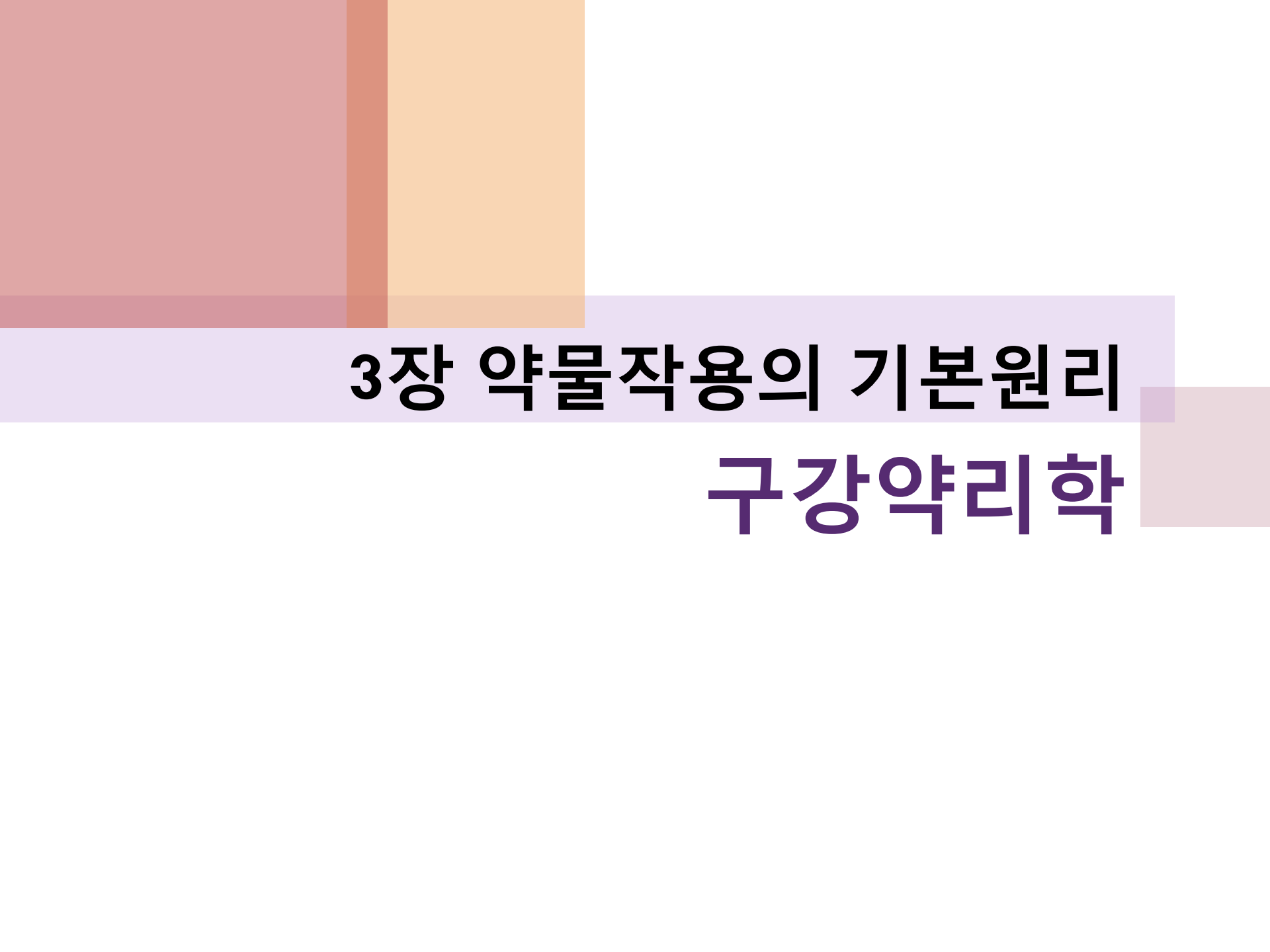




시간 가을 한자란 말이
은은히 내 안으로 스며들다
고마움 일이다.

