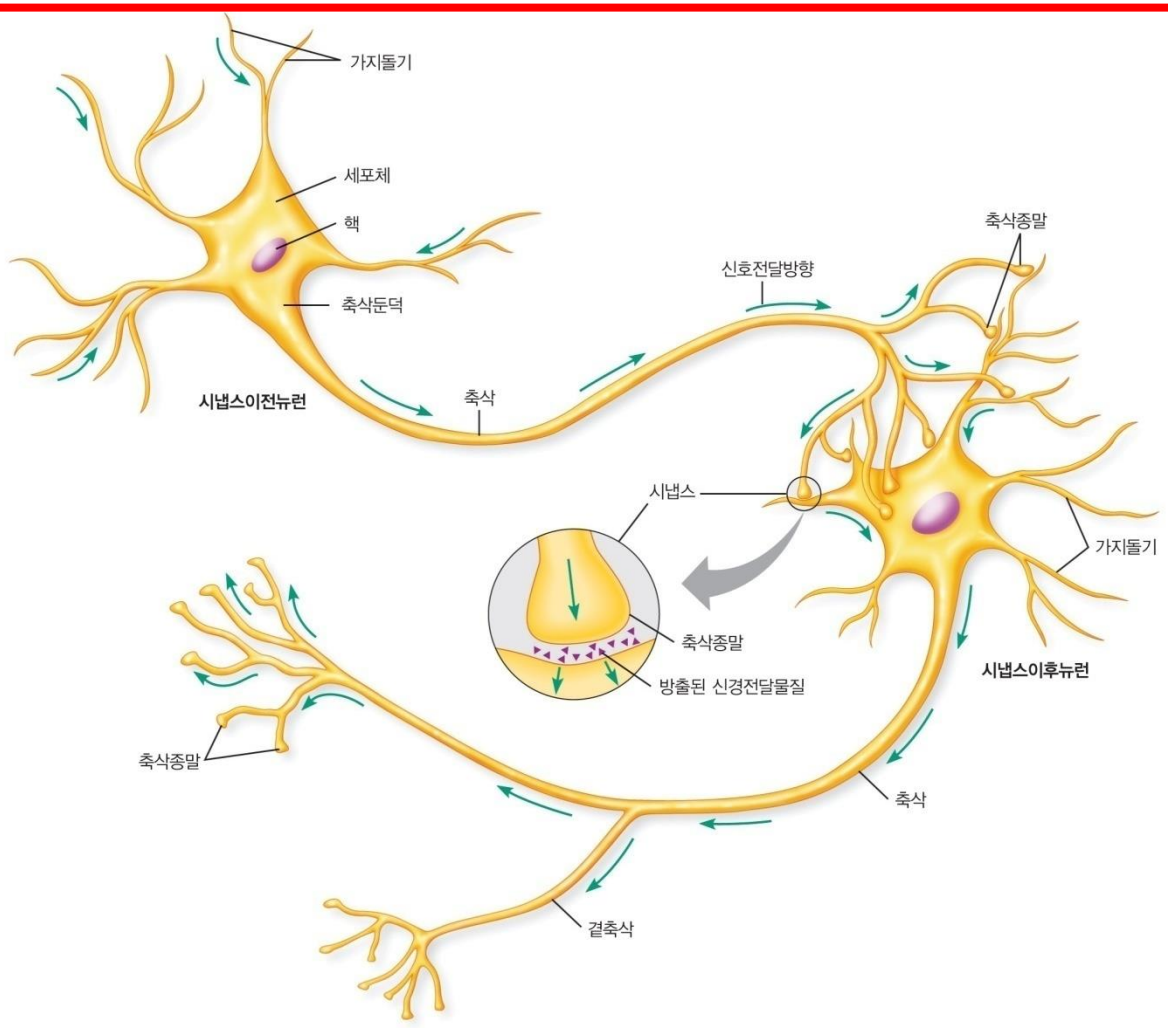


그림 7.2 **전형적인 뉴런의 구조. 두 개의 뉴런이 있다.** 위의 뉴런은 아래의 뉴런과 의사소통을 하고 있는데, 정보의 흐름은 화살표로 표시되어 있다. 뉴런의 주요 부분들은 세포체, 다른 뉴런으로부터 정보를 받는 가지돌기들, 전기자극 전달을 전문으로 하는 한 개의 축삭을 포함한다. 한 뉴런의 축삭종말은 다른 뉴런과 의사소통을 하는 화학적 전령(신경전달물질)을 방출한다.

