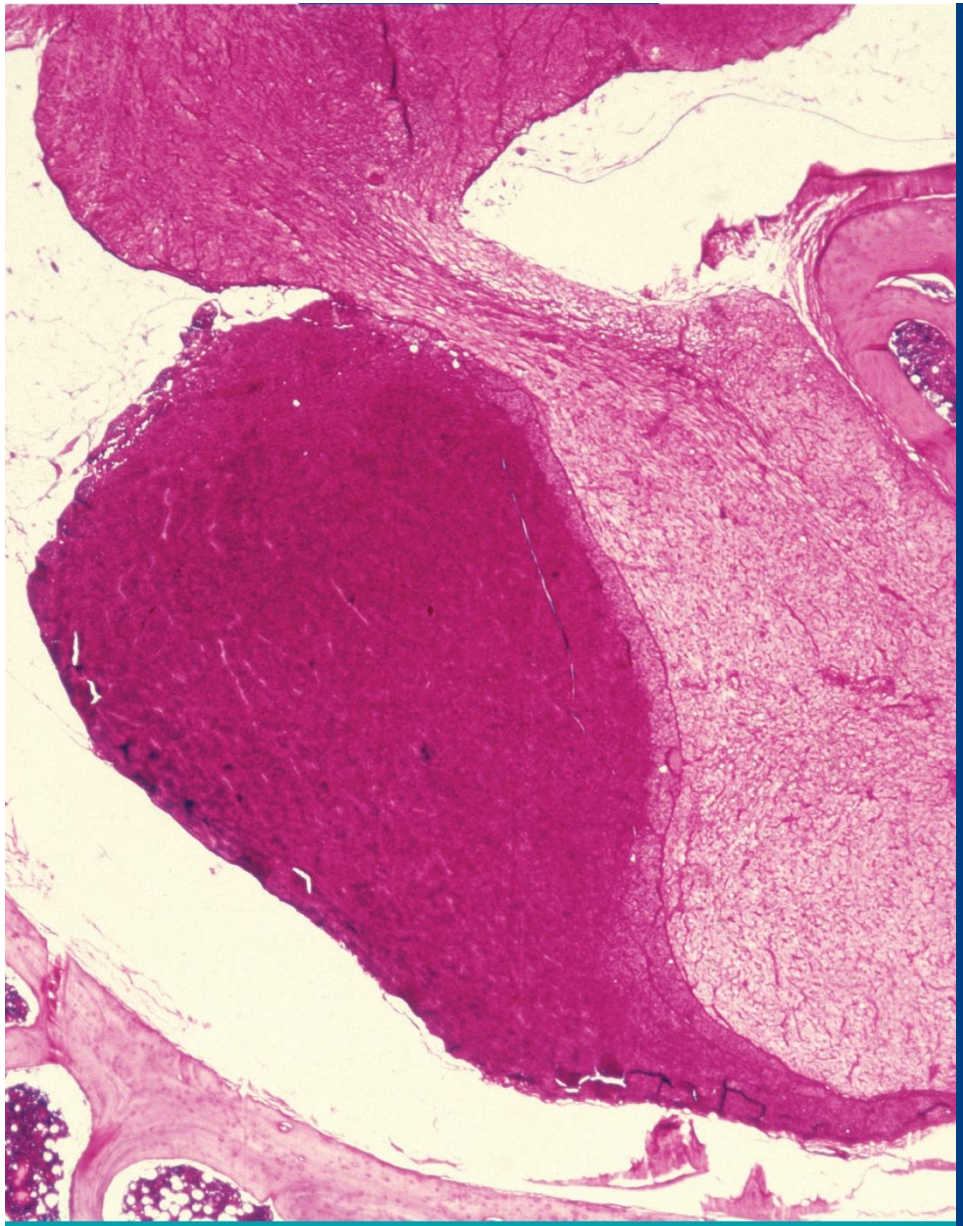


뇌하수체의 현미경 사진

6

내분비계: 내분비선과 호르몬 작용

Copyright © 2012 Biosciencepublishing, Inc

개요

I. Primary Endocrine Organs(1차 내분비기관)
II. Secondary Endocrine Organs(2차 내분비기관)
III. Hormone Actions at the Target Cell(표적세포에서의 호르몬 작용)
IV. Abnormal Secretion of Hormones(비정상적인 호르몬 분비)
V. Hormone Interactions(호르몬의 상호작용)

Endocrine Glands(내분비선)

- Derived from epithelial tissue(상피조직에서 유래)
- Primary endocrine organs(1차 내분비기관)
- Secondary endocrine organs(2차 내분비기관)

Endocrine Organs(내분비기관)

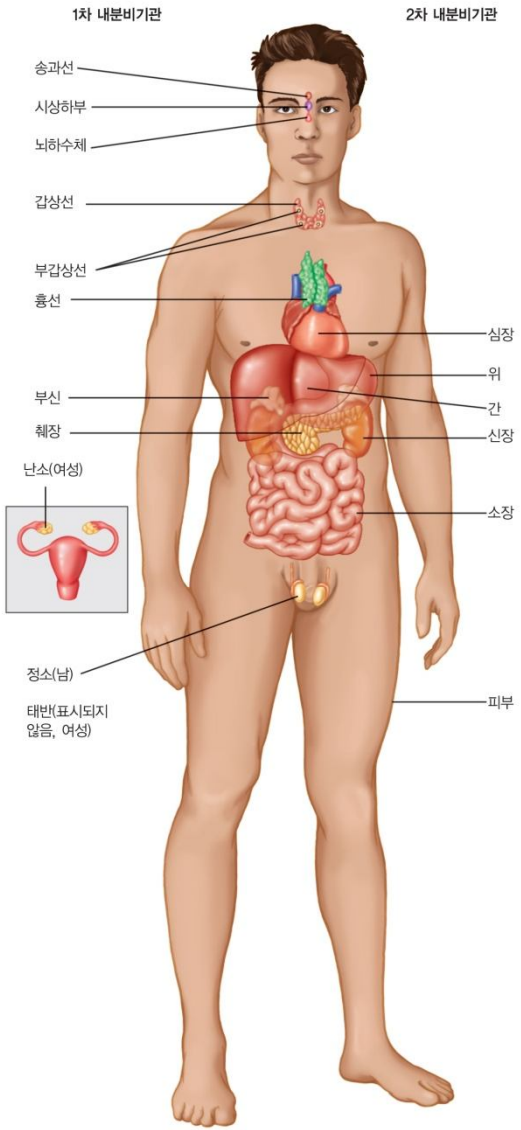


그림 6.1 내분비기관.

I. Primary Endocrine Organs(1차 내분비기관)

- Hypothalamus and pituitary gland(시상하부와 뇌하수체)
- Pineal gland(송과선)
- Thyroid gland and parathyroid glands(갑상선과 부갑상선)
- Thymus(흉선)
- Adrenal glands(부신)
- Pancreas(이자)
- Gonads(생식선)

Hypothalamus and Pituitary Gland(시상하부와 뇌하수체)

- Hypothalamus in brain(뇌의 시상하부)
- Pituitary gland (뇌하수체)
  - Anterior lobe(전엽)
  - Posterior lobe(후엽)
- Infundibulum(누두부)

Hypothalamus and Pituitary Gland(시상하부와 뇌하수체)

