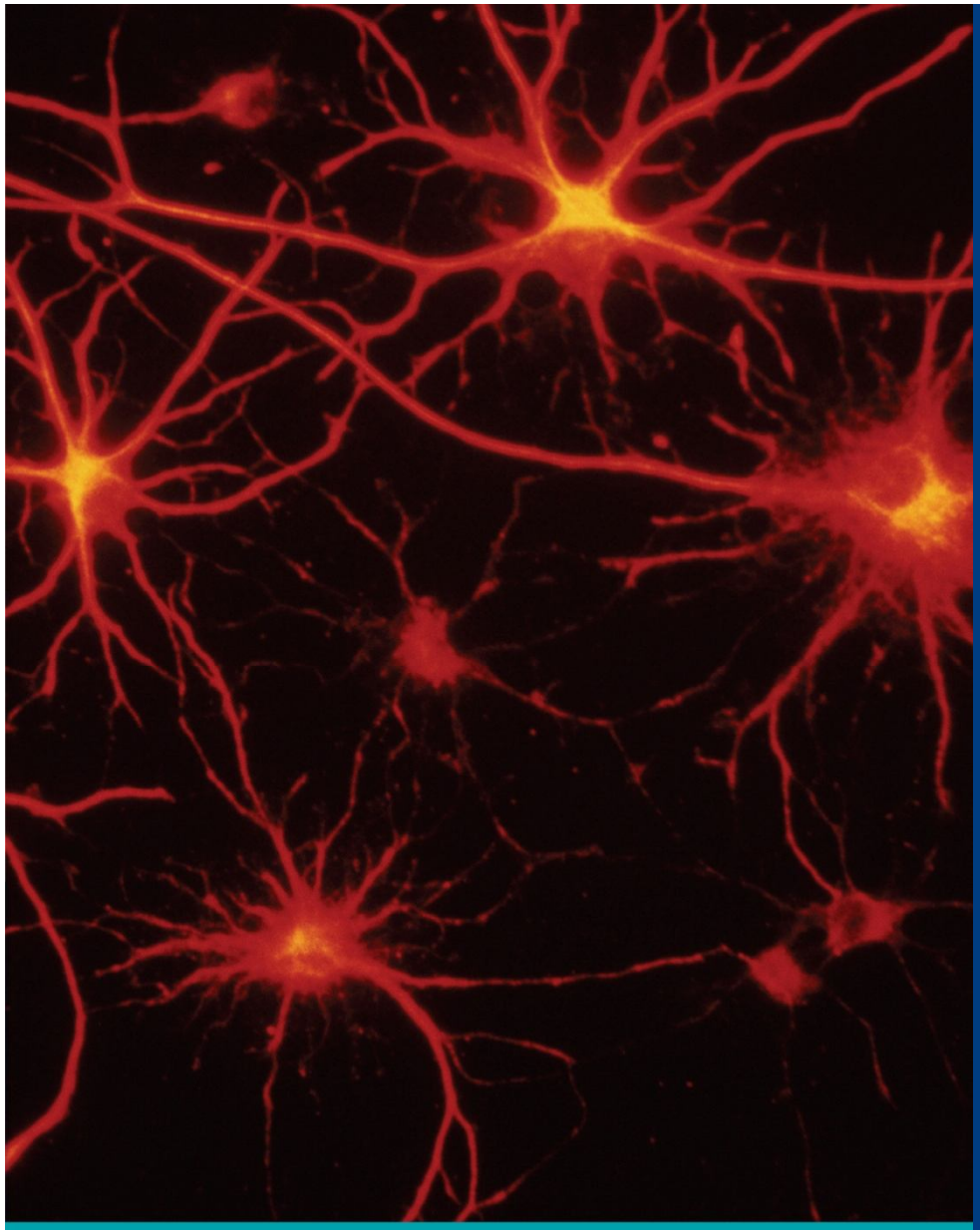


뉴런의 형광현미경 사진

9

신경계: 중추신경계

Part A

Copyright © 2012 Biosciencepublishing, Inc

개요

I. 중추신경계의 일반적인 구조
II. 척수
III. 뇌
IV. CNS의 통합기능 : 반사
V. CNS의 통합기능 : 수의적 운동 통제
VI. CNS의 통합기능 : 언어
VII. CNS의 통합기능 : 수면
VIII. CNS의 통합기능 : 감정과 동기부여
IX. CNS의 통합기능 : 학습과 기억

중추신경계(Central Nervous System)

- CNS:뇌와 척수
- 항상성 유지에 필요
- 10^{11} 뉴런(1000억 개)
- 10^{14} 시냅스로 구성 (1000조개)
- 인지하고, 행하고, 느끼고, 생각하는 모든 것을 담당

I. 중추신경계의 일반적인 구조

- 신경아교세포
- 중추신경계를 지지
- 중추신경계에 혈액공급
- 혈액-뇌장벽(blood-brain barrier)
- 회백질(Gray matter)과 백질(white matter)

신경아교세포

- CNS의 90%를 구성
- 5종류의 아교세포
  - 별아교세포(Astrocyte)—다양한 기능
  - 뇌실막세포(Ependymal cell)—뇌실에 위치
  - 미세아교세포(Microglia)—포식작용
  - 희소돌기아교세포(Oligodendrocyte)—수초형성
  - 슈반세포(Schwann cell, PNS에 위치)—수초형성

