21. 뉴런

- **뉴런의 구조**
  - 신경세포체 : 핵+세포소기관 → 대부분 ptn 합성
  - 수상돌기
    - 수용기 전위 발생 : 다른 세포로부터 정보 수용
    - 수상돌기 끝에 폴리리보솜 → 단백질 합성하면서 역동적 변화
  - 축삭돌기
    - 받은 정보를 활동전위로 전환 → 이동
    - 축삭말단 : (미토콘드리아 + 신경전달물질) 소낭
- **신경 전도, 전달과정**
  - 축삭돌기 구성요소
    - Na+ leak 채널
    - K+ leak 채널
    - 전압개폐성 Na+채널
    - 전압개폐성 K+채널
    - ATP 구동펌프 (Na+/K+펌프)
  - **휴지막전위**
    - 평소 세포막 안팎의 이온농도차 → 전위차
    - 평형전위 : 농도차에 의한 이온 흐름을 상쇄하는 막전위값
    - 휴지막 전위 형성 (-70mV)
      - 세포 : Na+ leak채널 << K+ leak채널
      - ∴ 막투과도 : Na+ 투과도 << K+ 투과도
      - 세포막의 Na+/K+펌프 : 계속 ATP 소모 → 농도구배 유지
    - **골드만 방정식**
      - 공식(정확한 막전위값 구할때)
      - E=60x-90y (x+y=1)
      - 막전위 영향 요인
        - 각 이온 세포 안팎의 농도차 : 평소엔 Na+/K+펌프가 일정하게 유지
        - 각 이온 막투과도(x, y)
      - [K+]변화가 E에 더 큰 영향
        - 고Na+혈증
        - 저Na+혈증
        - 막전위보다 삼투압 영향大 → 뇌압 영향
        - 고K+ 혈증
        - 저K+ 혈증
        - 막전위 영향 大
  - 활동전위
    - **활동전위 발생과정**
      - gate종류
        - Na+ 채널 : m gate(위), h gate(아래,불활성화문)
        - K+채널 : n gate(위)
      - 전기신호 축삭 도달 → Na+채널의 m문 열림(유입) → Na 투과도↑ 활동전위 발생
      - 막전위 +30mV 도달 → Na+채널의 h문 닫힘
        - h문 닫힌 채널 : 일정시간동안 어떤 자극에도 안열림 (막전위가 어느값 이하로 떨어지면 다시 open)
      - Na+채널 닫힐때, K+채널 n 문이 열림(유출) → 재분극
      - 재분극동안 Na+채널 h문이 다시 열림과 동시에 m문 닫힘
      - K+채널 n문 닫히면서 휴지막 전위
    - 불응기
      - **절대 불응기**
        - 활동전위가 일어나는동안 아무리 큰 자극이 가해져도 활동전위 중첩발생X
        - 1. 자극 지점의 Na+채널이 모두 열린 경우
        - 2. h문이 닫혀있는 동안
      - **상대 불응기**
        - 정상 탈분극자극 보다 더 큰 자극시 활동전위 중첩 발생
        - 재분극동안 Na+채널 일부가 h문을 열고 m문 닫힘
          - 1. 평소보다 m문 닫힌 Na+채널수↓ → 자극에 대한 민감도↓ → 더 큰 자극 필요
          - 2. 과분극상태에서 막전위가 역치에 도달할때 평소보다 더 큰 자극 필요
            - 과분극 ~ 역치 (-90→-50)
            - 평소 ~ 역치 (-70→-50)
  - 축삭돌기 신호전달
    - 무수신경
      - 전압개폐성Na+열림 → Na+유입&확산
        - 신경전도 반대쪽으로 확산→ h문 닫힌 불응기 → 활동전위X
        - 신경전도 방향 따라서 확산 → 활동전위 O
      - 채널들이 적당한 거리에 위치해야함
        - Too close : K+채널 열려서 재분극으로 Na+유입 상쇄
        - Too far : Na+채널 역치에 못미침
    - 유수신경
      - 도약전도(fast)
      - 이유 : 절연효과(수초O → Na+이 외부로 새지않음)
      - 수초 형성 이상
        - 선천성 갑상선 H↓ → 태아 수초 발달 ↓