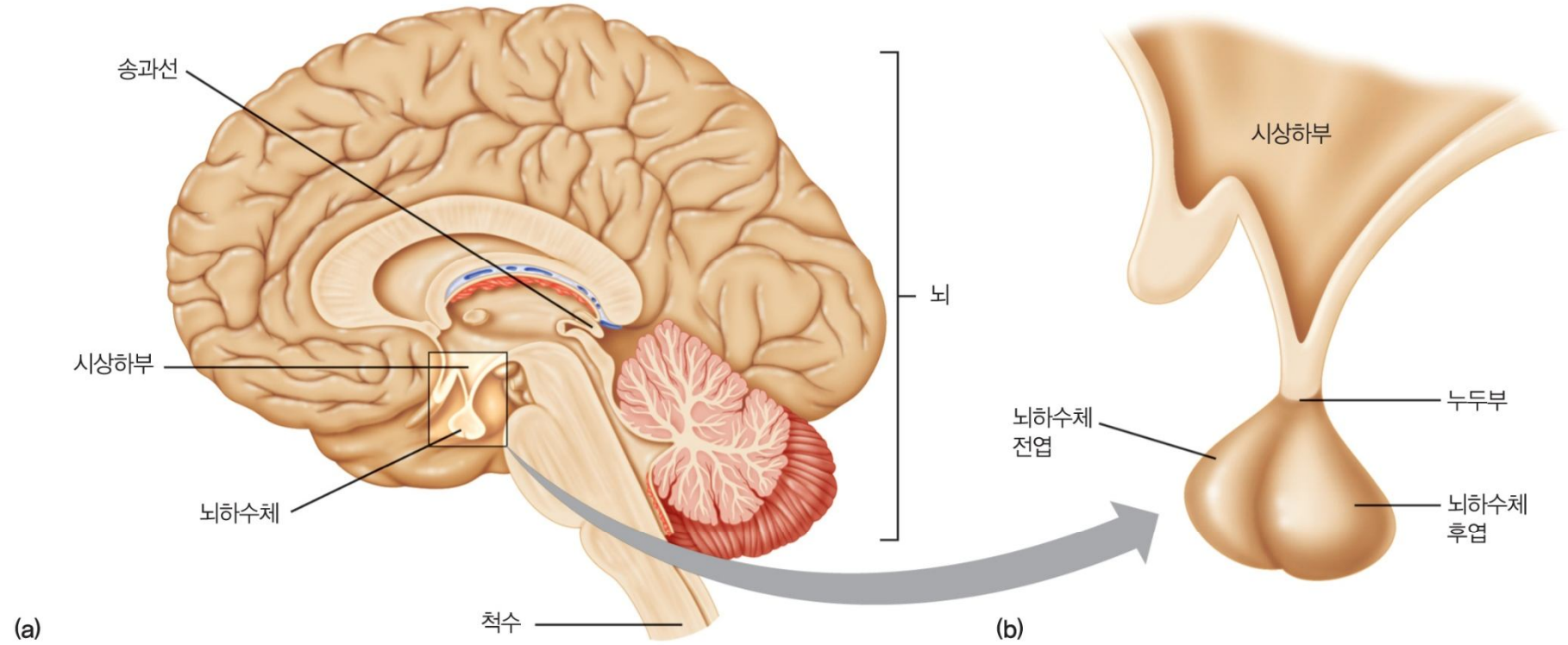


그림 6.2 시상하부와 뇌하수체. (a) 뇌에서 시상하부와 뇌하수체의 위치. (b) 누두부에 의한 시상하부와 뇌하수체의 연결. 뇌하수체는 전엽과 후엽으로 나누어진다.

Neural Connection to Posterior Pituitary(뇌하수체 후엽의 신경연결)

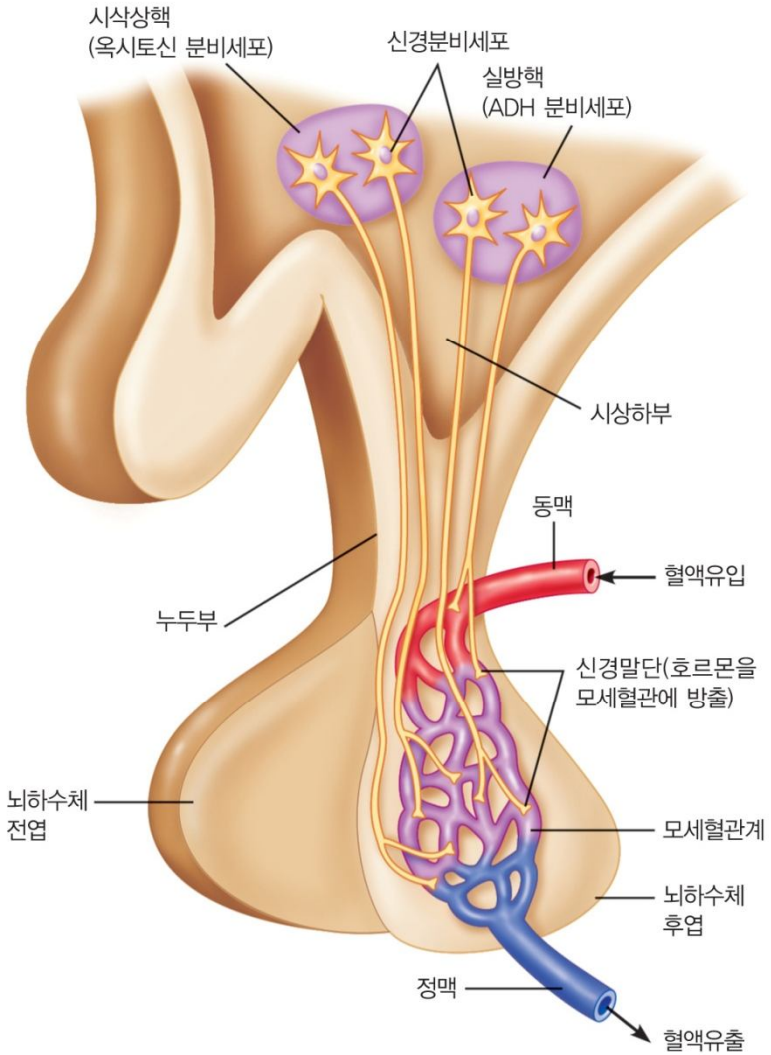


그림 6.3 시상하부와 뇌하수체 후엽 간의 연결. 시상하부에서 나온 신경세포가 뇌하수체 후엽으로 돌기를 뻗고 있다. 실방핵에서 나온 신경세포가 ADH를 합성하고 분비한다; 시삭상핵에서 나온 신경세포가 옥시토신을 합성하고 분비한다. ADH와 옥시토신은 신경말단에서 분비되어 뇌하수체 후엽의 혈액으로 들어간다.

Hormones of Posterior Pituitary(뇌하수체후엽의 호르몬)

- 항이뇨호르몬 (ADH 또는 바소프레신)
  - 실방핵
  - 수분 균형과 삼투몰농도
- 옥시토신
  - 시삭상핵
  - 유즙 분비

Hypothalamic-Pituitary Portal System(시상하부-뇌하수체 문맥계)