신경아교세포

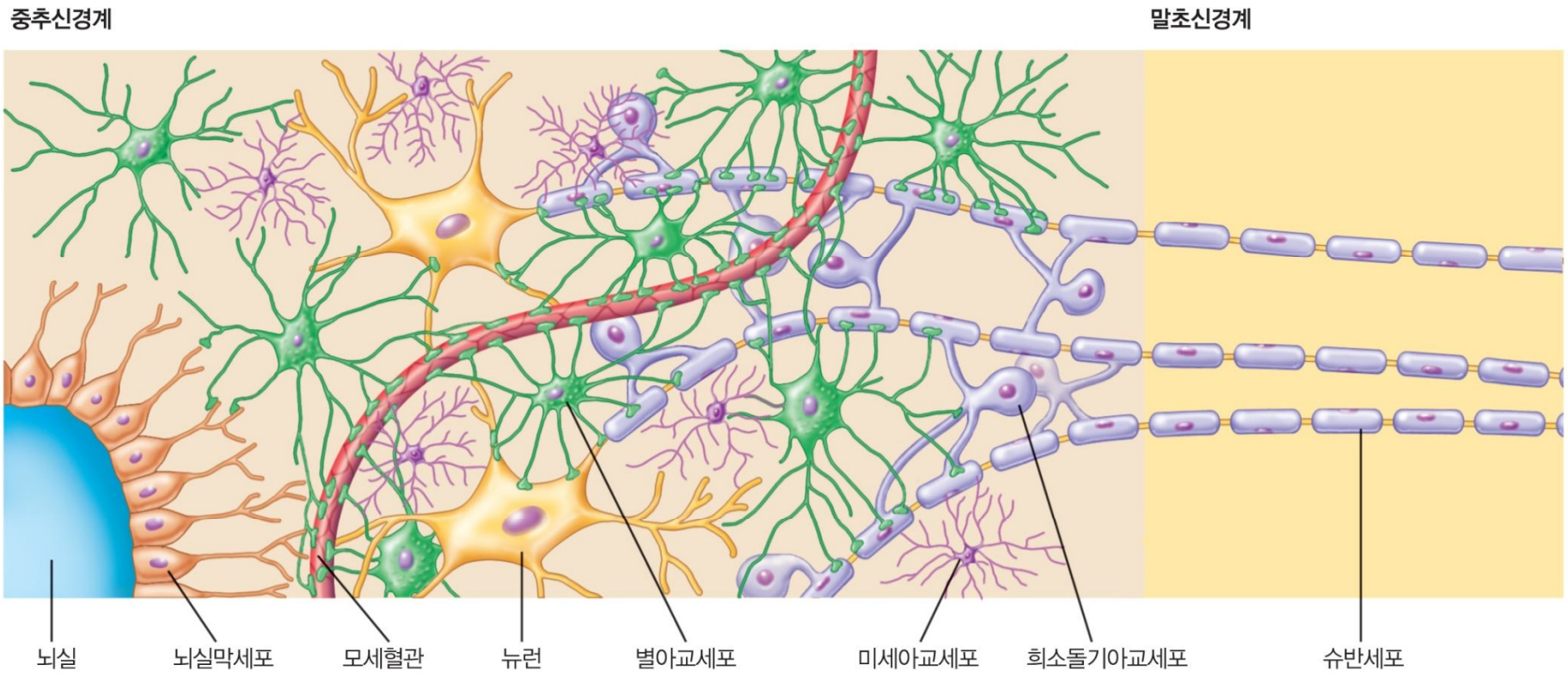


그림 9.1 신경계의 신경아교세포

별아교세포

- 발달중인 신경의 연결
- 시냅스 활동을 조절
- 시냅스간극의 신경전달물질 제거
- 화학전달물질로 뉴런과 소통
- CNS의 세포외액의 정상적인 전해질 조성을 유지
- 독성물질이나 산화적 스트레스로 부터 뉴런을 보호

미세아교세포

- 죽었거나 손상된 세포의 이물질을 포식작용을 하여 CNS를 보호
- 산화적 스트레스로 부터 CNS를 보호

CNS의 물리적 지지

- 뼈
  - 두개골(Cranium)
  - 척추(Vertebrae)
- 뇌막(Meninges)
  - 경질막(Dura mater)
  - 거미막(Arachnoid mater)
  - 연질막(Pia mater)
- 뇌척수액(Cerebrospinal fluid)

신경퇴행성 질병

- 다발성 경화증(Multiple sclerosis)
  - 말이집의 소실
- 알츠하이머병(Alzheimer's disease)
  - 콜린성뉴런의 소실
  - 소실부위는 플라크(흉터조직)로 대체됨
- 파킨슨병(Parkinson's disease)
  - 도파민성 뉴런의 소실
  - 아교세포가 염증성 물질을 만든다