수초

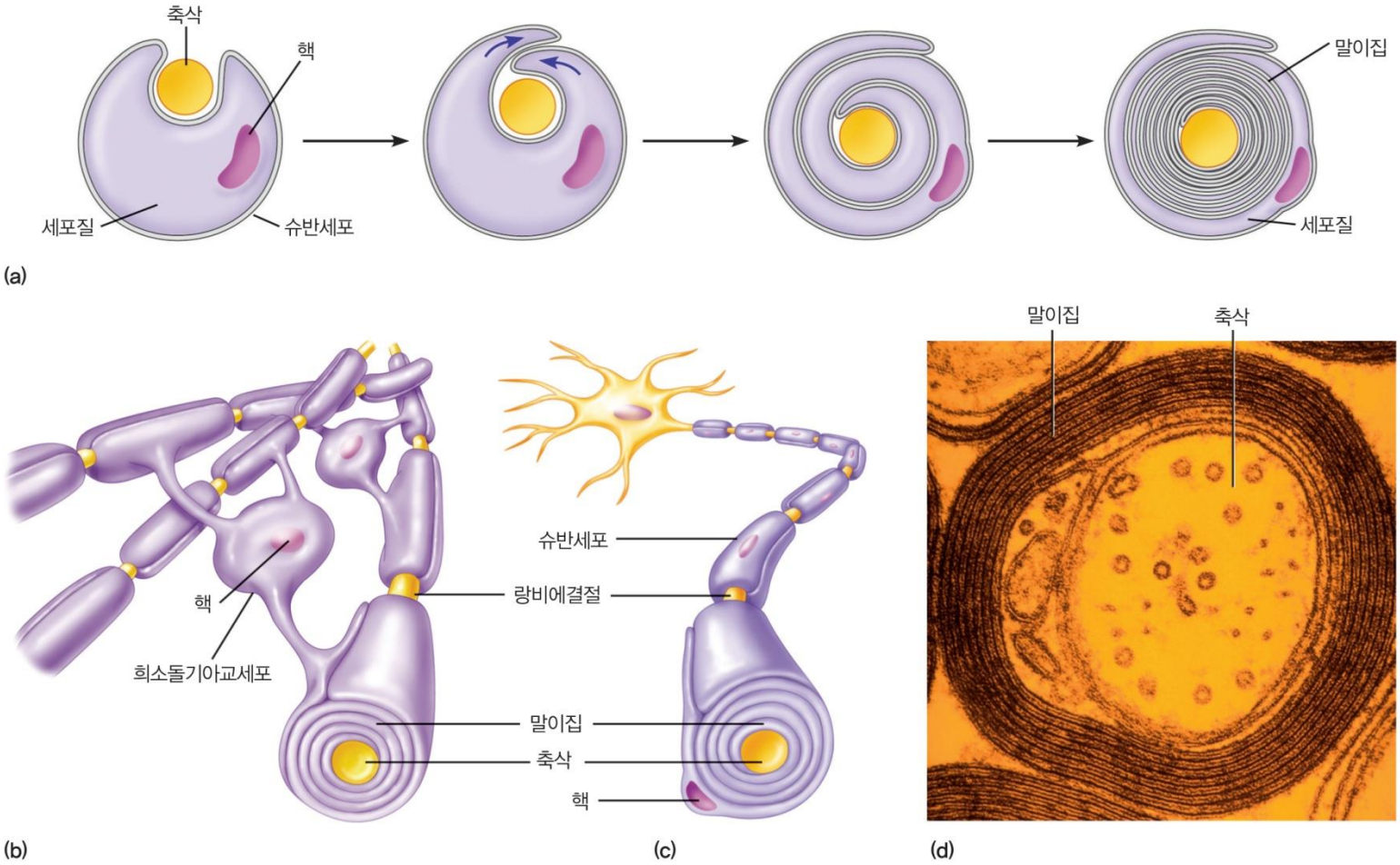


그림 7.5 말이집의 형성과 기원. (a) 슈반세포에 의한 말이집의 형성. 말이집은 슈반세포나 희소돌기아교세포의 원형질막이 동심원 모양의 여러 층들을 이루어 된 것으로, 축삭 둘레의 절연층이 된다. (b) 중추신경계에서 희소돌기아교세포에 의하여 형성된 말이집들의 배열. 희소돌기아교세포 한 개가 세포질 가지들을 내어 여러 개의 축삭 둘레에 말이집을 형성한다. 말이집들의 틈인 랑비에결절을 주목하라. (c) 말초신경계에서 슈반세포에 의하여 형성된 말이집들의 배열. 슈반세포 한 개가 한 개의 축삭에만 말이집을 만든다. (d) 말이집 축삭 횡단면의 전자현미경 사진.