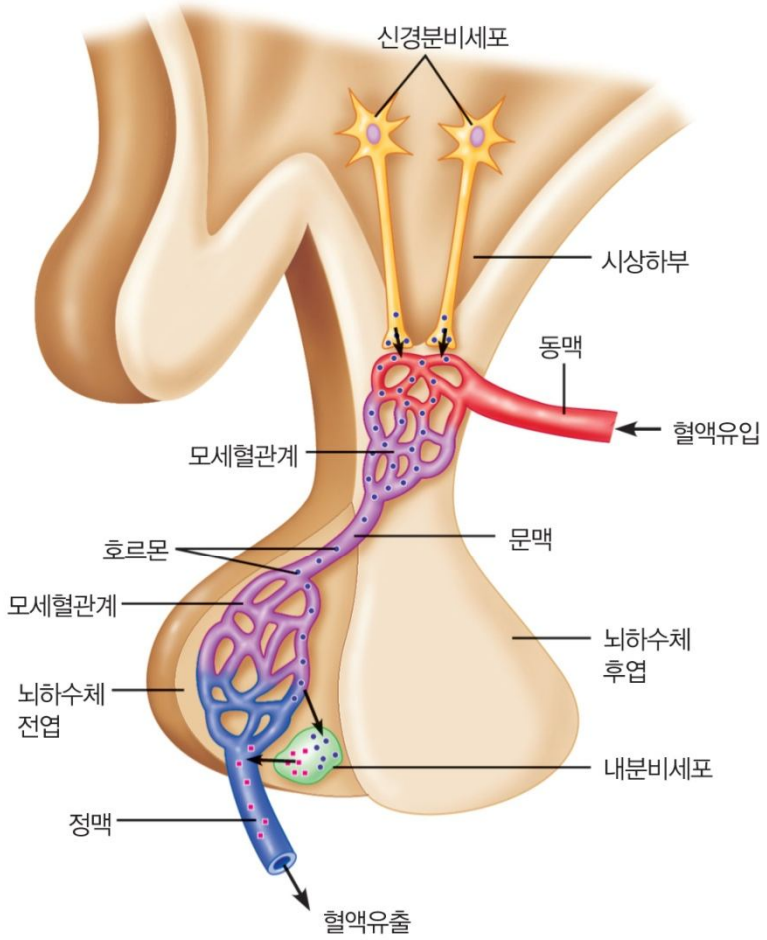


그림 6.4 시상하부-뇌하수체 문맥계. 시상하부의 신경분비세포가 분비호르몬을 시상하부-뇌하수체 문맥계로 분비한다. 분비호르몬은 뇌하수체 후엽으로 이동하여, 그곳에서 혈액으로 뇌하수체 후엽 호르몬분비에 영향을 미친다.

- 문맥계
  - 두 모세혈관 망을 연결
  - 모세혈관에서 혈액과 조직 사이의 물질교환이 일어남

Tropic Hormones(자극호르몬)

다른 호르몬의 방출에 영향을 줌

- Releasing hormones(방출호르몬)
- Inhibiting hormones(억제호르몬)

Common Tropic Hormone Pathway(일반적 자극호르몬 경로)

- 시상하부는 방출호르몬 혹은 억제 호르몬을 모세혈관망으로 분비
- 자극호르몬이 혈액에서 문맥으로 들어간다
- 시상하부 자극 호르몬은 모세혈관망을 통해 뇌하수체 전엽 분비 세포로 이동한다
- 뇌하수체 전엽의 자극 호르몬 방출을 유도한다
- 뇌하수체 전엽의 자극호르몬이 동일한 모세혈관망의 혈류로 들어간다
- 원 거리의 내분비선으로 이동하여 호르몬의 방출을 일으킨다

Tropic Hormones(자극 호르몬)

시상하부와 뇌하수체 전엽의 자극호르몬

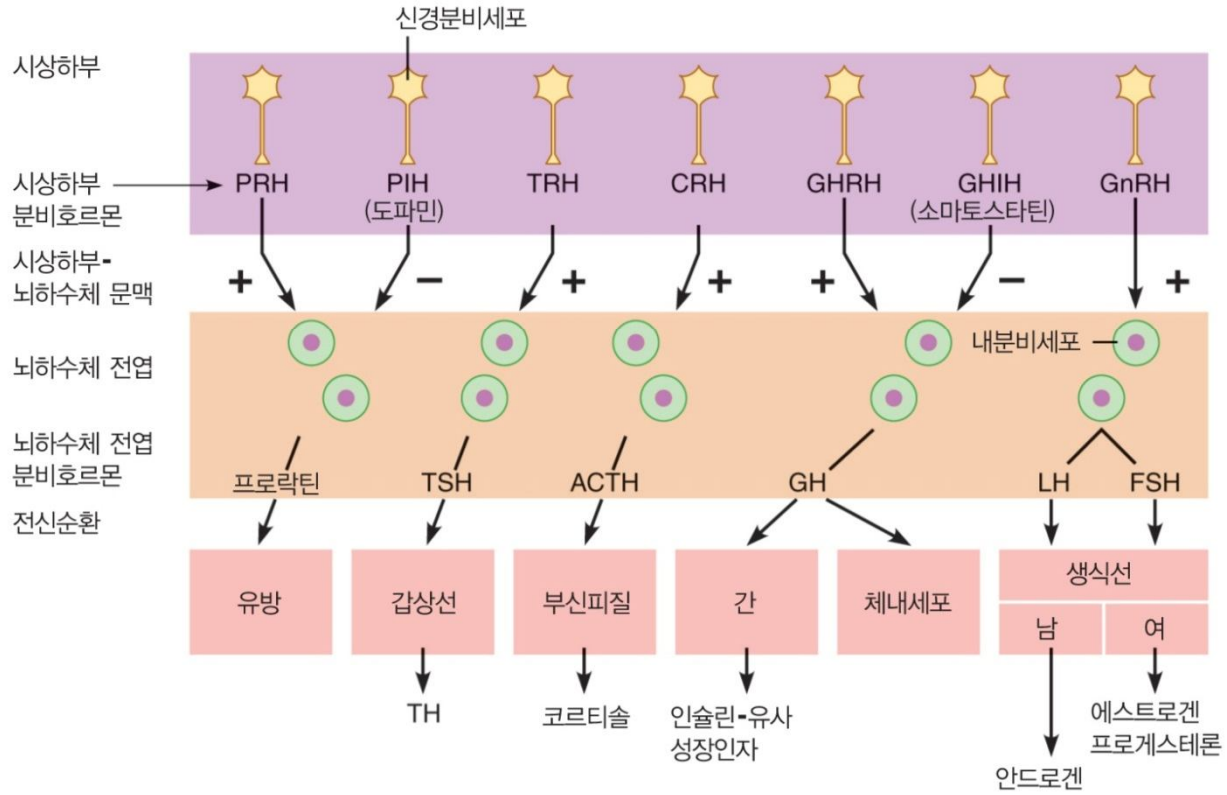


그림 6.5 시상하부와 뇌하수체 전엽 분비호르몬. 시상하부는 시상하부–뇌하수체 문맥계에 방출호르몬(-RH) 또는 분비억제호르몬(-IH)인 7가지 분비호르몬을 분비한다. 이 분비호르몬은 뇌하수체 전엽의 내분비세포에 작용하여 역시 분비호르몬(프로락틴을 제외하고)인 여러 호르몬의 방출을 촉진한다. 뇌하수체 전엽 분비호르몬은 다른 내분비선에 작용하여 또 다른 호르몬의 방출을 촉진한다.

Control of Hypothalamic Tropic Hormone Release(시상하부 자극호르몬 방출 조절)

- 신경 입력
- 호르몬
  - 음성 피드백
- 일주기
  - 시상하부의 시교차상핵

Negative Feedback Loops(음성피드백 루프)