CNS: 물리적 지지

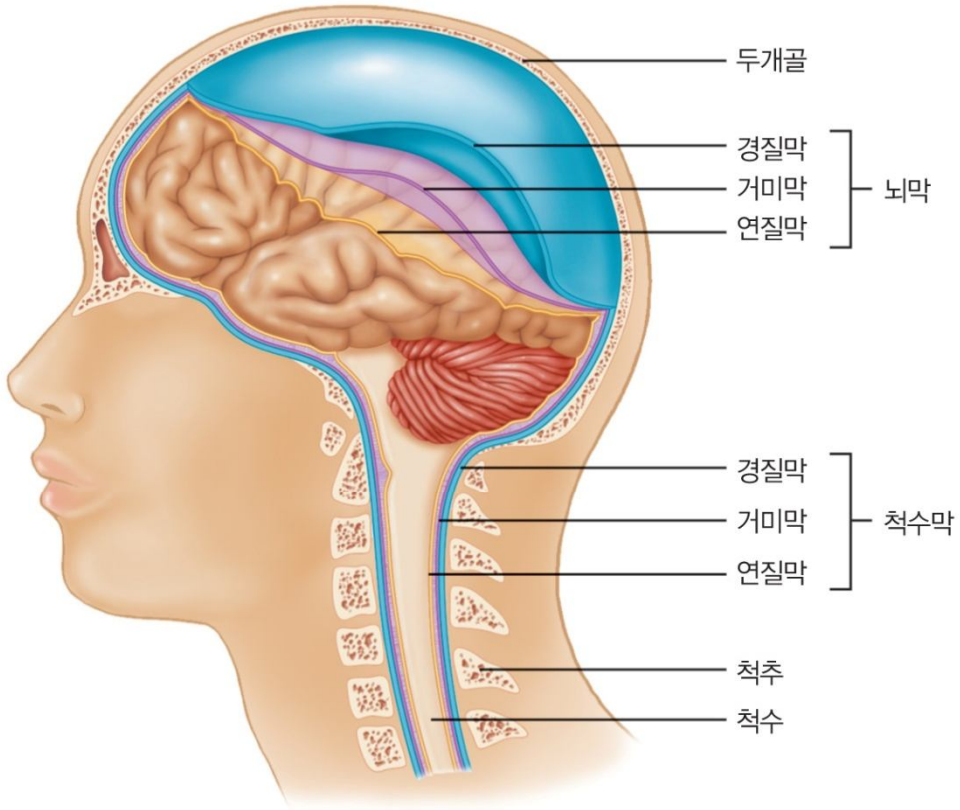


그림 9.2 CNS의 보호 구조. (a, b) CNS의 보호 구조들의 단면. 바깥의 뼈 구조에는 두개골과 척추가 있다. 뼈 구조와 부드러운 신경조직의 사이에 위치한 뇌막은 경질막, 거미막, 연질막의 세 층으로 구성된다. 거미막밑공간에는 뇌척수액 완충물이 있어서 또 다른 차원에서 뇌를 보호한다.