조항미의 <국화차> 중에서

 KYOBO 교보생명



3장 약물작용의 기본원리

구강약리학

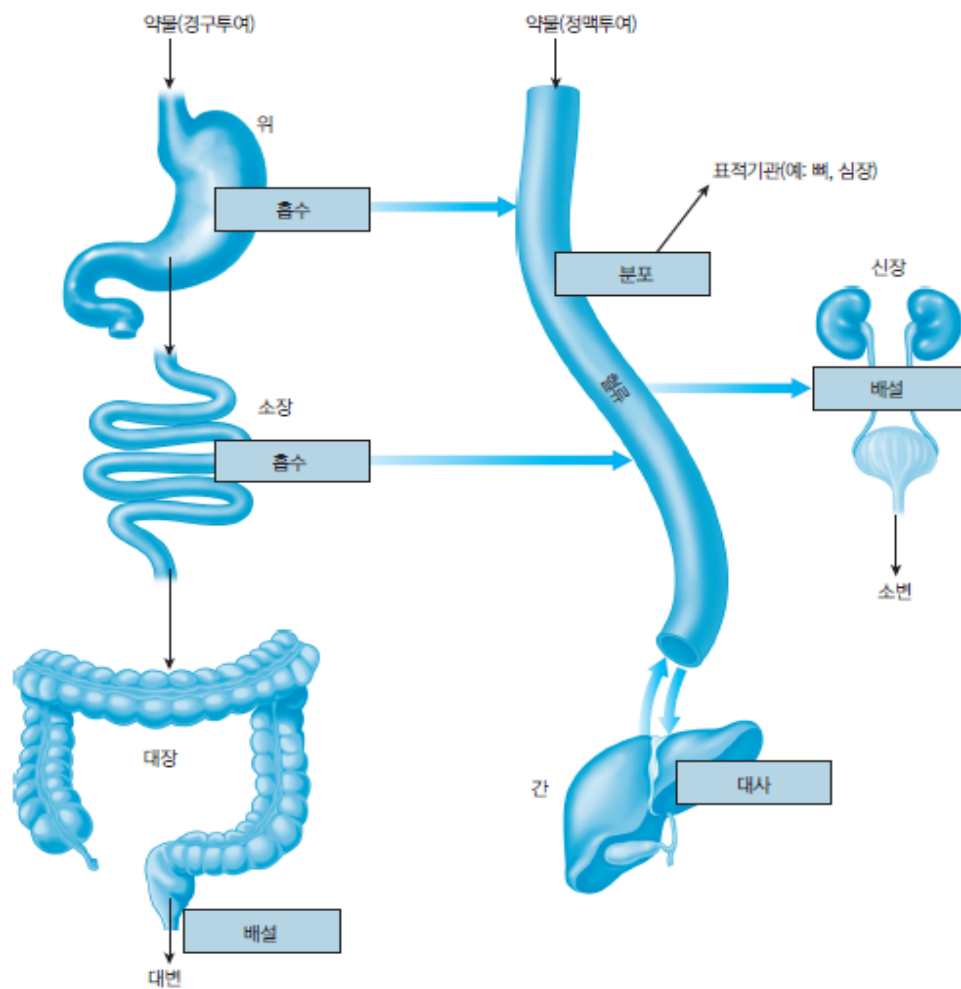
▶ 학습 목표

1. 약력학과 약동학의 차이점을 비교(설명)할 수 있어야 한다.
2. 약물분자들의 특징을 설명할 수 있어야 한다.
3. 약물이 인체 내의 다양한 막을 통과하여 흡수되는 기전을 설명할 수 있어야 한다.
4. 각기 다른 약물투여 경로에 따른 흡수를 설명할 수 있어야 한다.
5. 약물 수용체 반응을 설명할 수 있어야 한다.
6. 부하용량과 유지용량의 차이를 구분할 수 있어야 한다.
7. 약물 복용에 따라 생물학적 변화를 초래하는 다양한 요소들을 설명할 수 있어야 한다.

약동학

- ▶ **약동학**(pharmacokinetics)은 약물이 작용 부위에 어떻게 도달하는지 연구하는 학문
- ▶ **투여된 약물의 5가지 과정**
 1. 유리(liberation)
 2. 흡수(absorption)
 3. 분포(distribution)
 4. 대사(metabolism) 또는 생체변환(biotransformation)
 5. 제거(elimination) 또는 배설(excretion)





▶ 그림 3-5 전신으로의 약물 이동(약동학): 흡수, 분포, 대사, 배설

흡수

- ▶ 주사제나 기침 시럽과 같은 액체 상태의 약물 형태
=> 즉시 흡수와 이동이 가능
- ▶ 약물은 위장관(대개 십이지장이나 소장의 상부)을
통해 이동 => 대부분 혈액으로 흡수.

▶ 흡수를 위한 이동

1. 확산(diffusion)
2. 촉진확산(facilitated diffusion)
3. 능동수송(active transport)을 통해 세포막으로 이동한다.

1. 대부분의 약물은 세포막 장벽을 가로질러 **수동확산**(passive diffusion)에 의해 흡수되고 전신순환으로 이행된다. 확산 속도는 농도 차에 비례한다.

흡수 속도는 세포 밖(혈액)의 농도가 세포 안의 농도(위장관액)보다 높을 때 증가한다.

2. **촉진확산**(facilitated diffusion)은 약물이 크기가 너무 크거나 너무 극성이면 지질막(lipid membrane)을 가로질러 확산할 수 없어 단백질과 같은 운반체(carrier)가 필요할 때 일어난다.
예) 당류, 페니실린, 아스피린

3. **능동수송**(active transport)은 농도경사에 반하여 운반단백질(carrier proteins)이 에너지를 소모하면서 약물을 이동시키는 것.

예) 비타민(예: 비타민 B₁ 2), 당류, 아미노산과 같은 내분비물질과 구조적으로 유사한 약물의 경우에 국한.

4. **음세포작용**(pinocytosis)은 세포가 액체나 입자를 끌어들이어 흡수하는 과정이다. 세포막이 물질을 포획하여 작은 수포를 형성하면, 이 수포가 떨어져 나가면서 세포 안쪽으로 이동하게 된다. 이 과정은 에너지를 소모하게 되며 약물 이동의 보조적인 역할을 담당한다.

▶ pH가 약산(weak acid), 약염기(weak base)의 흡수에 미치는 영향

▶ 표 3-1 약산과 약염기

약산	약염기
아스피린	카페인
페니실린 V	코데인
페니토인	에리스로마이신
테트라사이클린	필로카르핀(구강건조증 치료에 사용)
	국소마취제
	다이아제팜(발름)

약산인 약물(예: 아스피린 - pK_a 4.4, 페니실린 - pK_a 2.5)은 대부분이 위산의 pH 지수(pH 1.4)에서 비이온화되므로 쉽게 흡수된다. 이론상으로는 약산이 약염기보다는 위에서 쉽게 흡수된다.

- ▶ 약염기 약물(예: 에리스로마이신, 코데인, 모르핀)은 위에서 이온화되지만, 염기성 소장의 pH 지수(pH6 ~ 7)에서 더 많이 비이온화된다. 약물의 비이온화된 부분은 큰 지용성 성질을 띠며, 따라서 소장에서 큰 흡수율을 보이게 된다. 하지만 대부분의 약물, 심지어 약산의 약물까지도 pH나 이온화 작용과는 무관하게 표면적이 가장 넓은 소장에서 대부분 흡수된다.