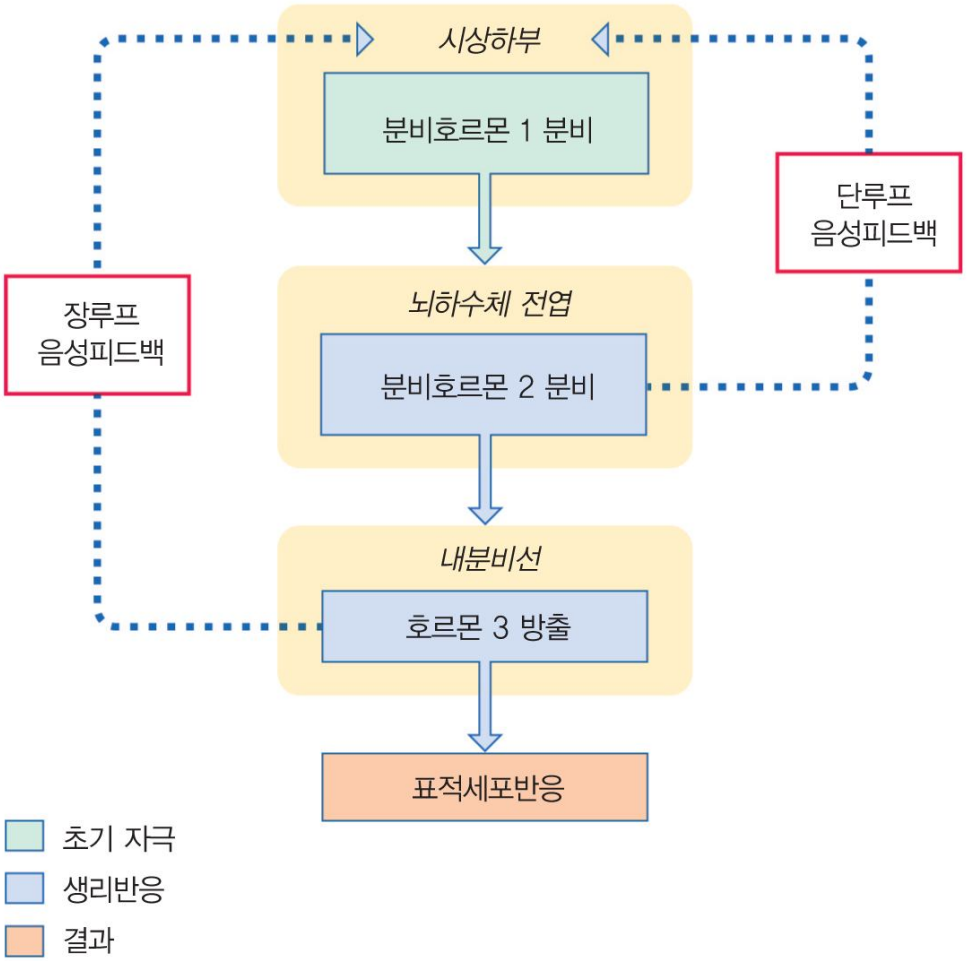
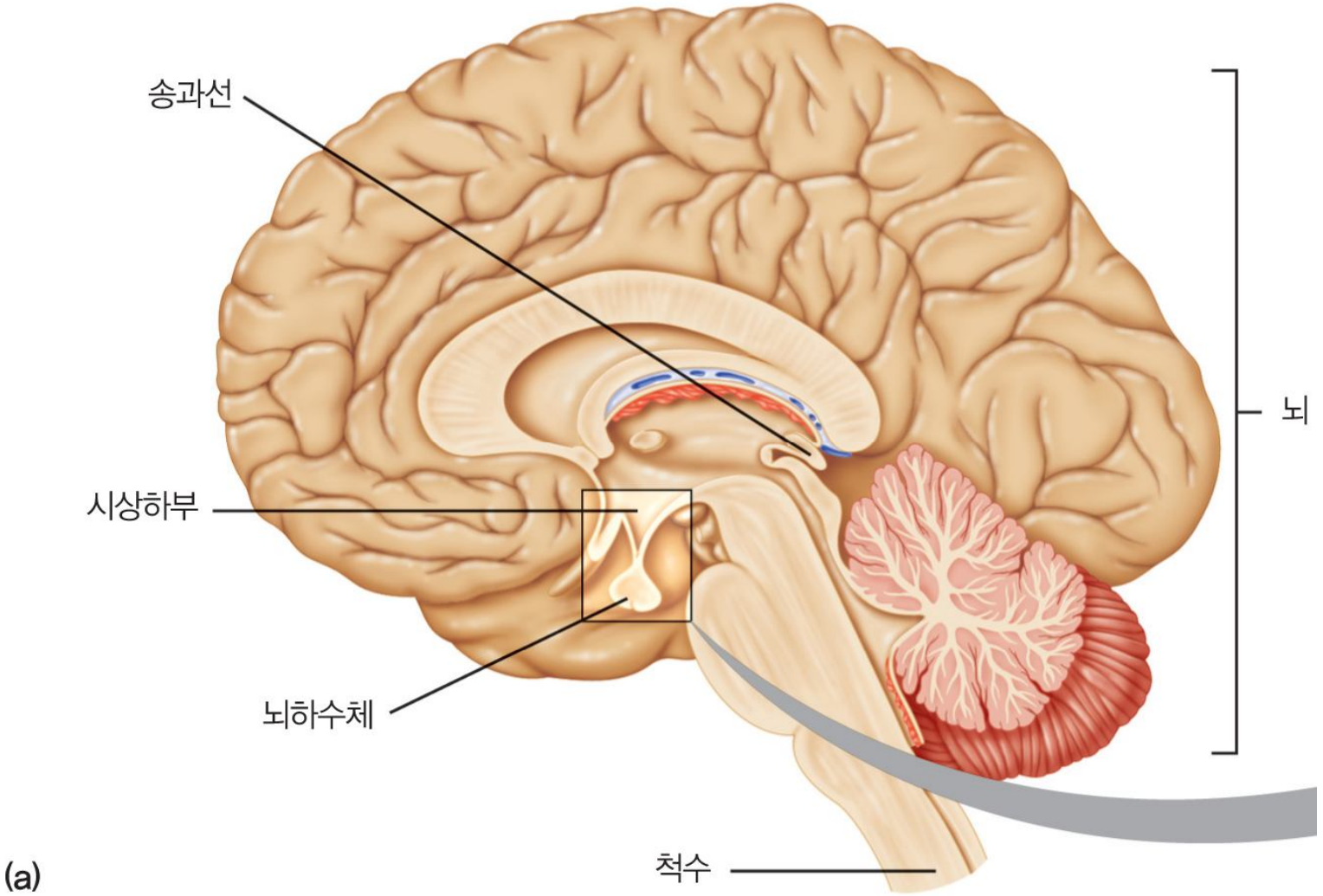


그림 6.6 시상하부와 뇌하수체 전엽 분비호르몬에 영향을 미치는 음성피드백 루프.

Pineal Gland(송과선)

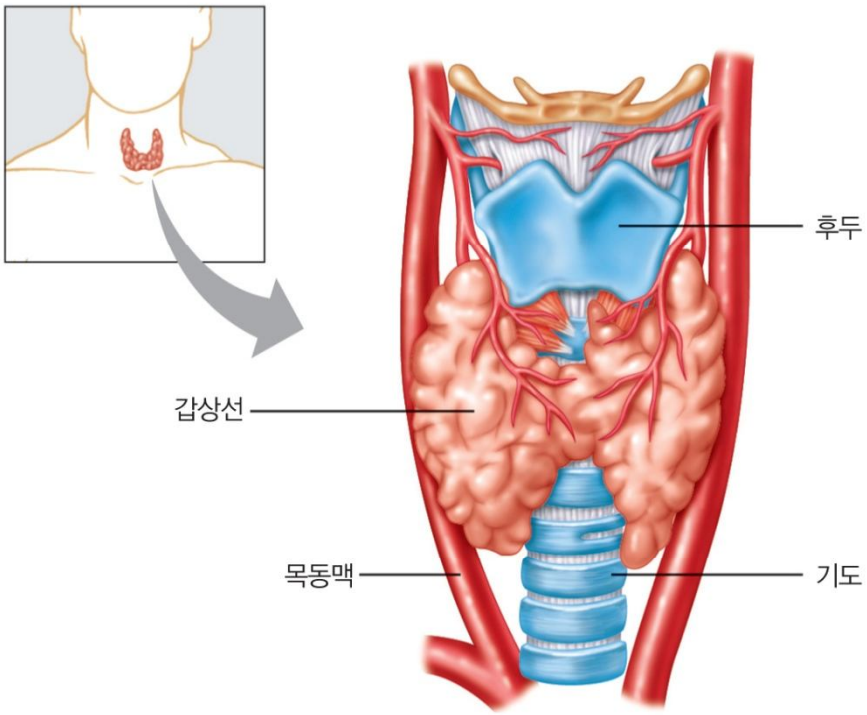
- 뇌의 선조직
- 멜라토닌 분비
  - 기능은 잘 알려지지 않음
  - 일주기에 관여