CNS: 물리적 지지

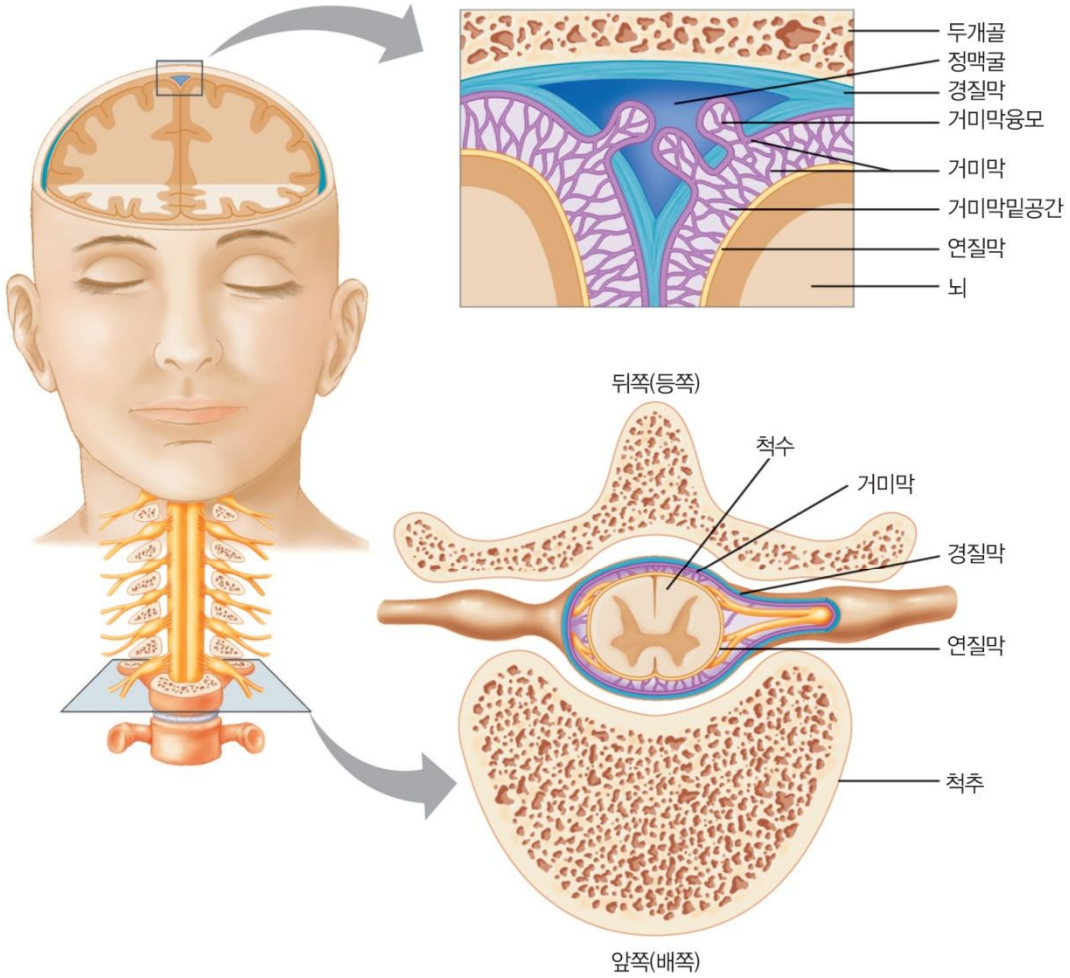


그림 9.2 CNS의 보호 구조. (a, b) CNS의 보호 구조들의 단면. 바깥의 뼈 구조에는 두개골과 척추가 있다. 뼈 구조와 부드러운 신경조직의 사이에 위치한 뇌막은 경질막, 거미막, 연질막의 세 층으로 구성된다. 거미막밑공간에는 뇌척수액 완충물이 있어서 또 다른 차원에서 뇌를 보호한다.

뇌척수액

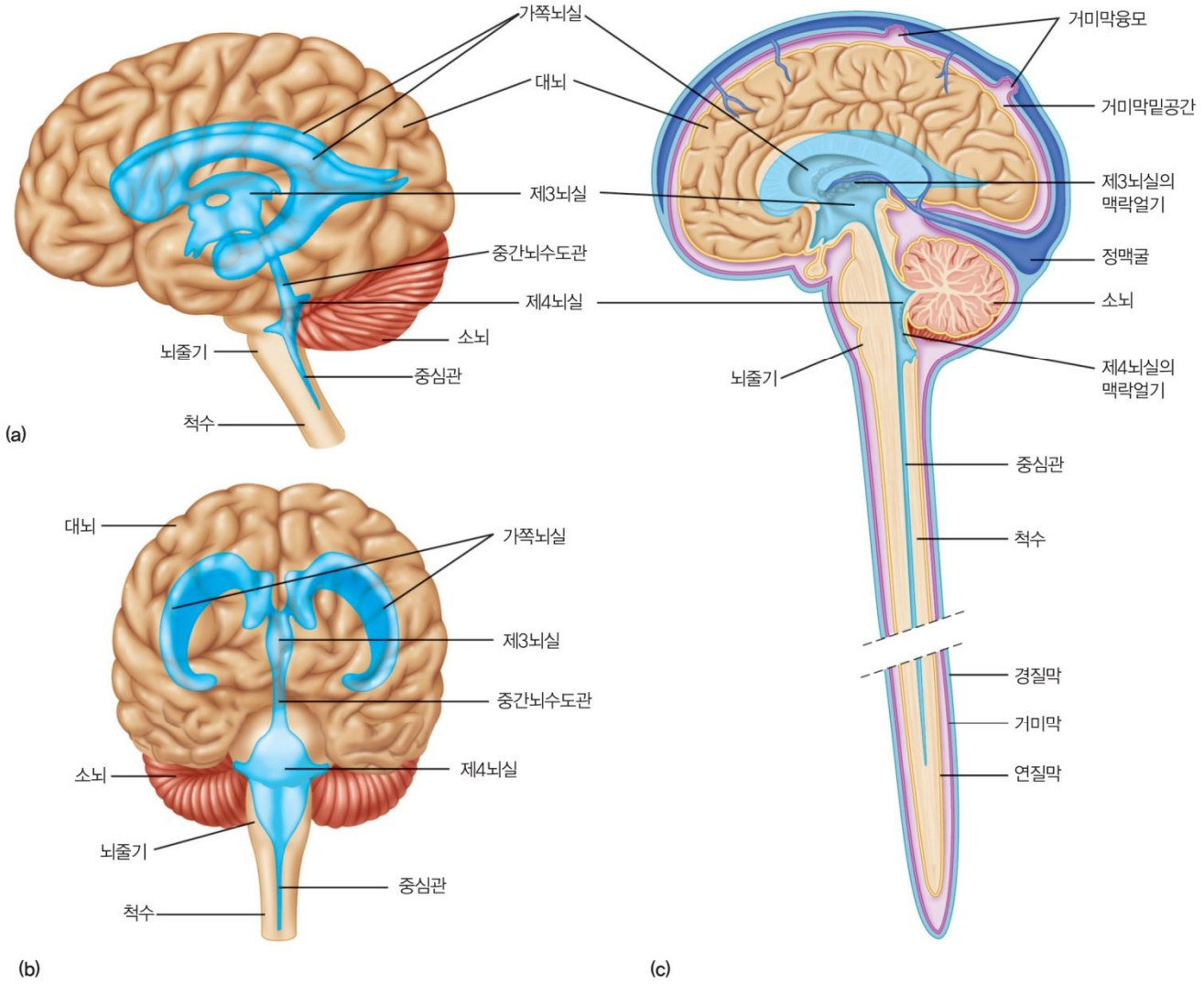


그림 9.3 **CNS의 뇌실 시스템.** 뇌의 네 개의 뇌실(두 개의 가쪽뇌실, 제3뇌실, 제4뇌실)이 척수의 중심관과 연속되어 있다. **(a)** 측면도. **(b)** 정면도. **(c)** 뇌실의 다른 CNS 구조와의 연관. 뇌실 내에 맥락얼기가 존재함을 주목하라.