- ▶ 국소마취제는 약염기(weak base)이다. 국소마취제의 pK_a 값이 국소 조직의 pH(pH 7.4)값과 가까울수록 비이온 형태가 더 많아지고 비이온 형태는 더 빨리 흡수되어 작용 시작시간이 더 빨라진다.
- ▶ pK_a 값이 7.9인 리도카인의 경우 pK_a 값이 8.1인 부피바카인보다 작용 시작시간이 더 빠르다. 국소조직의 pH가 더 염기성이 되어 약물 고유의 pK_a 값에 가까울수록 약물의 작용 시작시간이 더 빠르다.

약물의 흡수

약물의 흡수율에 영향을 미치는 요소는
약물의 투여경로,
기관의 혈류량,
소장의 표면적,
약물의 지방/물 용해도,
약물의 염 형태(salt form),
약물의 다른 약물과의 상호작용,
생약 보조식품(herbal supplement),
음식 등이 있다.

투여경로에 따른 흡수의 차이

경구투여

1. 정제/캡슐(예: 테트라사이클린)을 물과 함께 경구 투여한다.
2. 정제가 식도를 통해 이동한다.
3. 위장에 도달한 정제는 분해되고 캡슐은 열려서 약물의 활성성분이 용해된다. 장용제(enteric coating tablet)인 경우에는 위에서 분해되지 않고 십이지장(소장)에서 분해된다. 이런 약물은 산에 약하고 위를 자극하기 쉽기 때문이다.
4. 약물은 소장으로 이동하고 대부분 여기서 흡수가 일어난다.
5. 약물은 소장점막-혈액 장벽을 통과해야 한다. 지용성 약물은 쉽게 흡수된다. 소장 장벽은 지방세포막이기 때문이다.
6. 소장에서 흡수된 약물은 간문맥을 거쳐 간으로 이동한다.
7. 약물은 혈액을 따라 간으로 이동한다. 일부는 여기에서 광범위하게 대사되어 전신순환으로 들어가기 전에 비활성화된다(초회통과 효과).

투여경로에 따른 흡수의 차이

경구투여

8. 간에서 일부 대사된 약물을 모세혈관(혈관)을 거쳐서 대정맥으로 가서 혈류를 따라 전신에 분포된다.
9. 약물은 혈장 내 단백질과 결합하게 되는데 이러한 결합형은 약리학적 작용을 나타내지 못한다.
예를 들어 항응고 억제제인 와파린의 98%는 혈장단백질과 결합한다. 그래서 약물의 2%만이 유리형태로 존재하고 수용체와 결합하게 된다.
10. 약물의 약리학적 작용을 거친 후에 제거가 일어나는데 수용성 약물인 경우에는 그대로 제거 되기도 하고 간에서 대사(간장효소에 의해)되어 우리 몸에서 제거가 용이한 형태인 수용성 형태로 전환되어 제거된다 (소변의 형태로 신장에서 배설됨).
11. 일부 약물(분자가 크거나, 극성약: estrogen, rifampicin, digitoxin, phenytoin)은 장간재순환(enterohepatic recirculation)을 거친다.
12. 지용성이 아주 뛰어난 약물은 쉽게 흡수되어 구강을 거쳐 분포된다. 그러나 지용성 약물은 간에서 먼저 신장에서 배설될 수 있는 수용성 대사산물로 전환된다.

▶ 설하투여:

구강점막을 통해 약물을 투여하면 (경구투여에 비해) 약물이 간문맥을 통해 간으로 가는 과정을 거치지 않아 초기에 약물이 혈류와 작용 부위에 고농도로 도달한다는 장점이 있다.

예) 협심증 치료제인 니트로글리세린.

▶ 정맥투여

1. 약물은 혈액으로 주사되어 빠르게 조직으로 분포된다.
2. 혈액에서 일부 약물은 광범위하게 혈장단백질과 결합한다.
3. 초회 통과효과는 일어나지 않는다.
4. 모두 흡수된다. 생체이용률이 100%이다.
5. 분포 후 사구체 여과에 의해 소변으로 배설된다.
6. 장간순환(enterohepatic circulation): 간에서 대사가 일어나고 담즙에 의해 제거된다.

▶ 피하주사(SC):

피하주사는 약물을 피부 아래 결합조직으로 직접 주사하는 방법이다.

흡수는 느리지만 일정한데 이는 약물이 느리게 순환계로 이동하기 때문이다.

흡수율은 주사 부위에 따라 차이가 있고 국소혈류량에 따라 달라진다.

▶ 근육주사(IM):

근육주사는 약물을 근육으로 주입하는 방법이다. 근육에는 혈관이 매우 발달해 있기 때문에 흡수가 빠르고 일정하다. 오직 모세혈관만이 혈관장벽으로 작용하고 근육에 깊이 주사한 약물은 혈관과 매우 가깝기 때문에 빨리 흡수된다. 주사한 부위를 마사지하거나 열을 가하면 혈류량이 증가하고 흡수율이 커진다. 흡수율은 주사 부위에 따라 차이가 있고 국소혈류량에 따라 달라진다.

▶ 뇌척수강 내(*intrathecal*) 투여:

빠른 효과를 얻기 위해 척수의 지주막하강 (거미막밑공간, *subarachnoid space*)에 주사하는 방법이다.