Pineal Gland(송과선)

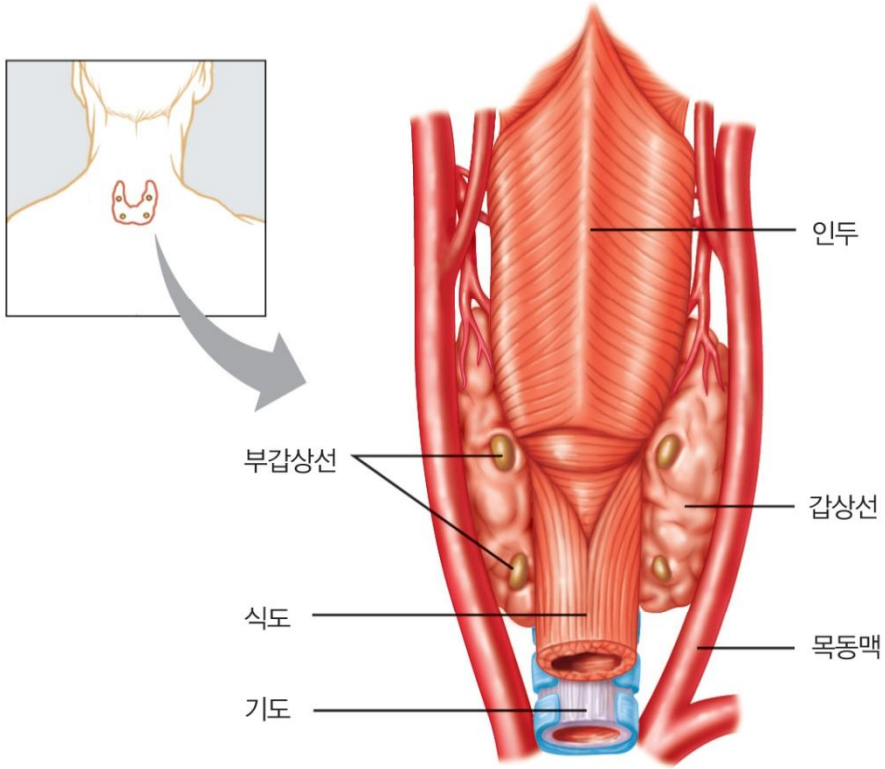


6.2a

Thyroid and Parathyroid Glands(갑상선과 부갑상선)



(a) 배쪽



(b) 등쪽

그림 6.8 갑상선과 부갑상선의 위치.

Hormones of the Thyroid Gland(갑상선의 호르몬)

- Two thyroid hormones(두 갑상선 호르몬)
  - T_4, 테트라요오드 티로닌
  - T_3, 트리요오드 티로닌
  - 대사 조절
- 칼시토닌
  - 혈중 칼슘 농도 조절

Parathyroid Hormone (PTH)(부갑상선 호르몬)

혈중 칼슘 농도 조절

Thymus(흉선)

- 티모신 분비
  - T 세포 기능 조절

Adrenal Glands(부신)

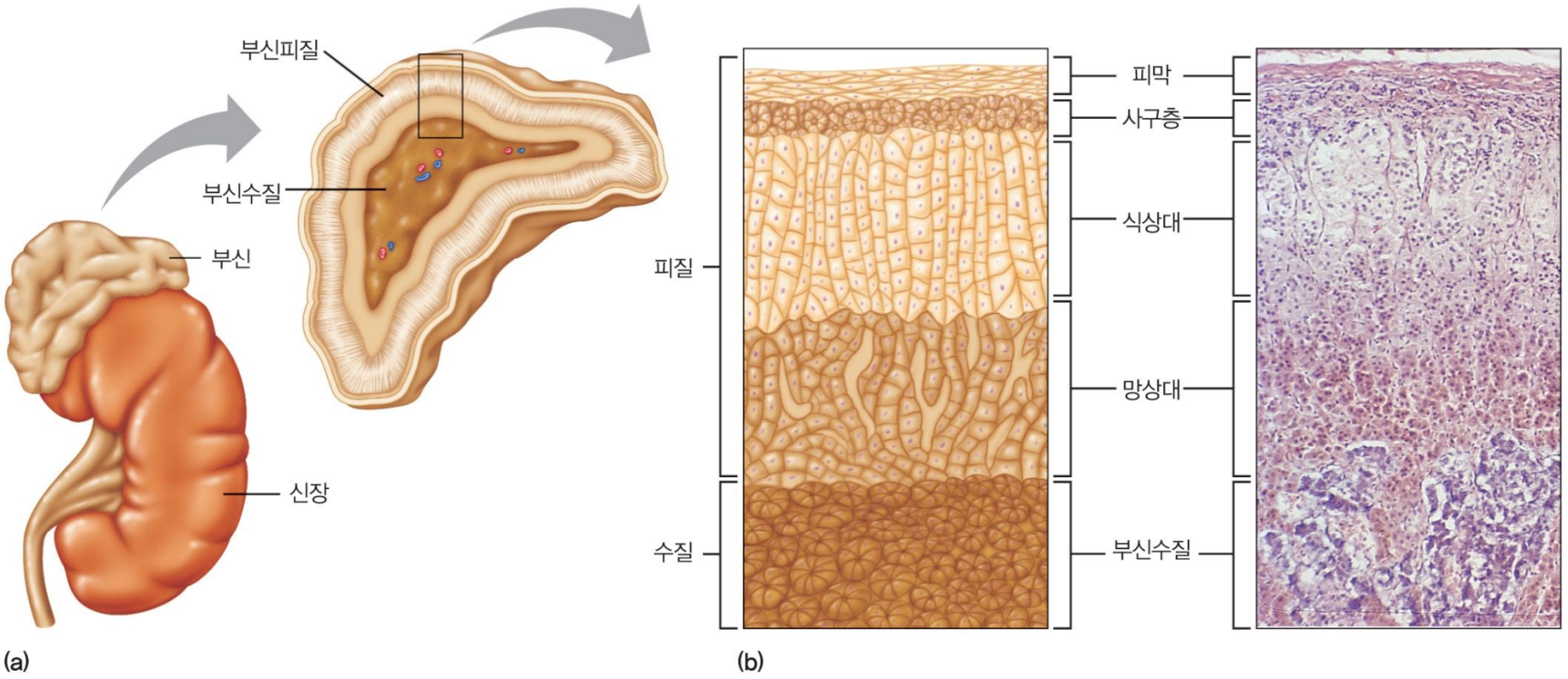


그림 6.9 **부신의 구조.** **(a)** 부신은 신장 위에 있으며 안쪽 수질과 바깥쪽 피질로 나뉜다. **(b)** 부신피질은 모식도(왼쪽)와 현미경 사진(오른쪽)에서 볼 수 있는 것처럼 명확한 3개의 층을 가지고 있다.