III. 안정막 전위의 생성

- 평형전위를 결정 하는 것
  - 칼륨이온
  - 나트륨이온
- 뉴런의 안정막 전위

안정막 전위의 생성

- 약 -70 mV
- 세포내부는 전기적으로 음성, 세포외부는 전기적으로 양성이다

평형전위

평형전위를 결정하는 것
칼륨이온과 나트륨이온

- 휴지막 전위 결정에 두 가지 요소가 중요
  - 이온의 농도차
  - 두 이온에 대한 막투과성
    - 이온 채널

Copyright © 2011 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

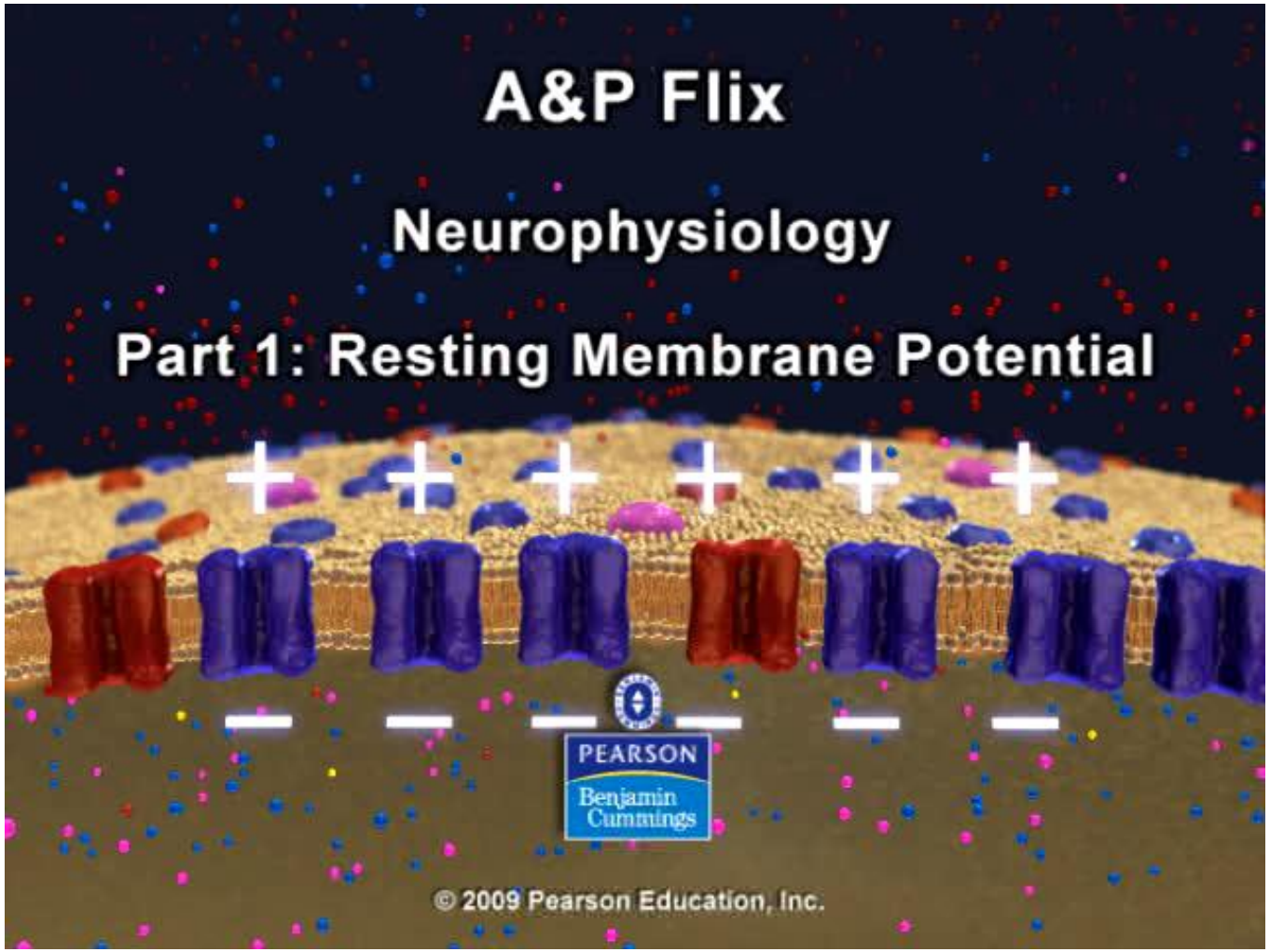
Na^+/K^+ 펌프

- 안정막 전위의 20%는 Na/K-ATP효소의 직접적인 영향으로 생김
  - 전기발생: 3 Na^+ 내보냄, 2 K^+ 들어옴
  - 실제 +1 만큼 나감
- 안정막 전위의 80% Na/K-ATP에 의해 간접적으로 생김
  - 농도차이를 만들어냄
    - Na: 세포 밖이 높고, 안쪽이 낮음
    - K: 세포 밖이 낮고, 안쪽이 높음

