

위장관 기능의 일반적 원리

1. 위장관 운동성의 일반적 원리

• 소화관의 기능: 인체에 지속적으로 수분, 전해질, 비타민, 영양소를 공급

(1) 음식물의 이동, (2) 소화액의 분비와 음식물의 소화

(3) 물질의 흡수, (4) 혈액순환

(5) 신경계와 내분비계의 기능 조절

• 장관벽

(1) 장막

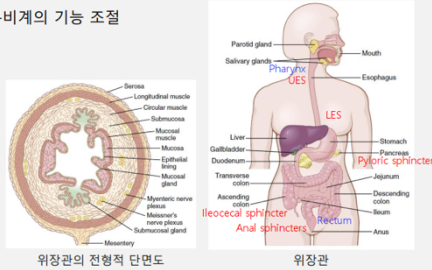
(2) 중주근층

(3) 윤상근층

(4) 점막하층

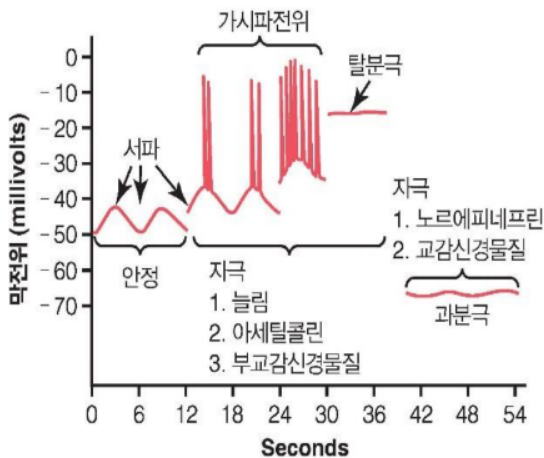
(5) 점막

점막 근층



위장관의 전형적 단면도

위장관



이동(Motility): 입 → 위 → 소장 → 대장 → 항문

소화(Digestion): 물리적 분해: 씹기, 위에서의 혼합·분쇄 vs 화학적 분해: 위산, 췌액, 담즙, 소화효소 작용

흡수: 주로 소장에서 이루어짐 / 영양소 + 수분 흡수 / 대장에서는 수분 흡수 강화 → 변의 형태 형성

혈류 증가: 소화 활동 시 장기로 혈액공급 ↑

신경·내분비 조절: 소화운동과 분비 기능 조절

주요 조임근(Sphincter): 상부식도괄약근 (UES), 하부식도괄약근 (LES), 유문괄약근 (Pyloric sphincter),

회맹괄약근 (Ileocecal sphincter), 항문괄약근 (Anal sphincter)

1. 평활근(syncytium, 융합체): 위장관 평활근은 간극결합(gap junction)으로 서로 연결 → 전기적 흥분이 전달됨

- 신시티움(syncytium): 여러 근섬유가 전기적으로 하나처럼 작용

2. 전기적 활성화

서파 (Slow wave)

안정막전위가 주기적으로 오르내리는 리듬 (빈도: 위체부 3회/분, 십이지장 12회/분, 회장 8~9회/분)

생성세포: 카잘간질세포(ICC, interstitial cells of Cajal) → 소화관의 전기적 페이스메이커 역할

기전: Na^+ 이온 유입 → 막전위 주기적 변화
(나방전류)

가시전위 (Spike potential, 활동전위)

: 서파 위에서 발생하는 활동전위 / Ca^{2+} 유입으로 형성됨 (신경·골격근은 Na^+ 기반과 다름)

수축력은 spike potential 발생 여부에 의존 (위: slow wave만으로도 수축 가능 VS 소장·대장: spike potential이 수축 결정)

안정막전위 (약 -56 mV): 탈분극 ↑ : 음식물 stretch, 아세틸콜린(ACh), 부교감신경 / 과분극 ↓ : 노르에피네프린(NE), 교감신경

수축 형태: 서파 + spike potential: 리드미컬한 수축/이완 VS. Spike potential 빈도 ↑ → 긴장성 수축(tonic contraction)

→ 지속적 탈분극 또는 지속적 Ca^{2+} 유입 → 지속수축 가능

☞ 정리하면, 위장관 평활근은 gap junction에 의한 syncytium 구조 덕분에 집단적으로 흥분이 전달되고, ICC에서 발생하는 slow wave가 기본 리듬을 제공하며, 여기에 Ca^{2+} 의존적 spike potential이 중첩되면서 실제 수축이 일어나 음식물 이동과 혼합이 이루어짐!