뇌척수액(CSF)

- CNS를 채우고 있는 투명하고 물 같은 액체
- 맥락얼기(choroid plexus)의 뇌실막세포에서 생성됨
  - 거미막밑공간(subarachnoid space)과 뇌실을 순환
  - 거미막융모(arachnoid villi)에 재흡수됨
- 기능
  - 뇌의 충격을 흡수
  - 뉴런 주변의 이온조성을 정상으로 유지

혈장과 뇌척수액의 비교

표 9.1 혈장과 CSF*의 조성

	혈장	CSF
포도당(mg/dL)	80~100	45~80
단백질(mg/dL)	7000	15~45
나트륨(mM)	145	149
칼륨(mM)	4	3.1
염소(mM)	103	129
칼슘(mM)	2.5	2.1

*CSF 수준은 액추출 부위에 따라 다르다.

CSF 생성

- CSF의 총부피 = 125–150 mL
- 맥락얼기는 400–500 mL/day를 생산
- 하루에 3번 정도 재순환

CNS으로의 혈액 공급

- CNS는 체중의 약 2% 에 불과 (1.4-1.8kg)
- 공급 혈액의 15% 를 받는다
- 대사활성율이 높다
  - 안정상태에서 뇌는 신체 산소소비의 약 20% 를 차지
  - 포도당 소비의 약 50% 를 차지
- 혈액공급에 의존적이며 에너지가 요구됨

High Demand for Blood

- 유산소 해당과정에 의존
- 포도당과 산소가 필요
- 글리코겐을 저장하지 않음
- 지방산을 에너지로 사용하지 않음
- 기아나 당뇨같은 상황에서 케톤체를 에너지로 사용할 수 있다

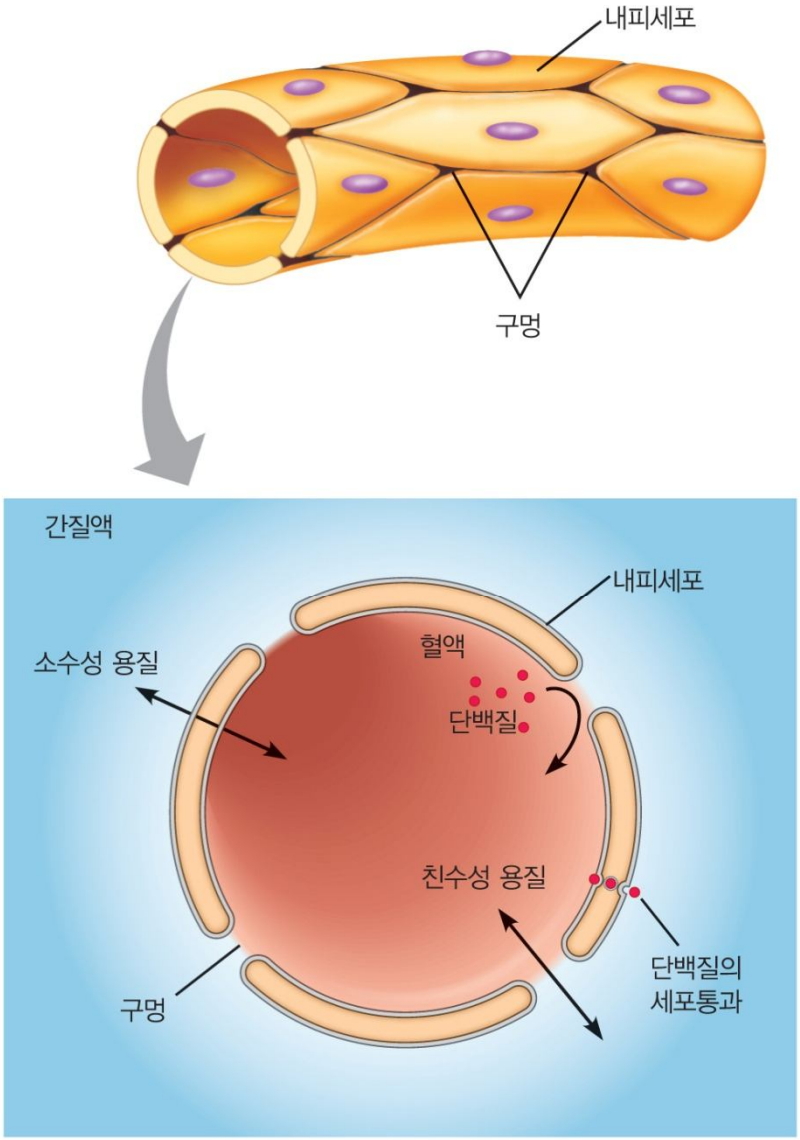
뇌졸중(Stroke)