▶ 도포(*topical*):

- 도포마취는 흡수의 가장 큰 장벽인 피부의 상층부, 즉 지용성 물질과 수용성 물질을 모두 차단하는 일명 각질층(stratum corneum)에 도포하는 방법이다.
- 예외적으로 코티손(cortisone)은 피부를 통해 흡수되어 피부의 아래층에 있다가 신장을 통해 배설된다.
- 피부가 벗겨지거나 손상을 입은 경우 흡수되는 약물의 양이 크게 증가한다.
- 피부를 마사지하면 전신순환을 하는 혈액량이 증가하여 흡수율이 증가한다.
- 도포한 약물 위로 압박붕대를 감거나 압력을 가해도 흡수율이 증가한다.

▶ 흡입(*inhalation*):

코로 흡수되거나 기도를 통해 직접 흡수된다.

호흡기에는 모세혈관이 발달하여 흡수가 빨리 일어난다.

이 방법은 감시가 어렵고 일부 약물은 호흡기를 자극하기도 한다.

▶ **피내주사**(*intradermal*):

- 비경구투여이기는 하지만 전신적인 효과를 기대하는 투여법은 아니다.
- 결핵반응검사인 투베르쿨린(*tuberculin*) Mantoux 피부 검사에 쓰인다.
- 흡수는 매우 느리다.
- 정맥천자(*venipuncture*)를 하기 전에 투여하는 국소마취제인 Elma는 경피에 투여한다.

▶ 경피투여(*transdermal*):

- 패치요법으로 사용하는 약물은 피부를 통과하여 흡수되기 때문에 지용성이 커야 한다.
- 다른 제형보다 전형적으로 더 고농도로 된 약물 형태를 갖는다.
- 일부 약물은 니트로글리세린처럼 전신적인 효과를 목적으로 투여한다.

분포

- ▶ 혈액에 존재하는 약물은 체액을 통해 조직이나 기관으로 분포된다.
- ▶ **약물분포에 영향을 주는 요인**
 1. 세포막의 친화도
 2. 혈장단백질과 결합도
 3. 혈류량

1. 세포막의 친화도

1. 흡수된 약은 다양한 지질막을 가로질러 지방세포에 분포한다. 세포막의 친화도란 체내의 세포막에 약물이 끌려간 것을 의미한다.
인슐린 같은 친수성 약물은 지질 세포막을 통과하지 못하고 세포외액에 넓게 분포된다.
반면 전신마취제나 알코올 같은 친지질성 약물은 지질 세포막을 잘 통과하므로 모든 액에 더 고르게 분포된다.

2. 혈장단백질과 결합도

많은 약물은 혈장단백질(혈장에 있는 단백질로 알부민[albumin]이 대표적임)과 결합한다. 약물은 혈류를 지날 때 유리 형태(free form)로 존재하거나 많은 단백질, 주로 혈장단백질을 의미하는 알부민과 결합하기도 한다. 약물이 혈장단백질과 결합하는 것을 혈장단백 결합(plasma protein binding)이라고 한다.

혈장단백질과의 결합형(bound form) 약물은 약리작용을 하지 않은 비활성화 상태로 있고 유리형 약물만이 활성화 상태가 된다. 혈장단백결합 정도는 혈액 내 약물의 농도 및 약물과 혈장단백질과의 결합력에 따라 다르다.

3. 혈류량

기관으로 유입하는 혈류량이 많을수록
약물이 기관으로 분포하는 양이 많아진다.
따라서 혈류량이 적은 골격근, 지방세포, 피
부보다 심장, 신장, 뇌에 약물이 더 빨리 분포
한다.

대사

- ▶ 일부 약물은 혈장, 신장, 폐, 소장 점막, 기타 조직에서 생체내 변환이 이루어지기도 하지만 주로 간에서 대사가 일어난다.
- ▶ 약물의 생체내변환에는 제1상과 제2상이라는 **2개의 상(phase)**이 있다.
- ▶ **제1상**의 목적은 지용성 약물을 더욱 극성을 띠는 대사산물로 변환하는 과정이다. 이 과정에는 산화, 가수분해, 환원 등이 포함된다. 약물의 생체내변환 형태는 약물의 원래 분자에 부착되는 화학기(chemical group)에 따라 달라진다.
- ▶ 산화반응은 제1상 대사 중 가장 흔한 형태이다. 이 반응에서 간은 지용성 약물을 여러 가지 효소를 사용하여 더 수용성인 형태(친수성)로 만든다. 이러한 친수성 대사산물은 친지질성 약물보다 신장의 세뇨관(tubule)에서 쉽게 걸러진다.

▶ 제2상

제1상 생체내 변환을 거쳐 대사산물이 충분히 수용성이 되면 신장에서 배설이 일어난다. 만약 아직 지용성이라면 신장에서 재흡수가 일어나서 혈액으로 다시 가서 제2상 생체내 변환을 거치게 된다. 이 과정에서 약물의 분자 또는 제1상의 대사산물은 글루쿠론산 (glucuronic acid)(글루쿠로니드 포함[글루쿠로나이드 형성]을 거침), 황산염(sulfate), 아세틸조효소A (acetyl coenzyme A) 또는 아세트산염 (acetate)(아세틸화를 거침), 글리신(glycine)과 같이 수용성이 높은 화합물과 결합하여 간에서 수용성이 높은 산물이 된다. 약물은 결합이 잘 일어나도록 적당한 연결기(linking group)를 가져야 한다. 가끔 결합은 하이드록실화(hydroxylation)를 거친 후 두 번째 대사 단계로서 일어난다.