Hormones of the Adrenal Gland: Adrenocorticoids(부신 호르몬: 부신피질코르티코이드)

- 무기질코르티코이드(알도스테론)
  - 사구층에서 분비
  - 나트륨과 칼륨 농도 조절
- 당질코르티코이드(코르티솔)
  - 식상대와 망상대에서 분비
  - 스트레스에 대한 신체 반응 조절
  - 대사 조절
- 성호르몬(안드로겐)
  - 식상대와 망상대에서 분비
  - 생식기능 조절

Adrenal Medulla(부신수질)

- 분비세포 = 크롬친화세포
  - 80% 에피네프린
  - 20% 노르에피네프린
  - <1% 도파민
- 신경 조절을 받음

Anatomy of the Pancreas(췌장의 구조)

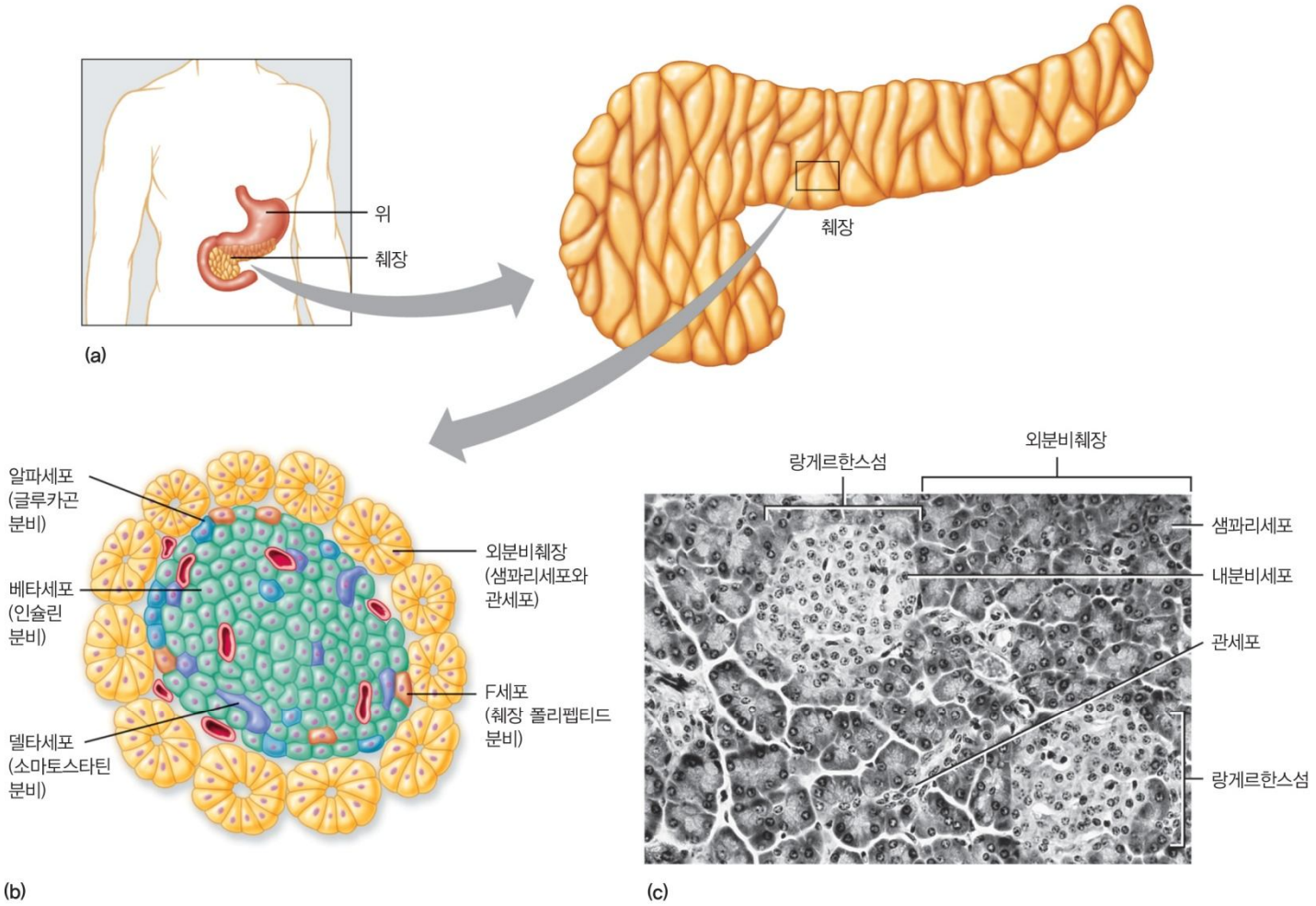


그림 6.10 **췌장의 구조.** (a) 위 밑의 복강에 위치해 있다. (b) 췌장의 조직 구조. 췌장은 외분비물질을 관 안으로 분비하는 샘꽈리세포와 관세포, 호르몬을 간질액에 분비하는 세포를 가지고 있는 랑게르한스섬으로 이루어져 있다. 네 종류의 내분비세포가 랑게르한스섬에 있으며 각 종류의 세포는 다른 호르몬을 분비한다. (c) 랑게르한스섬과 외분비세포의 사진.

Exocrine Pancreas(외분비 췌장)

- 샘꽈리세포와 관세포
  - 체액과 효소 분비
  - 분비액이 췌장관을 통해 소화관으로 이동

Endocrine Pancreas(내분비 췌장)

- 랑게르한스섬
  - 알파세포 : 글루카곤
  - 베타세포: 인슐린
  - 델타세포: 소마토스타틴
  - F세포: 췌장 폴리펩티드

Endocrine Organs and Hormones(내분비기관과 호르몬)

표 6.1 화학신호전달물질의 기능적 분류

기관	호르몬	기능
1차 내분비기관		
시상하부	방출 및 방출 억제호르몬	뇌하수체 전엽호르몬 분비조절
뇌하수체 전엽	성장호르몬(GH)	성장에 필수; 뼈와 연조직 성장촉진; 단백질, 지방, 탄수화물 대사조절
	부신피질 자극호르몬(ACTH)	부신피질의 당질코르티코이드 분비 촉진
	갑상선 지극호르몬(TSH)	갑상선호르몬의 분비 촉진
	프로락틴	유방의 성장과 젖의 분비 촉진
	여포자극호르몬(FSH)	여성: 여포의 성장과 발육 및 에스트로겐 분비 촉진; 남성: 정소에서 정자 생산 촉진
	황체형성호르몬(LH)	여성: 배란, 여포에서 황체로 전환 및 에스트로겐 분비, 촉진; 남성: 정소에서 테스토스테론 분비 촉진
뇌하수체 후엽	항이뇨호르몬(ADH, 또는 바소프레신)	신장에서 요의 생성을 감소; 혈관(소동맥) 수축을 촉진
	옥시토신	여성: 자궁수축과 젖 배출 촉진; 남성: 기능 알려져 있지 않음
송과선	멜라토닌	밤낮 주기의 생체리듬 조절
흉선	티모신	T 림프구의 증식과 기능 신장
갑상선	갑상선호르몬 (트리요오드 티로닌, 테트라요오드티로닌)	기초 대사 속도 증진; 정상적인 발육에 필수
	칼시토닌	뼈에 Ca^{2+} 침착 증진; 혈액 Ca^{2+} 농도 감소 유도
부갑상선	부갑상선호르몬(PTH)	뼈의 Ca^{2+} 방출, 장의 Ca^{2+} 흡수 및 신세관의 Ca^{2+} 재흡수 촉진; 비타민 D_3 합성 촉진
부신피질	무기질코르티코이드(알도스테론)	신세관에서 Na^{+} 재흡수와 K^{+} 방출 촉진
	당질코르티코이드(코르티솔, 코르티코스테론)	단백질과 지방 분해 촉진; 혈당 증가 유도; 인체 스트레스 적응
	안드로겐 (디히드로에피온드로스테론, 안드로스텐디온)	성적 충동 자극
부신수질	에피네프린	격투–도주 반응 촉진
췌장	인슐린	혈당 농도 감소 유도; 단백질, 지방 및 글리코겐 합성을 진작시켜 에너지 저장 유도
	글루카곤	혈당증가 유도; 글레코겐 분해와 포도당 합성을 증진시켜 에너지 동원
	소마토스타틴	췌장호르몬 분비 억제; 위장관계의 소화와 흡수조절
생식선		
정소	안드로겐(테스토스테론, 안드로스텐디온)	정소의 정자생산에 필수; 제2차 성징(수염, 저음 등)의 발달 및 성적 충동 자극
난소	에스트로겐(에스트라디올)	자궁의 임신 준비를 위한 자궁 내피 성장 촉진(가슴, 체지방 분포 등)
	프로게스틴(프로게스테론)	임신을 위한 준비로 자궁내막의 성장촉진