1. 장관신경계 (Enteric Nervous System, ENS)

- 위장관 벽에 약 1억 개 이상의 신경세포 존재 → 척수 수준의 규모
- 교감·부교감 신경과 별개로 독립적 신경계 구성
- 위장관의 운동, 분비, 흡수, 혈류 조절에 핵심적 역할 수행

2. 두 가지 주요 신경총

1) 근층간신경총 (Myenteric plexus): 종주근층과 윤상근층 사이 위치

- 기능: 운동 조절(평활근 수축력 및 긴장성 ↑)
- 흥분성 신호: 연동운동 촉진 / 억제성 신호: 괄약근 이완 → 내용물 배출 도움

2) 점막하신경총 (Submucosal plexus) 점막하층 (submucosa)에 위치

- 기능: 국소적 조절 (분비 조절, 흡수 조절, 혈류 흐름 조절, 일부 수축 조절)

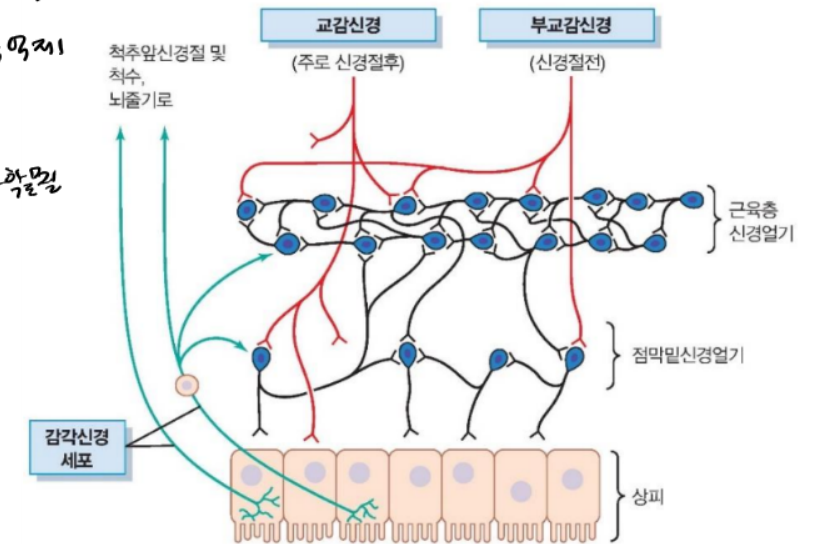
+ 부교감신경: 장관신경계 활동 증가

By ACh (S자전압이↑)

교감신경: 장관신경계 활동 억제

By NE.

장관신경계: 장운동, 분비, 혈류 조절



호르몬

1. 가스트린 (Gastrin): 위 유문부(antrum)의 G cell에서 분비

자극: 위 팽창, 단백질 분해산물, **미주신경** (gastrin releasing peptide) → 위산(HCl) 분비 촉진, 위점막 성장 촉진 → 단, 위산이 충분히 분비되면 가스트린 분비는 억제
→ 핵심 포인트: 위산 분비 촉진 호르몬

2. 콜레시스토키닌 (Cholecystokinin, CCK): 십이지장·공장의 I cell에서 분비

자극: 지방산(특히 모노글리세라이드), 단백질, 위산 → **담낭 수축** → 담즙 분비 촉진 / 췌장 소화효소 분비, 중탄산염 분비 촉진
+ **위 배출 억제** → 소장에서 충분한 소화 시간 확보
→ 핵심 포인트: 담낭 수축 + 소화효소 분비 + 위 배출 억제