▶ 약물대사에 영향을 미치는 요소

1. **유전**: 간에 있는 효소는 유전적으로 정해져 있고, 약물을 분해하는 효소의 양도 정해져 있다.
2. **나이**: 노인이 되면 초회통과대사(first-pass etabolism)가 감소될 수 있다. 그 결과 약물의 흡수가 증가된다. 또한 노인은 약을 제거하는 능력이 감소될 수 있다.
3. **질병**: 간질환 또는 신장질환이 있으면 약물의 대사율이나 제거율이 감소하여 체내 약물 농도가 증가한다.

배설

배설은

1. 신장을 통해 소변으로 배설되는 신장 배설
2. 담즙, 대변, 땀, 타액, 폐를 통한 배설

▶ 신장배설

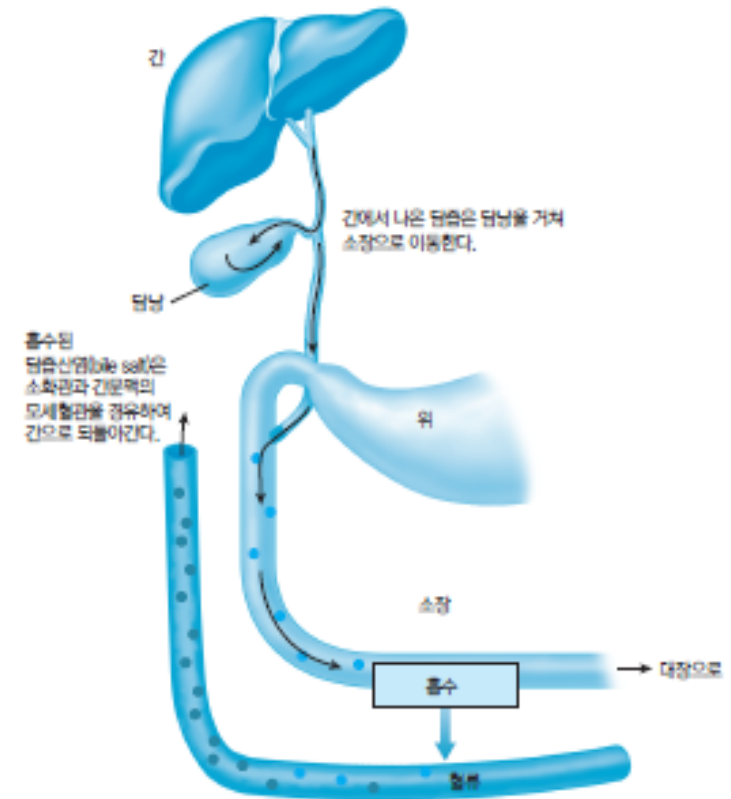
신장에 들어가는 혈장의 25%는 걸러지고 75%는 여과되지 않는다. 혈장단백질과 결합하지 않은 유리형 약물은 높은 비율로 사구체 여과 과정을 거친다.

▶ 담즙배설

담즙은 담도를 통해 소장으로 이동된 후 혈류로 재흡수되고 장간 재순환 (enterohepatic recirculation)에 의해 간으로 보내져서 제거가 가능한 형태가 된다. 이렇게 재순환된 약물은 결국 간에서 대사되어 신장에서 배설된다. 그러나 재순환되지 않은 약물은 담즙으로 이행되어 결국 대변으로 배설된다.

장간재순환을 거친 약물은 더 느리게 배설되어 작용 시간이 길어진다.

예) 디곡신, 테트라사이클린

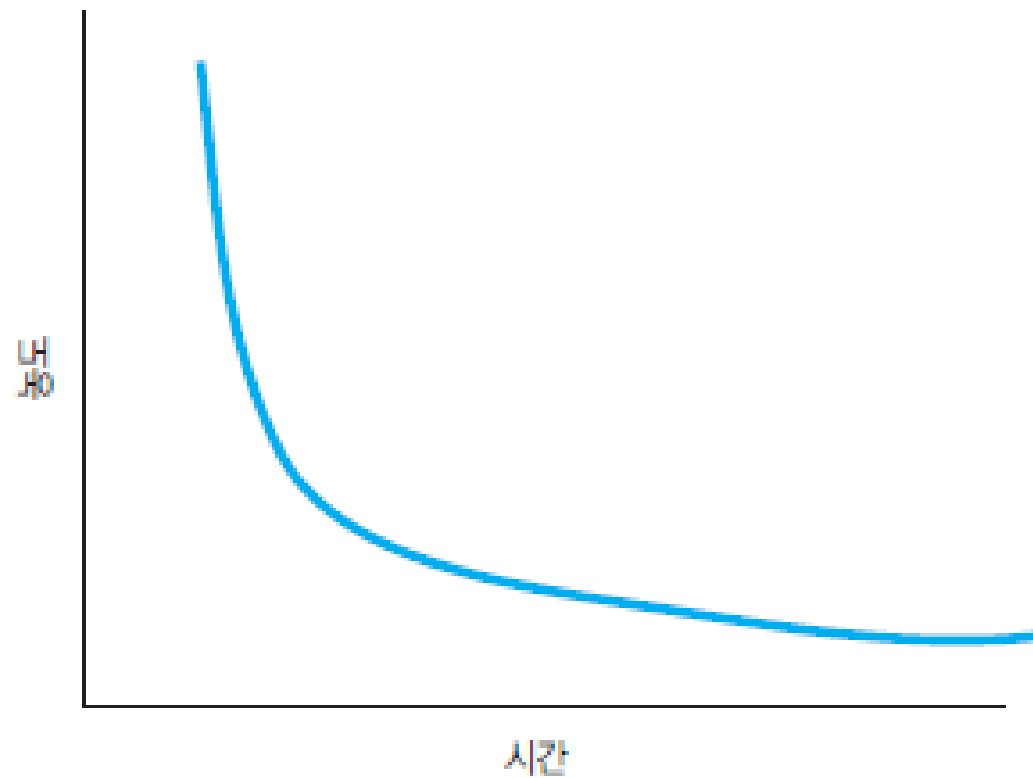


▶ 그림 3-9 장간재순환. 특정 약물은 담즙으로 분비되어 대변으로 배설된다(소변으로 배설되지 않음).