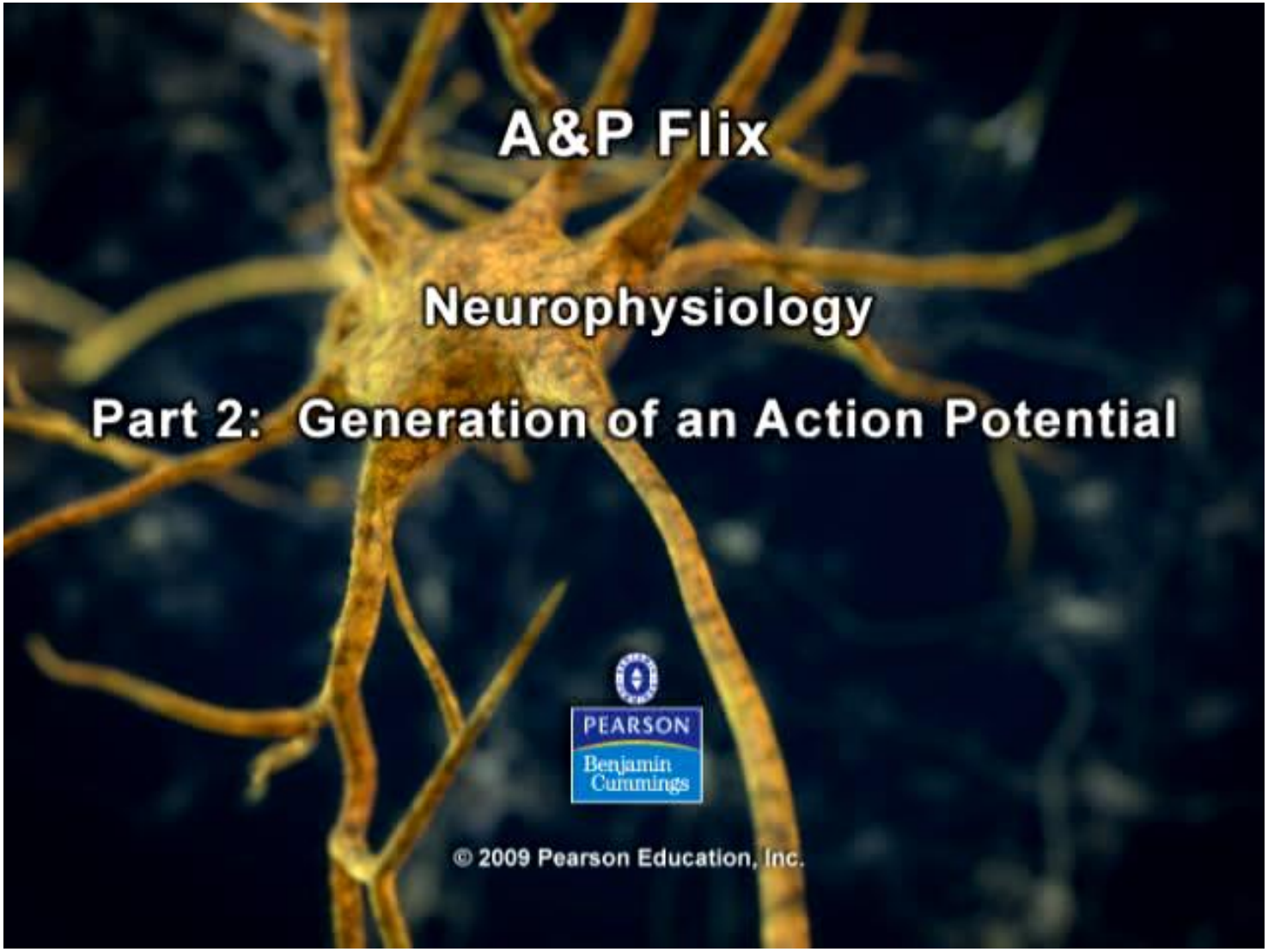
막전위 변화

- 안정막 전위—기준점
- 탈분극(Depolariation)
- 재분극(Repolarization)
- 과분극(Hyperpolarization)

안정막 전위 (Resting membrane potential)