- 혈액공급 감소가 원인
  - 뇌혈관의 폐색
  - 뇌혈관의 출혈

혈액-뇌장벽

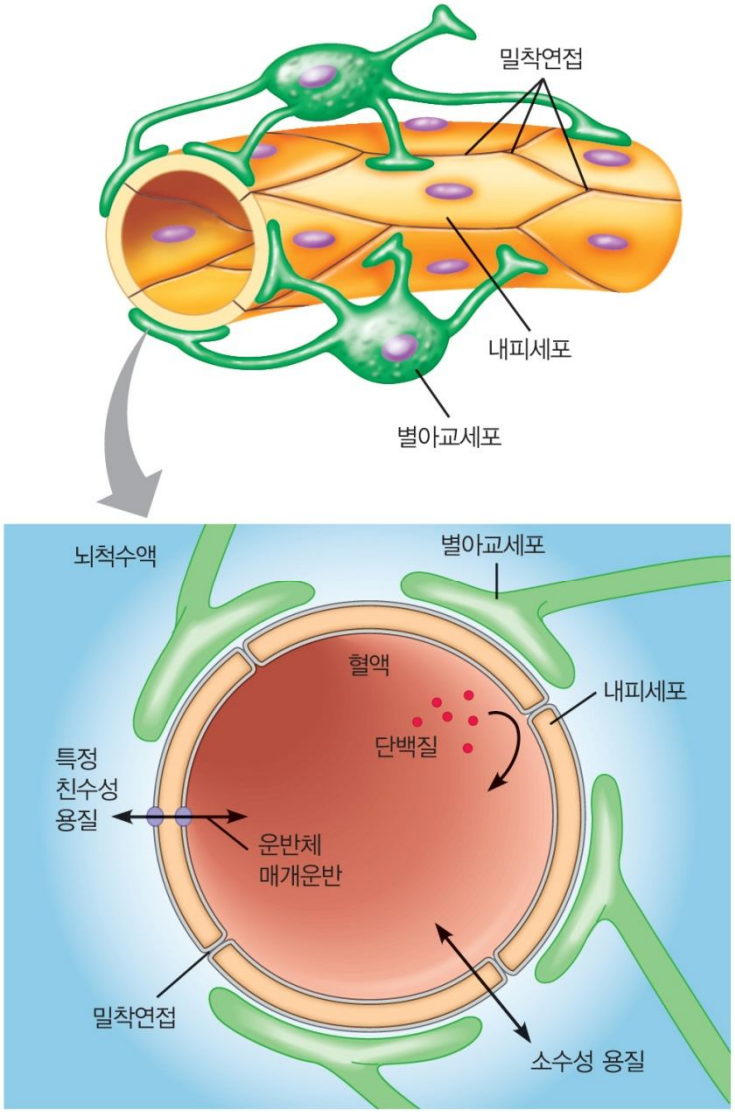
- 모세혈관
  - 간질액과 혈액 사이에 물질을 교환하는 부위
- 혈관-뇌장벽(Blood-brain barrier)
  - 교환이 제한된 CNS 모세혈관의 특수한 해부구조