임상 약동학

▶ 제거상수와 반감기:

대부분 약물의 제거는 1차 역학(first-order kinetics)을 거쳐 제거된다. 약물은 단위시간당 일정 비율로 제거된다. 즉, 약물을 경구 투여하면 수동확산에 의해 흡수되고 혈중 농도는 투여된 약물의 양에 비례한다. 투여한 약물이 많으면 혈중 농도도 증가한다. 약물이 배설되면 약물의 혈중 농도도 시간이 지남에 따라 일정하게 감소한다.

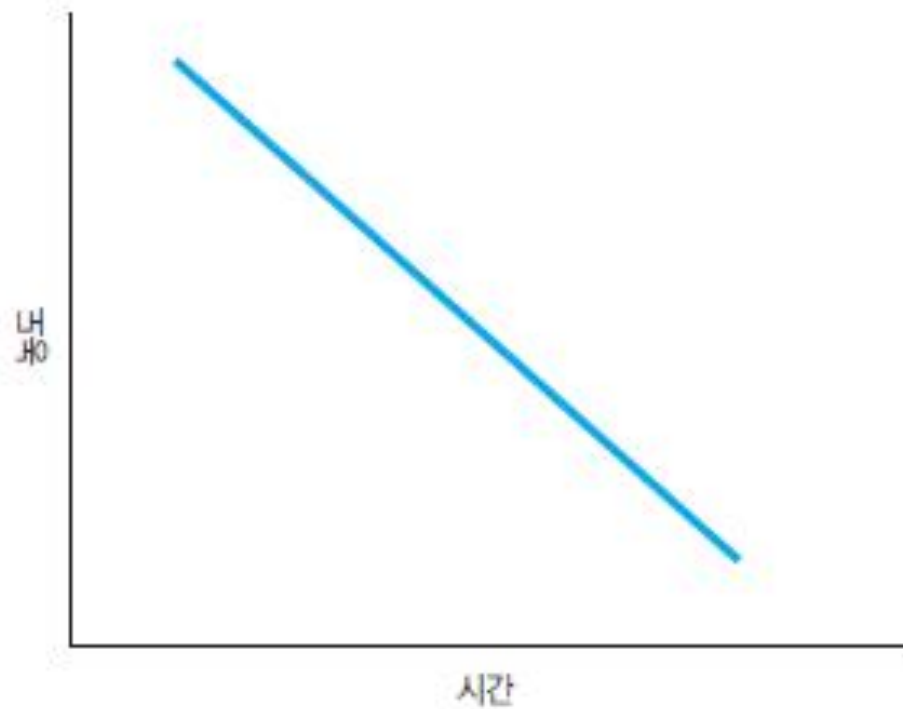


▶ **그림 3-10** 대부분의 약물은 1차 역학에 의해 제거된다. 1차 역학에서 약물의 제거율은 혈액 내 약물 농도에 비례된다.

▶ 예외

알코올과 아스피린을 고농도로 투여하면 생체내 변환과 제거를 위한 효소체계가 포화 상태에 이르거나 과부하 상태가 되어 이러한 경로로 일할 수 있는 한계까지만 제거된다.

이렇게 존재하는 약물의 양과 상관없이 일정한 속도로 약물이 제거되는 것을 0차 역학 (zero-order kinetics)이라 한다



▶ **그림 3-11** 약물의 제거기전이 포화 상태에 이르면 약물은 0차 역학에 의해 제거되기도 한다.

▶ 약물의 반감기($t^{1/2}$):

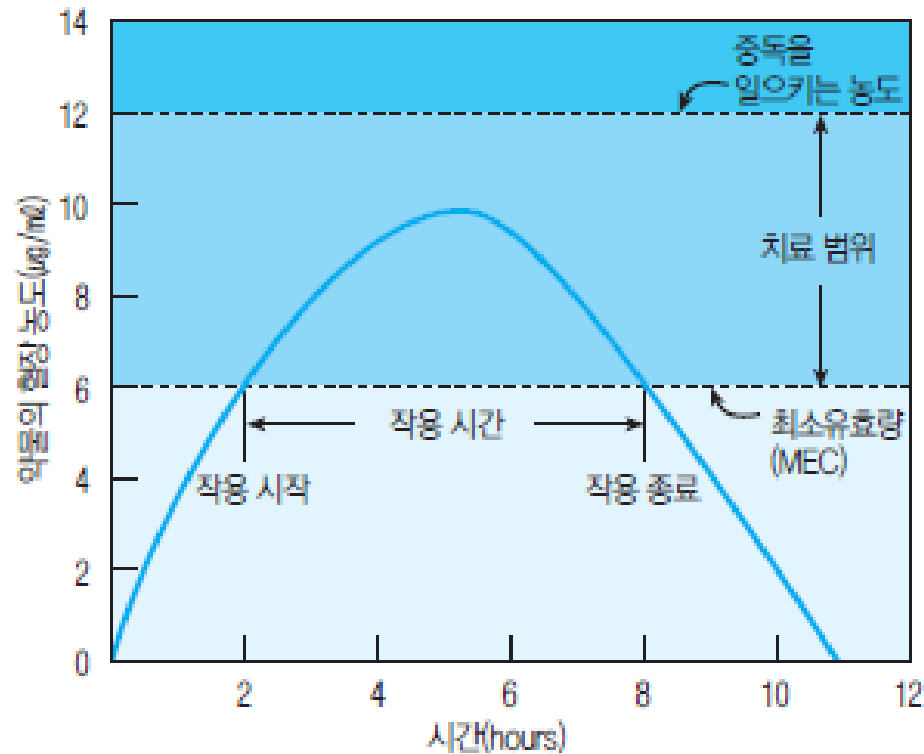
약물 제거 시 반감기란 약물의 원래 혈중 농도가 절반으로 감소될 때까지 걸리는 시간을 의미한다. 이것은 약물이 우리 몸에 얼마나 오랫동안 효과를 일으키는지 알려주며 다음 약물 투여까지의 간격을 결정할 수 있도록 해준다. 우리 몸에서 약물이 제거되는 데는 4~5회의 반감기가 소요된다.