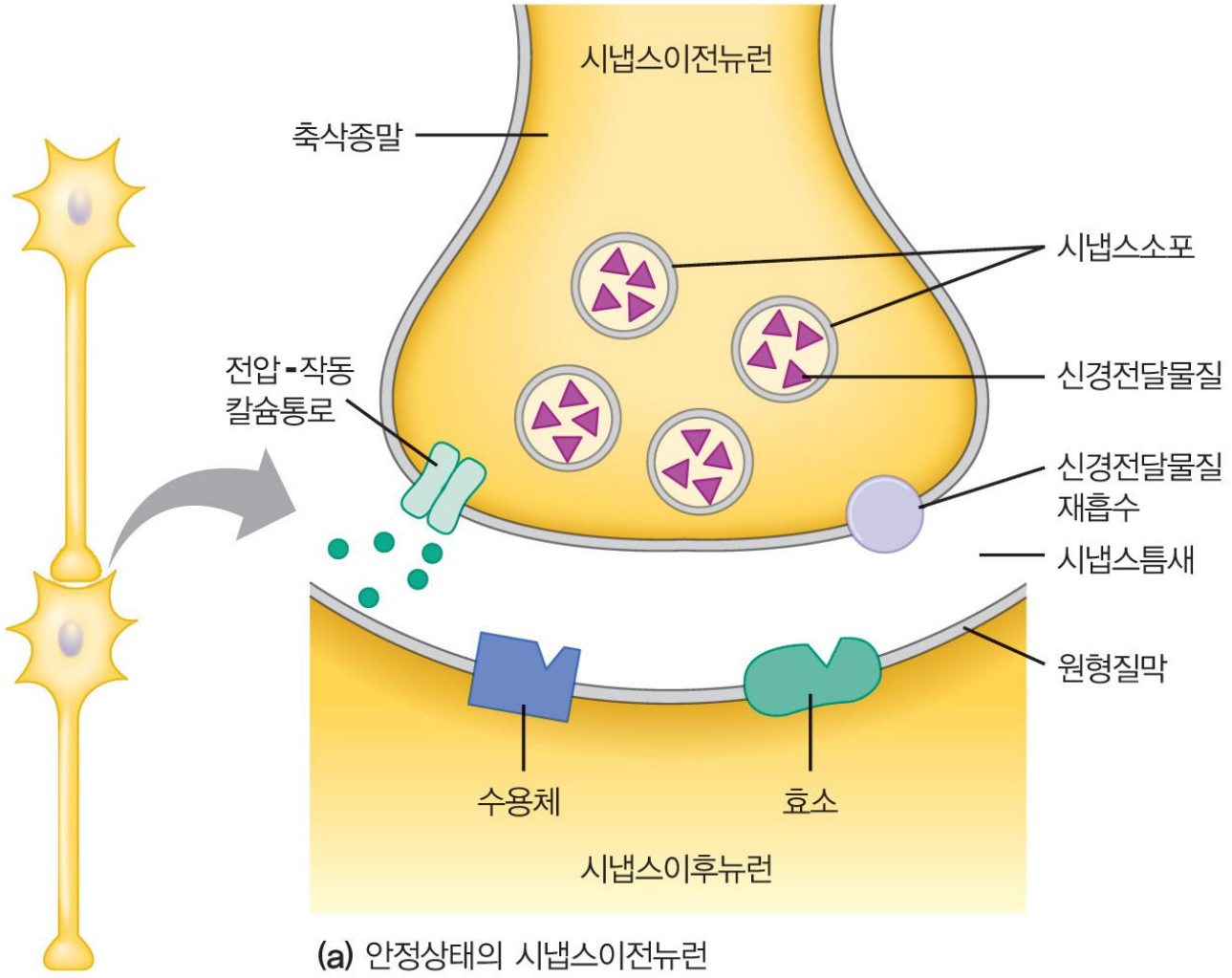
활성전위 (Action potential)



Anatomy of a Synapse(시냅스의 구조)

- 축삭말단
- 신경전달물질이 들어있는 시냅스 소낭
- 전압작동 칼슘이온통로
- 시냅스틈새
- 수용체
- 효소
- 재흡수 물질

Anatomy of a Synapse(시냅스의 구조)