전형적인 모세혈관



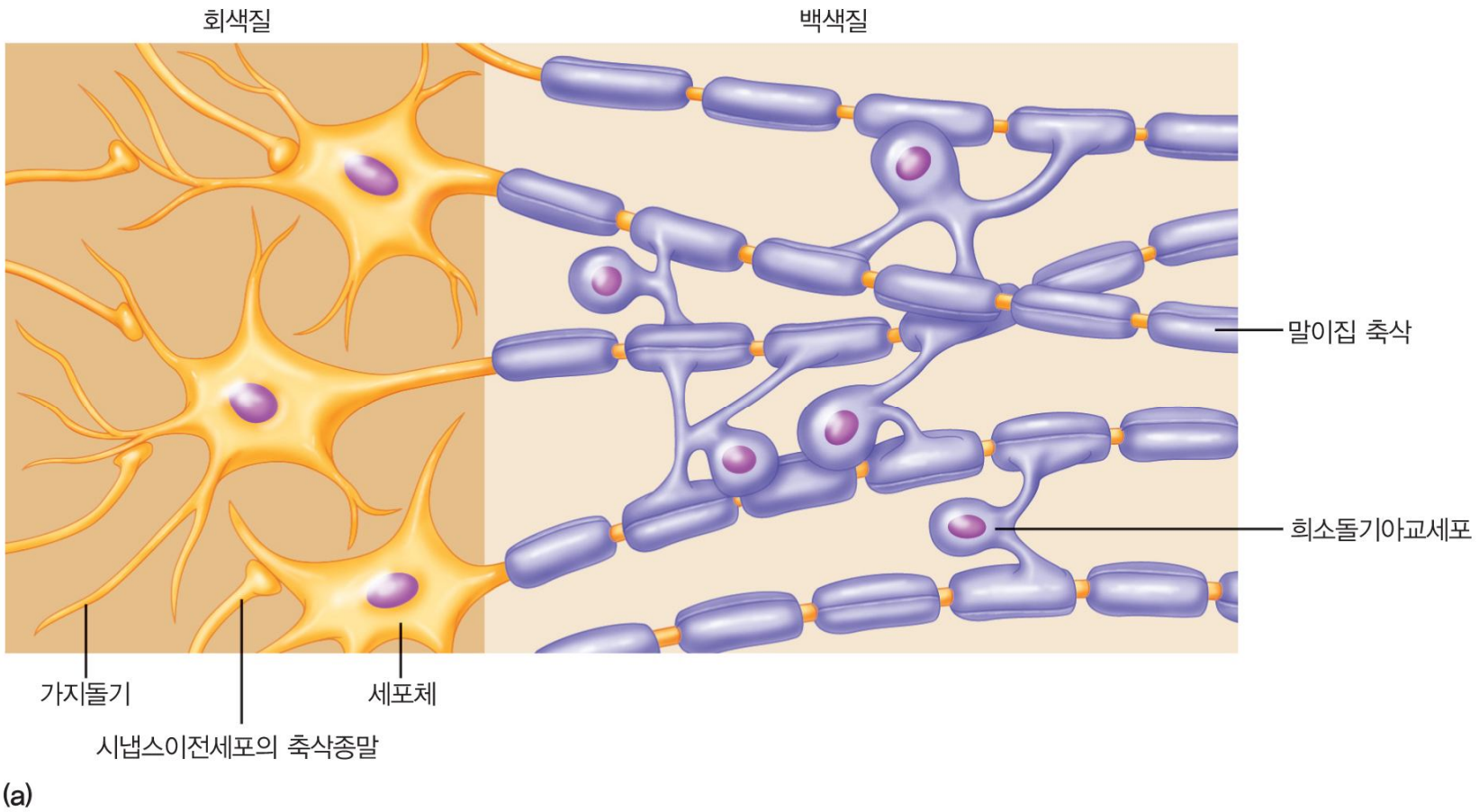
(a) 전형적인 모세혈관

모세혈관


밀착연접
내피세포
별아교세포
뇌척수액
별아교세포
혈액
내피세포
단백질
특정
친수성
용질
운반체
매개운반
밀착연접
소수성 용질

(b) 뇌 모세혈관

CNS: 회백질과 백색질

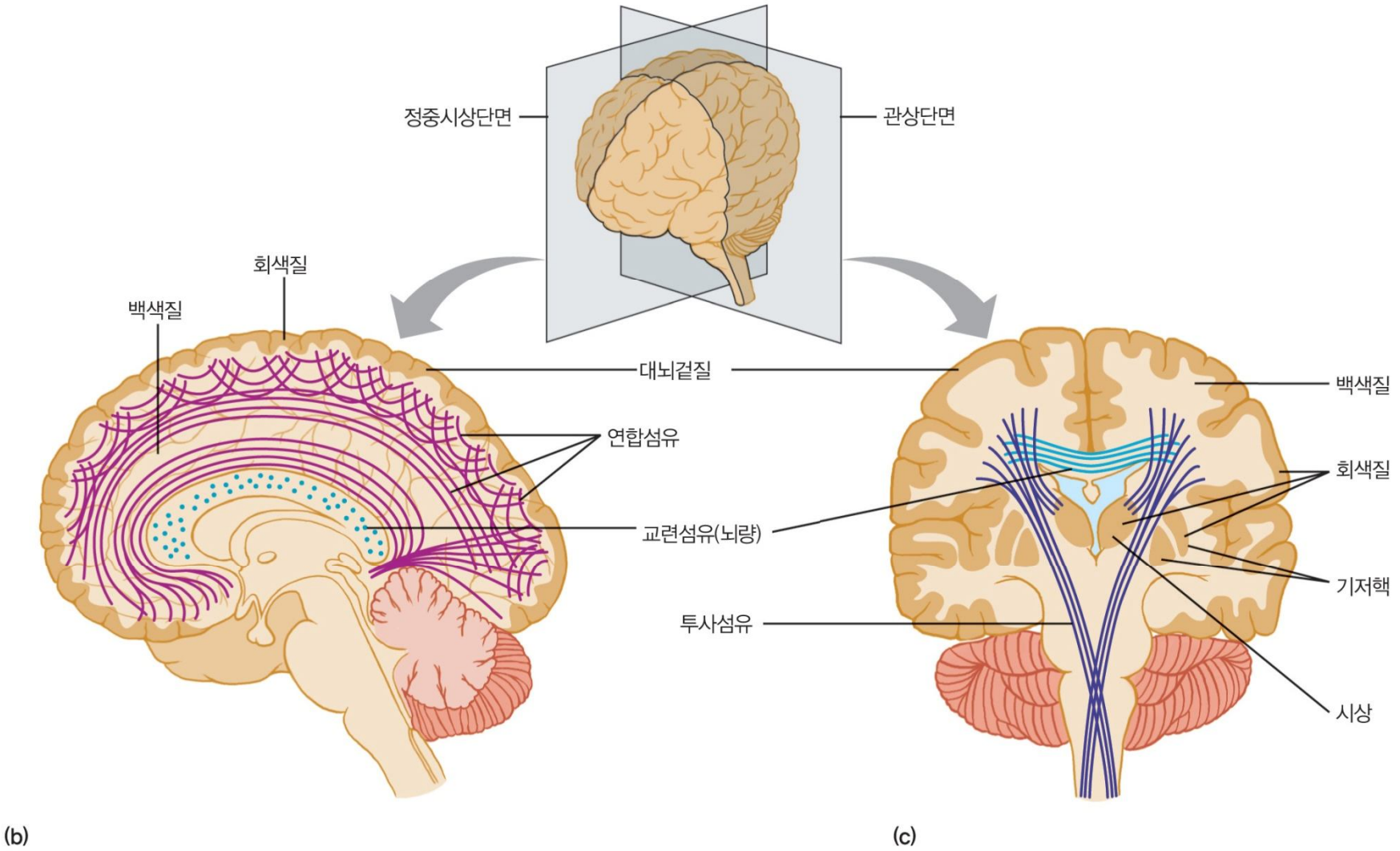


(a)