약물투여

▶ 약물의 혈장 농도 곡선

한 가지 약물을 1회 투여시 혈장 농도는 약물이 흡수됨에 따라 증가한다. 흡수가 완료되면 약물의 혈장 농도는 최대에 이르고 약물이 제거되면서 감소하게 된다(그림 3-12).

약물투여



▶ **그림 3-12** 1회 경구 투여한 약물. 약물투여 후 2시간 후 작용하기 시작하고 8시간까지 약물이 작용한다. 이 경우 작용 시간은 6시간이다. 혈장에서의 반감기는 약 4시간이다(혈장 농도가 50%로 감소할 때까지 걸리는 시간).

약물투여

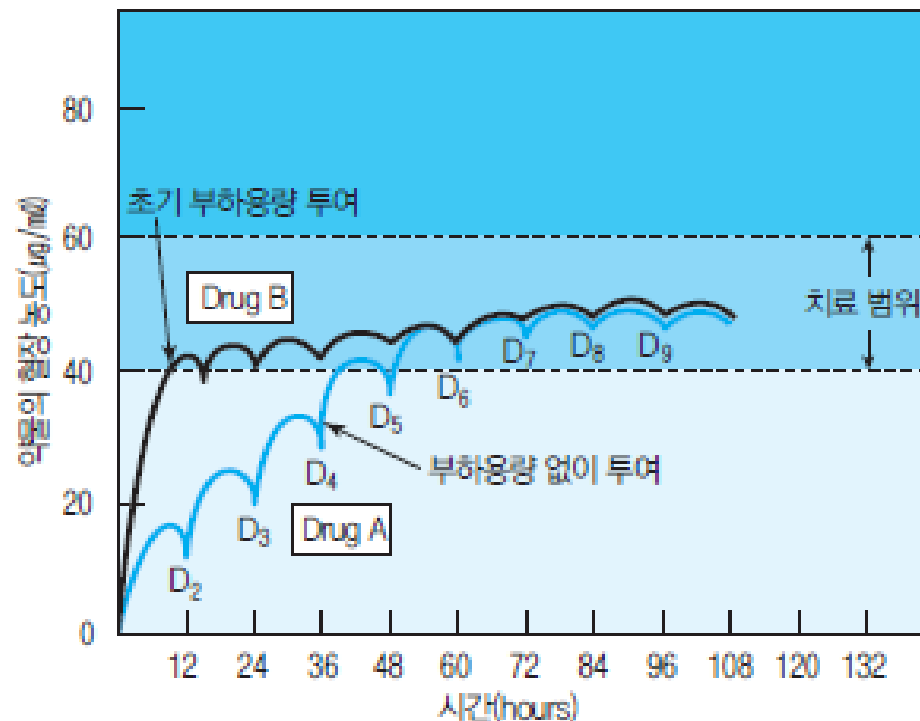
- ▶ **생체이용률 (bioavailability)**
: 약물이 전신순환으로 흡수되는 속도와 양.
- ▶ 경구 투여한 약물의 생체이용률의 감소요인
: 약물의 분해 속도와 분해 정도,
용해 속도와 용해정도,
음식,
pH,
소장과 간효소 등.
예) 정맥주사 투여: 생체이용률 100%

약물투여

▶ 약물의 축적과 항정상태(steady state)의 원리

1차 역학으로 제거되는 약물을 반복 투여하거나 주기적으로 투여 시(예: 치과 감염으로 8시간마다 아목시실린 1캡슐 투여) 약물의 혈장 농도는 약물이 정체(plateau) 또는 항정상태에 이를 때까지 증가하거나 축적된다(그림 3-13).

항정상태 농도는 약물 투여율과 제거율이 같아지는 시점을 말한다. 항정상태 농도는 약물의 투여량과 약물의 반감기에 따라 달라진다.



▶ **그림 3-13** 약물을 반복 투여 시 혈액에 약물이 축적된다. 결국에는 혈중 약물 농도가 항정상태에 이르게 되어 치료 범위에서 지속적으로 유지된다. 12시간마다 약물 A와 약물 B를 투여했는데 약물 B의 경우 초기에 부하용량을 투여했기 때문에 부하용량을 투여하지 않은 약물 A에 비해 빠른 시간 안에 치료 범위의 용량에 도달했다.

약물치료학

- ▶ **약물 투여량**(drug dose)은 투여된 약물의 양으로 정의된다. 투여량과 투약법은 개인차에 따라 달리 적용하여 약이 가질 수 있는 특이적인 분포 성질을 보완해주어야 한다.

예) 약물의 흡수율이 높으면 약물이 혈중 농도가 최고점으로 가지 않도록 투여량을 줄여야 한다. 만약 제거율이 높은 약물이라면 효과적인 약물 농도를 유지하기 위해 더 자주 투여해야 한다.