Gonads(생식선)

- 남성 - 정소
  - 테스토스테론
  - 안드로스텐디온
- 여성 – 난소
  - 에스트라디올
  - 프로게스테론
  - 임신부의 태반
    - 에스트로겐과 프로게스테론

Endocrine Organs and Hormones (내분비기관과 호르몬)

표 6.1 화학신호전달물질의 기능적 분류 (계속)

기관	호르몬	기능
태반(임신 중)	융모막성 생식선자극호르몬, 에스트로겐, 프로게스테론	황체 유지; 황체에서 분비되는 호르몬 역할 강화
2차 내분비기관		
심장	심방성 나트륨이뇨 펩티드(ANP)	신세관의 Na^+ 재흡수 억제
신장	레닌	레닌-안지오텐신 시스템을 통하여 알도스테론 분비를 간접적으로 촉진
	적혈구생성소	골수에서 적혈구 생성 촉진
위장관		
위	가스트린	위산 분비와 장 운동성 촉진
소장	세크레틴, 콜레시스토키닌(CCK), 포도당-의존 인슐린성 펩티드(GIP)	위장의 운동과 분비 조절; 간과 췌장의 외분비 조절
간	인슐린-유사 성장인자(IGFs)	뼈와 연주직 성장 촉진
피부, 간, 신장*	1,25-디하이드록시 비타민 D_3	장에서 Ca^{2+} 흡수 촉진

*피부, 간 및 신장 모두가 1,25-디하이드록시 비타민 D_3 활성화에 필요하다.

II. Secondary Endocrine Organs(2차 내분비기관)

- 심장: 심방성 나트륨이뇨 펩티드
- 신장: 적혈구생성소
- 위장관: 여러 호르몬
  - 콜레시스토키닌
  - 세크레틴
  - 가스트린
- 간: 인슐린 - 유사성장인자(소마토메딘)
- 피부, 신장 : 칼시트리올

III. Hormone Actions at the Target Cell(표적세포에서의 호르몬 작용)

- 혈액내 호르몬 농도 조절
- 호르몬의 수송
- 호르몬의 상호작용

Control of Hormone Levels in Blood(혈액내 호르몬 농도조절)

- 호르몬 분비 속도
- 혈장 단백질과 결합된 호르몬의 양
- 호르몬 대사속도

Neural Control of Hormone Release(호르몬 분비의 신경조절)

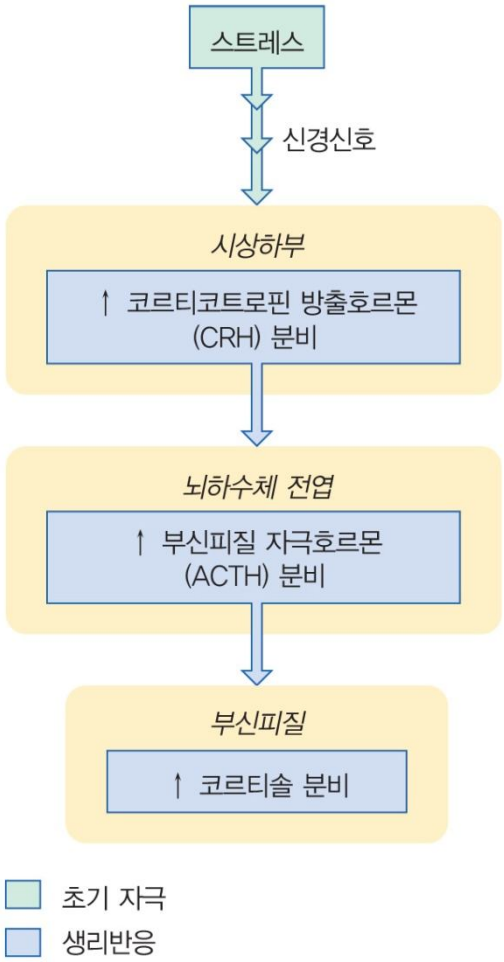


그림 6.11 시상하부의 호르몬 분비의 신경조절. 스트레스성 자극에 의한 신경 정보는 시상하부로부터 CRT 방출을 촉진하여 결과적으로 부신피질의 코르티솔 분비에 이른다.

Humoral Control of Hormone(호르몬의 액성조절)

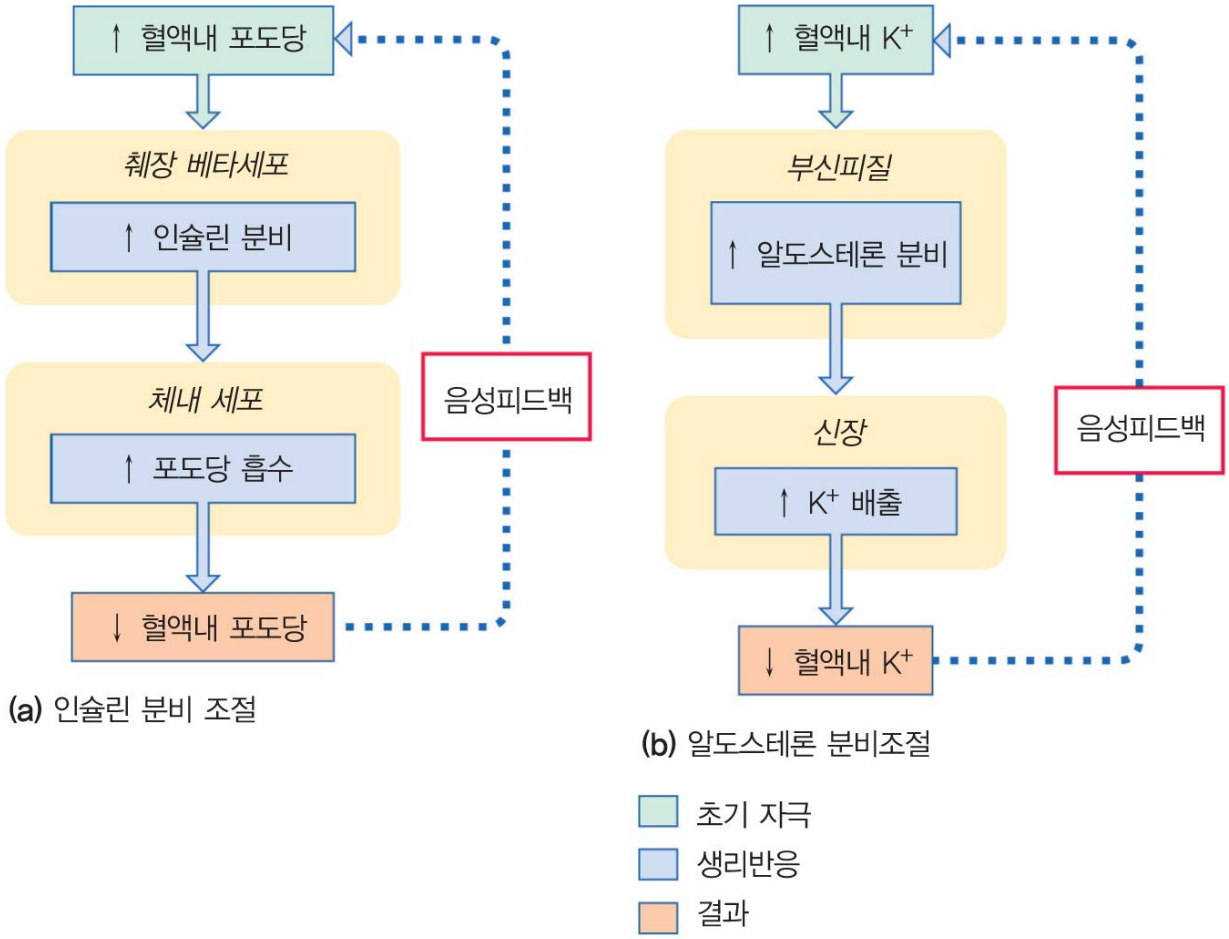


그림 6.12 호르몬 분비의 액성조절의 예. (a) 혈액내 포도당 농도에 의한 인슐린 분비조절. (b) 혈액내 K^+ 농도에 의한 알도스테론 분비조절.