3. 세크레틴 (Secretin): 십이지장의 S cell에서 분비

자극: 산(HCl), 지방 → 췌장과 담도의 **중탄산염(bicarbonate)** 분비 촉진 → 산성 내용물 중화 / 외분비샘 성장 촉진 / 펩신 분비 촉진 / 가스트린과 위산 분비 억제
→ 핵심 포인트: 위산을 중화시키는 bicarbonate 분비 촉진 호르몬

4. 포도당-의존성 인슐린성 펩타이드 (GIP, Glucose-dependent insulintropic peptide): 십이지장의 K cell에서 분비

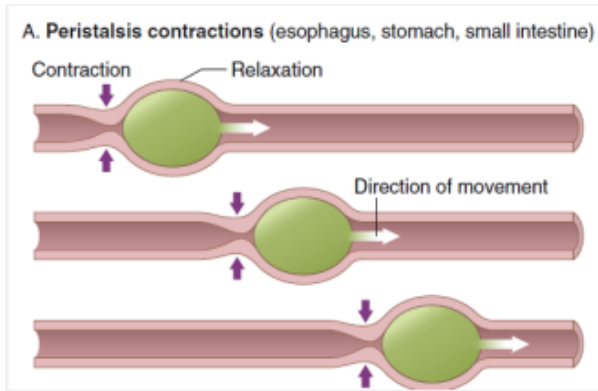
자극: 주로 지방, 아미노산, 일부 탄수화물 → 인슐린 분비 촉진 (포도당 흡수 전, 미리 인슐린 분비) / 위산 분비 억제 (고농도에서만 관찰, 실제 생리적 의미는 미약)

→ 핵심 포인트: 원래 Gastric inhibitory peptide로 알려졌으나, 실제 기능은 인슐린 분비 촉진

5. 모틸린 (Motilin): 위·상부 십이지장의 M cell에서 분비

자극: 음식 시 → 위·장의 운동성 크게 향상 / Interdigestive migrating complex(IMC) 형성 (90분 간격, 식간에 발생) / 남은 음식물 청소 기능

→ 핵심 포인트: 음식 시 위장 운동 촉진, 소화관 청소 기능



1. 추진운동, 연동 (Peristalsis): 음식물이 들어와 위장관이 팽창 + 물리/화학적 자극

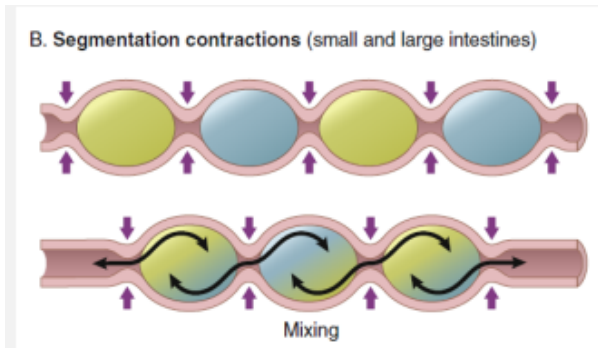
→ 음식물 뒤쪽(구강 쪽): 수축 / 음식물 앞쪽(항문 쪽): 수용성 이완(receptive relaxation)

→ 음식물이 한 방향(구강 → 항문)으로 이동

- 이동 거리: 약 5~10 cm / 주요 발생 부위: 위장관, 담관, 샘관, 요관 등 평활근 관

근층간신경총(myenteric plexus)의 반사 작용 필수

- Ach 수용체 억제제(예: Atropine) 사용 시 연동 소실



2. 혼합운동 (Mixing movement): 국소적으로 교대로 수축 발생

- 특정 지점 수축 → 그다음 중간 부위 수축 → 다시 앞쪽 수축 → 반복되면서 음식물이 반죽처럼 섞임

- 이동보다는 섞임(혼합)이 주된 역할 (지속 시간: 5~30초, 범위: 수 cm 정도) + 괄약근이 닫힌 상태에서 연동운동 발생 시에도 혼합 효과 발생

🔑 핵심 비교

- 추진운동(연동): 방향성 있는 이동 (구강 → 항문), 근층간신경총 반사 필수
- 혼합운동: 제자리에서 섞임, 음식물 분해·소화효소 접촉 ↑