        - 다발성 경화증
          - 수초 파괴 → Na+세포밖으로 leak
          - 활동전위 전도 X
  - 시냅스의 신호전달
    - **전기적 시냅스**
      - 간극연접 → 세포간 이온 직접 확산
      - 신호전달 속도 Fast
      - 양방향 전도 가능
      - 세포간 신호의 변형 불가능
    - **화학적 시냅스**
      - 특징
        - 활동전위 도달 → 축삭 말단 전압개폐성 Ca2+채널 열림 → Ca2+ 세포질 유입 → 분비소낭 + 세포막 융합 = 방출
        - 신호전달속도 Slow
        - 한 방향으로만 전도
        - 세포간 신호의 변형 가능 by NT
      - **신경전달물질**
        - 흥분성 전달 물질
          - Na+(유입)투과도 높여 막전위 상승시킴
          - (중추신경계에서) 글루탐산
        - 억제성 전달 물질
          - K+(유출),Cl-(유입) 투과도 높여 막전위 하강시킴
          - 글리신, GABA
      - 수용기 전위 vs 활동 전위
        - **수용기 전위 (발생기 전위)**
          - 시냅스 후 세포의 수상돌기
          - 리간드 개폐성 채널
          - 차등전위 (흥분성+억제성 자극 합산) : 공간합
          - 리간드 결합 → Na+/K+/Cl-등 각각의 채널이 열리는 정도에 따라 막전위 차등적 발생 (역치X)
          - 불응기 X : 시간합
        - **활동 전위**
          - 합산된 수용기 전위가 축삭둔덕으로 확산
          - 전압 개폐성 채널
          - 축삭둔덕 : 전압개폐성 Na+채널 밀집 → 이온 변화 민감도↑ (역치↓)
          - 축삭둔덕의 Na+채널 역치 넘으면 활동전위 형성
            - 항상 일정(실무율)
          - 불응기O
      - 시간합 vs 공간합
        - 시간합 : NT 연속적 방출 → 시냅스 후 전위 가중
        - 공간합 : 서로다른 두 신경에서 동시에 NT방출 → 시냅스 후 전위 가중
      - 이온성 수용체 vs 대사성 수용체
        - **이온성 수용체**
          - NT가 **이온채널**에 직접 결합시 수용기 전위 발생
          - 신경 전달 속도 빠름 (화학적 시냅스 中)
          - ex) 니코틴 수용체
        - **대사성 수용체**
          - NT가 **GPCR**에 결합
          - 신경전달속도 느림
          - ex) 무스카린 수용체, 아드레날린 수용체
      - 분비물질의 회수
        - 주변으로 확산
        - 주변 세포의 재흡수
          - 방출된 NT : Na+채널이 공동수송(sym-port)으로 재흡수
          - 소낭의 H+채널이 anti-port로 소낭에 적재
        - **가수분해 효소 : 아세틸콜린에스터라아제** → Ach 분해 후 콜린만 재흡수
- **뉴런의 이해**
  - 전압 고정 실험(호지킨, 카츠, 헉슬리)
    - 최초로 활동전위 발견
    - 전류 흐름의 해석
      - 테트로도톡신 : 전압개폐성 Na+채널 저해 → only 외향성 전류 생성→ 내향성 전류는 by Na+채널이구나
      - 테트라에틸암모늄 : 전압개폐성 K+채널 저해 → only 내향성 전류 생성
    - 이온치환 시험
      - 세포 외부 [Na+] 줄임
      - Na+농도 낮을수록 막전위 상승폭 ↓
  - 패치고정실험
    - 유리관에 채널 1개를 가둬넣어 전류의 흐름 관찰 → 채널의 성질 파악
    - 특정 이온 투여했을때만 전류O
      - V-I 그래프 기울기 = 1/R → 저항 클수록 ion의 채널 투과도 감소
    - 리간드 개폐성 채널 : 특정 리간드 처리시에만 전류 O
    - 전압 개폐성 채널 : 특정 막전위에서만 전류O