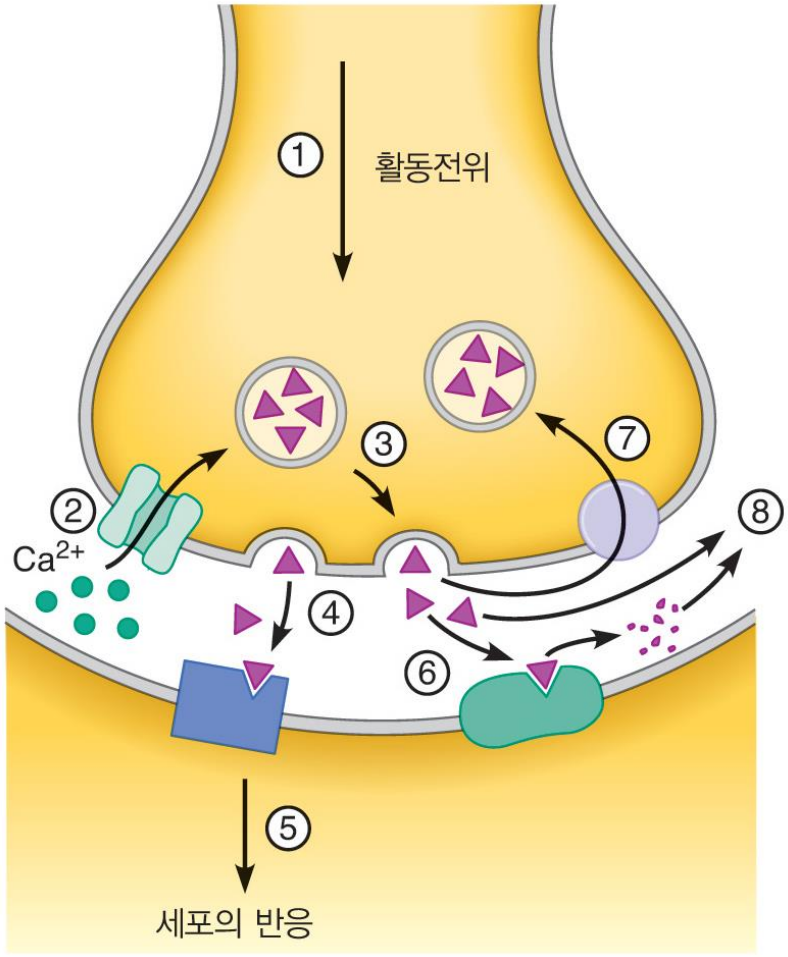


(a) 안정상태의 시냅스이전뉴런

Communication Across a Synapse(시냅스를 통한 신호전달)

1. 활동전위
2. 전압작동 칼슘통로 열림
3. 칼슘에 의해 세포외배출 유도
4. 신경전달물질이 확산되어 수용체와 결합
5. 세포의 반응

   시냅스 틈새로부터 신경전달물질이 제거되어 반응 종결
6. 분해
7. 재흡수
8. 확산



(b) 활성인 시냅스이전뉴런

화학적 시냅스 (Chemical Synapse)



막전위 변화

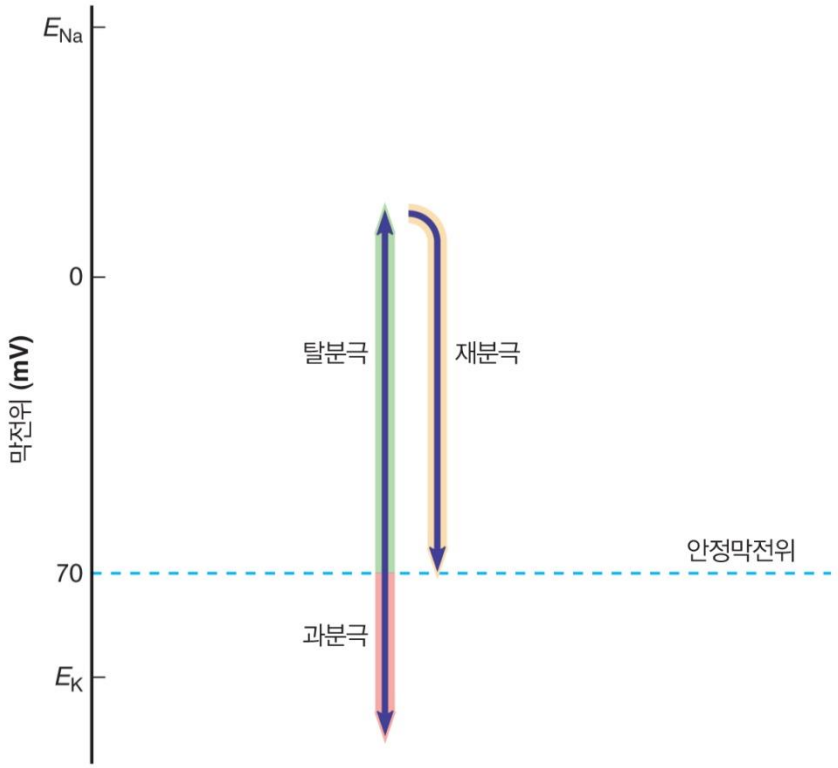


그림 7.9 막전위의 변화. 막전위는 이온통로의 개방이나 폐쇄로 변할 수 있다. 막전위가 음성이 더 작은 값으로 변하는 것을 탈분극이라고 한다. 탈분극한 막이 안정막전위로 돌아가는 것을 재분극이라고 한다. 막전위가 음성이 더 큰 값으로 변하는 것을 과분극이라고 한다. 칼륨 관문통로가 열리면, 칼륨은 세포 밖으로 나가서 막전위를 칼륨 평형전위(E_K)로 가져가게 한다. 즉 세포를 과분극시킨다. 나트륨 관문통로가 열리면, 나트륨은 세포 안으로 들어가서 막전위를 나트륨 평형전위(E_{Na})로 가져가게 한다. 즉 세포를 탈분극시킨다.