Hormonal Control by a Circadian Rhythm(일주기에 의한 호르몬 조절)

- 일주기의 신경조절
  - 시상하부의 시교차상핵
- 일주기의 호르몬 조절
  - 멜라토닌
  - 빛 자극에 기초한 일주기 조정
- 시상하부의 모든 자극호르몬은 시교차상핵으로부터 일주기의 영향을 받는다

Transport of Hormones(호르몬의 수송)

- 친수성 호르몬
  - 펩티드, 카테콜아민
  - 혈장에 용해됨
- 소수성 호르몬
  - 스테로이드, 갑상선 호르몬
  - 운반체 단백질에 결합
  - 유리형 호르몬만이 수용체와 결합가능함
  - 유리형 호르몬만이 대사될 수 있음
  - 긴 반감기

IV. Abnormal Secretion of Hormones(비정상적인 호르몬 분비)

- 호르몬은 적절한 수준을 유지해야 함
- 병리
  - 분비저하
  - 과다분비
  - 비정상적 조직 반응
    - 호르몬 수준은 정상
    - 조직이 비정상적으로 반응

Primary Versus Secondary Secretion Disorders(1차 vs 2차 분비 질환)

- Primary(1차)
  - 호르몬을 분비하는 내분비기관이 비정상적임
- Secondary(2차)
  - 자극호르몬이 비정상적임
    - 시상하부 자극 호르몬
    - 뇌하수체 전엽 자극호르몬

Abnormal Secretion: Cortisol(비정상적인 분비: 코르티솔)

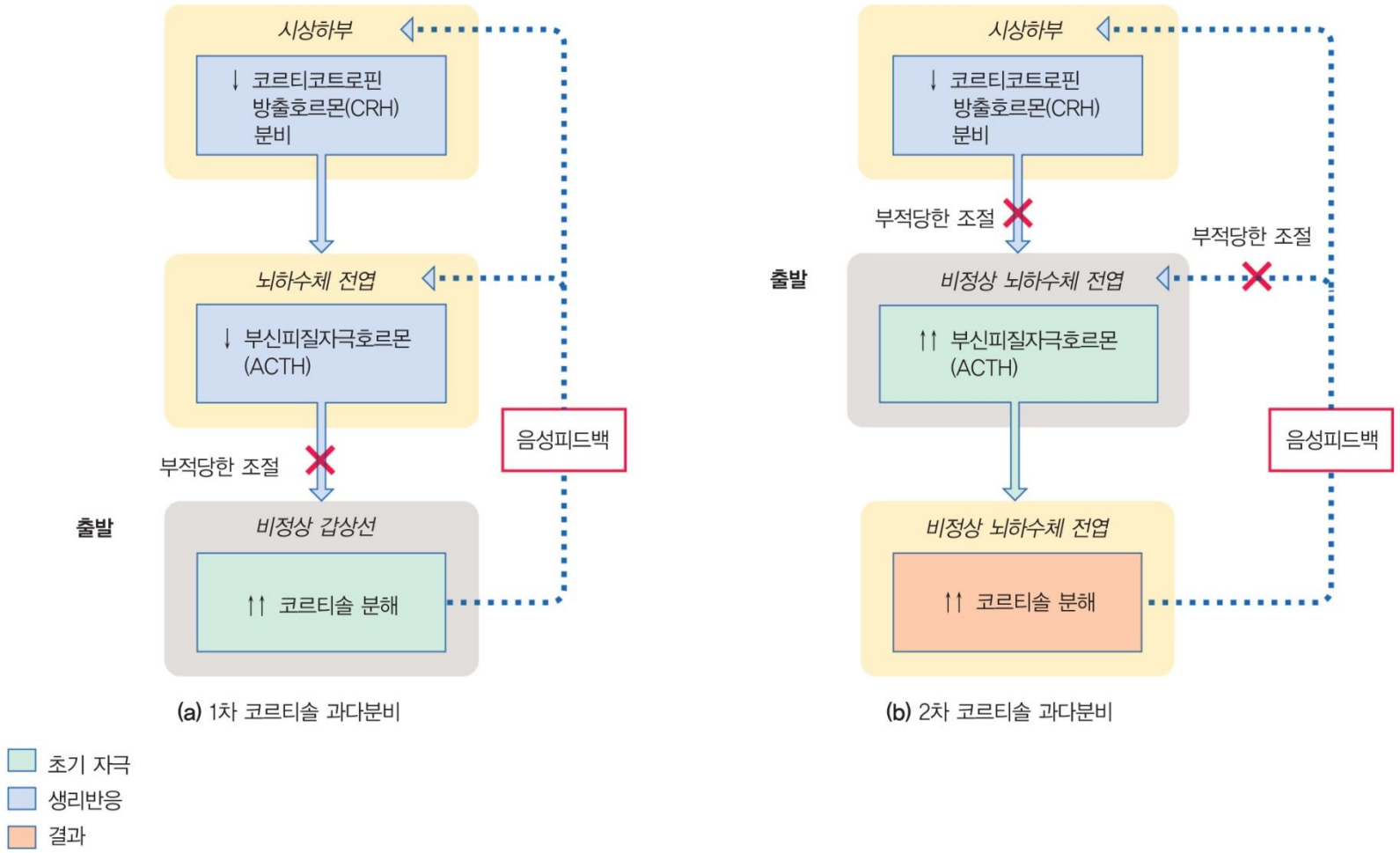


그림 6.13 코르티솔의 비정상적인 분비. **(a)** 코르티솔의 1차 과다분비. 부신이 비정상이면 코르티솔이 과다분비된다. 혈액 내로 과다분비된 코르티솔은 강한 음성 피드백작용을 유도하여 혈액내 CRH나 ACTH가 감소한다. **(b)** 코르티솔의 2차 과다분비의 예. 뇌하수체 전엽의 이상은 ACTH의 과다분비를 일으킨다. 혈액 내의 ACTH 농도가 지나치게 높아지면 부신을 자극하여 코르티솔의 과다분비를 촉진한다. 시상하부에 대한 음성피드백작용이 증가하여 혈액 내의 CRH 농도가 감소한다.

V. Hormone Interactions(호르몬의 상호작용)

The effects of combined actions(복합된 작용의 효과)

Hormone Interactions(호르몬의 상호작용)

- Antagonism(길항작용)
- Additive(추가적 효과)
- Synergistic(상승적 효과)
- Permissiveness(허용상호작용)

Antagonism(길항작용)

- 호르몬의 효과가 서로 반대임
- 예: 글루카곤 vs 인슐린
  - 글루카곤은 혈중 포도당 농도를 증가시킴
  - 인슐린은 혈중 포도당 농도를 감소시킴

Additive Effect(추가적 효과)

- Net effect equals the sum of the individual effects(최종 효과는 각 효과의 합과 동일)

Synergism(상승작용)

상승작용: 두 호르몬의 효과는 서로 촉진하지만,
최종효과가 각 효과의 합보다 큼

- 예: 혈중 포도당 농도에 대한 글루카곤, 코르티솔, 에프네프린의 효과

Permissiveness(허용상호작용)

한 호르몬이 효과를 발휘하기 위하여 다른 호르몬이 필요함

- 예
  - 갑상선 호르몬은 세기관지 평활근의 아드레날린성 수용체의 발현을 야기한다
  - 에스트로겐은 자궁에서 프로게스테론 수용체의 발현을 야기한다