약물치료학

초기에 많은 용량을 투여하는 **부하용량**(loading dose)의 목적은 약물이 치료에 효과적인 혈장 농도에 빠르게 도달하도록 하는 데 있다(그림 3-13).

생명을 위협하는 상황에서는 초기에 부하용량을 늘려 투여한다. 부하용량 이후에 투여하는 용량을 **유지용량**(maintenance dose)이라고 하는데, 이때는 용량을 줄여서 투여한다. 유지용량은 바람직한 항정상태의 혈장 농도를 유지한다.

치료약물의 반응

- ▶ **최소유효량**(minimum effective concentration:MEC)
: 치료 효과를 내는 데 필요한 약물의 용량
- ▶ **중독량**(toxic concentration)
: 심각한 유해작용을 유발하는 약물의 용량이다(그림3-12).
- ▶ **치료 범위** 또는 **안전역**(margin of safety)
: 최소유효량과 중독량 사이에 있는 약물의 농도.
- ▶ **최대 반응을 얻으려는 목적은 혈장 농도를 치료 범위에 있도록 하는 데 있다.**

투여량 조절

- ▶ 어린이와 노인 - 투여량을 줄여야 함.
- ▶ 간질환과 신장질환 - 약물투여 최소화

약력학

▶ 약력학(pharmacodynamics)

- 우리 몸에서 일어나는 약물 작용,
약물 수용체 결합,
약물작용기전,
약물 반응,
용량-반응 관계

▶ 약물수용체 상호작용

- 생리학적 반응을 시작하기 위해 많은 약물은 먼저 수용체와 결합해야 한다.
- **수용체**(receptor)는 대개 단백질로 이루어져 있는데 약물용량에 의존적으로 결합하여 반응하는 세포의 구조물이다.
- 약물은 반데르발스힘(Van der Waal's forces)이나 이온결합(가장 많음)을 통해 수용체와 결합한다.

▶ 약물수용체 종류

약물과 내인성 물질은 수용체에 결합한 후 약물 작용을 시작하고 치료반응을 나타낸다.

수용체	
호르몬과 신경전달물질의 수용체	• 교감신경 수용체 • 무스카린 수용체 • 니코틴 수용체 • 인슐린 수용체 • 히스타민 수용체
세포막 수송단백질	• 이온 통로 • 신경전달물질의 수송
효소	• cyclooxygenase • carbonic anhydrase • DNA 중합효소 • 인간면역결핍바이러스(HIV) protease • tyrosine kinsase(인슐린용)

약물 수용체 복합체에 따른 약물의 분류

- ▶ **작용제**(효현제, agonist): 빠르게 수용체와 결합하여 반응을 나타내고 빠르게 수용체로부터 분리된다.
- ▶ **길항제**(antagonist): 수용체와 결합하지만 잘 분리되지 않고 긍정적 반응이나 효능을 내지 않는다. 작용제의 작용을 방해하므로 차단제로 불린다.
- ▶ **부분 작용제**(partial agonist): 수용체와 결합하지만 작용제의 효능보다 약하다. 작용제와 같이 투여했을 때 길항제처럼 작용제를 억제할 수도 있다.

효력, 효능, 천장효과

- ▶ **효력**(potency): 치료 효과를 내는 데 필요한 용량
=중간유효량
=실험동물 50%에서 바람직한 임상 효과를 내는 데 필요한 약물의 용량
- ▶ **효능**(efficacy): 단위용량과 무관하게 최대의 치료효과를 내는 능력
- ▶ **천장효과**(ceiling effect): 약물을 용량을 증가시켰음에도 불구하고 치료 반응이 더 이상 증가하지 않을 때

독성

- ▶ 치료용량 대 약물의 독성용량의 비율을 치료지수(therapeutic index: TI)라고 한다. 안전한 약물은 높은 치료 지수를 나타낸다.
- ▶ 중간유효량(ED50)은 약물을 투여한 실험동물 중 50%에서 효과가 나타나는 용량이다.
- ▶ 중간치사량(LD50)은 약물을 투여한 실험동물 50%를 사망에 이르게 하는 용량
- ▶ $TI = LD50 \div ED50$ 이다.
- ▶ '안전한' 약물은 치료지수가 높다 (보통 최소한 10).

약물 유전학: 약물의 효과를 조절하는 인자

- ▶ 체중
- ▶ 성별
- ▶ 나이
- ▶ 유전
- ▶ 질병
- ▶ 특이체질
- ▶ 내성

▶ 내성

1. **약물분해내성:** 약물에 적응하게 되어 약물제거율을 변화시키는 것
→ 대사율이 증가하면 주어진 시간에 약물 농도는 감소한다. 이것은 작용 시간이 짧은 속효성인 경우 해당된다.
2. **세포내성:** 같은 용량을 투여했을 때 내성이 발현됨에 따라 진통작용은 감소하지만, 호흡억제 효과는 줄어들지 않는다.
예) 마약성 진통제

위약효과

위약(placebo)이란 활성 성분이 없는 약물을 투여하는 치료이다. 위약효과는 FDA 임상시험의 대조군으로 주로 사용된다. 가끔 임상에서 위약(가짜약)을 투여해도 활성이 있는 약물을 투여한 것과 동일한 효과를 경험하기도 하는데, 이를 위약효과라고 한다. 위약효과는 측정이 가능하고 관찰될 수 있으며, 치료 때문은 아니지만 건강증진이 나타나기도 한다. 약물을 투여했다는 확신으로 생기는 심리적, 정신적 반응이다.

The header features a series of overlapping horizontal bars in shades of red, orange, and purple. The text '감사합니다~' is positioned on the white background below these bars.

감사합니다~