계단전위

- 전기긴장성 전도 (electrotonic conduction)로 전위가 퍼져나감
- 전류가 넓은 지역으로 퍼지면서 점차 감소

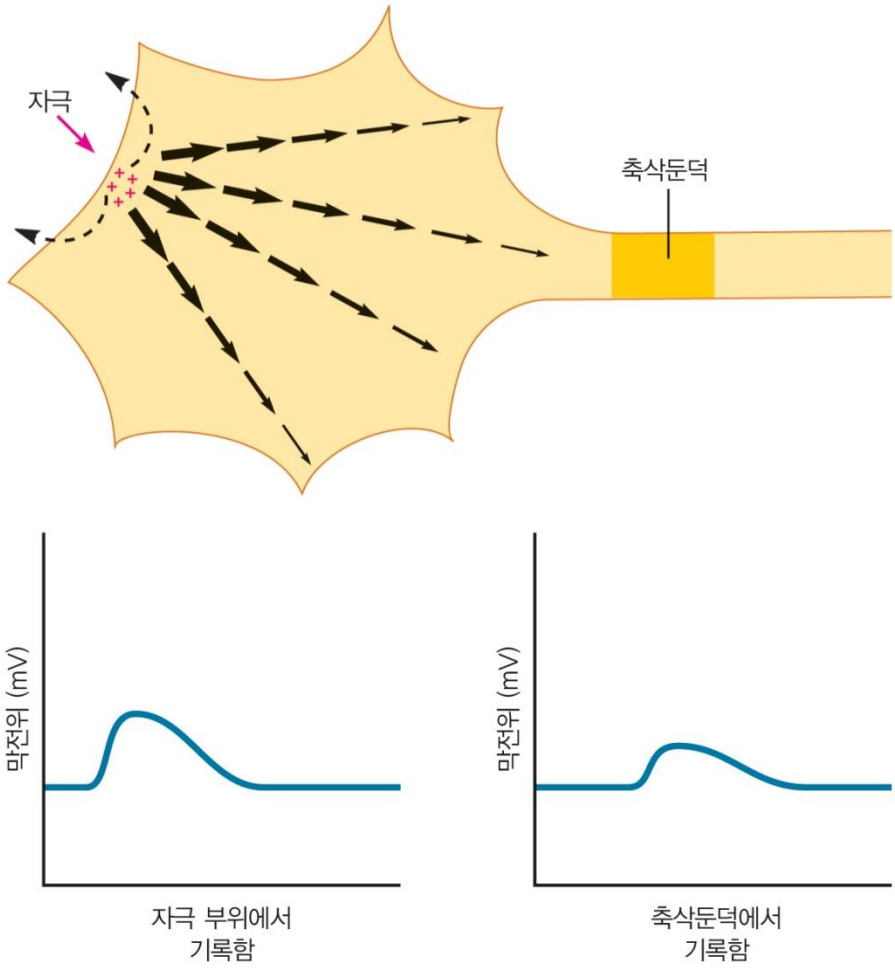


그림 7.11 점차 감소하는 특성의 계단전위. 계단전위는 원형질막의 인접 부위로(이어진 화살표), 그리고 원형질막을 가로질러(조각난 화살표) 이동하면서 사라진다. 따라서 자극 부위에서 기록된 전위 변화는 자극 부위에서 멀어진 부위의 것보다 크다. (화살표가 진할수록 전류가 큰 것을 나타낸다.)

계단전위의 의의

- 계단전위가 활동전위를 일으킬 수 있느냐의 여부를 결정한다
  - 문턱(역치,Threshold)
    - 활동전위를 발생시키는데 필요한 탈분극 수준
  - 흥분성(Excitatory)
    - 탈분극이 일어남
  - 억제성(Inhibitory)
    - 과분극이 일어남

말이집 축삭의 전도