뇌의 백색질부위

- 투사섬유(Projection fibers)
  - 대뇌겉질을 하위 뇌나 척수와 연결함
- 연합섬유(Association fibers)
  - 뇌와 같은 쪽에서 대뇌겉질의 두 영역을 연결
- 교련섬유(Commissural fibers)
  - 한쪽 뇌와 반대쪽 뇌의 겉질 부위를 서로 연결
- 뇌량(Corpus callosum)
  - 교련섬유의 대부분이 이곳에 위치

CNS: 회백질과 백색질



II. 척수

- 원통형의 신경조직
- 뇌와 연결됨
- 척주(vertebral column)로 둘러싸임
- 척수신경의 기원 (31 쌍)

척수

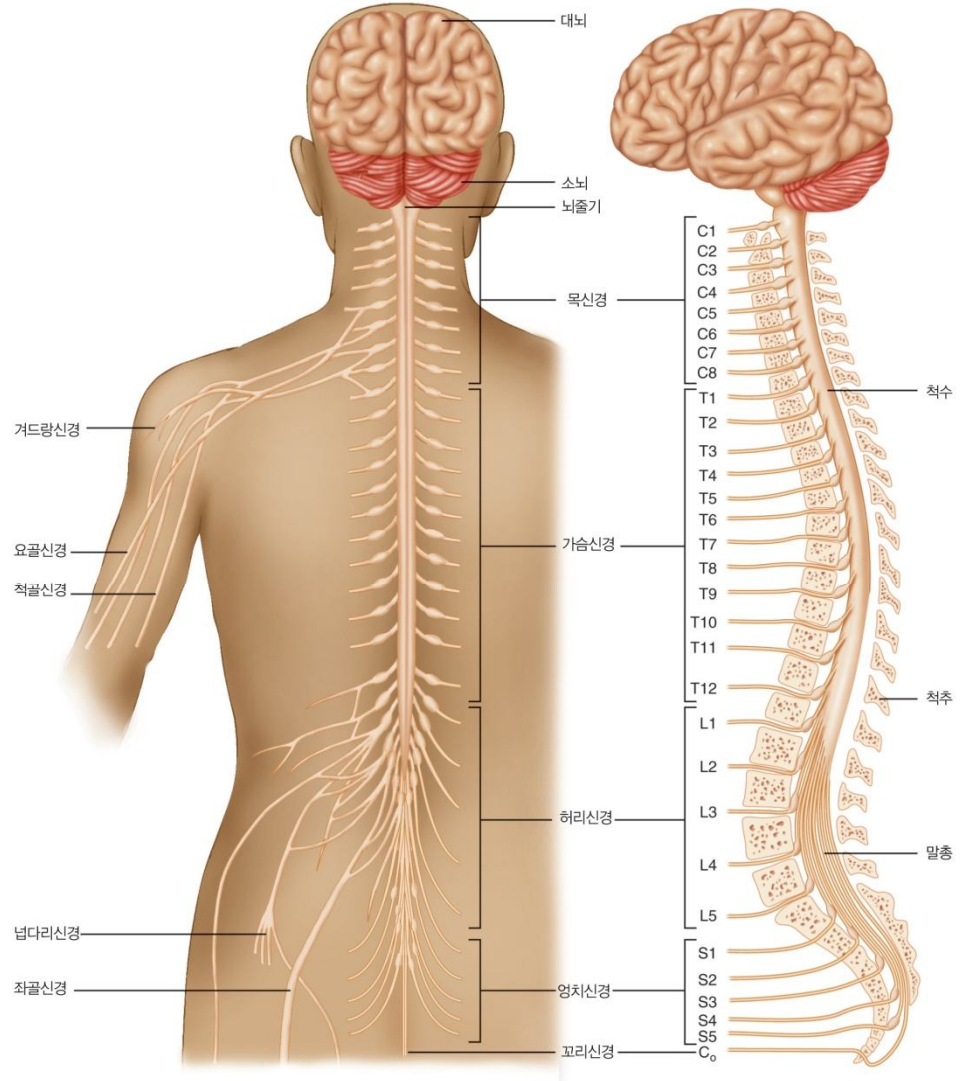


그림 9.6 **척수신경.** (왼쪽) 뒤쪽에서 보이는 척수. (오른쪽) 옆쪽에서 보이는 척수. 척주 내에서 척수의 정위를 보여준다. 31쌍의 척수신경이 이웃한 척추 사이에서 척수를 빠져나간다.

피부분절

- 피부의 감각부위
- 각 피부분절에 척수신경이 분포

피부분절

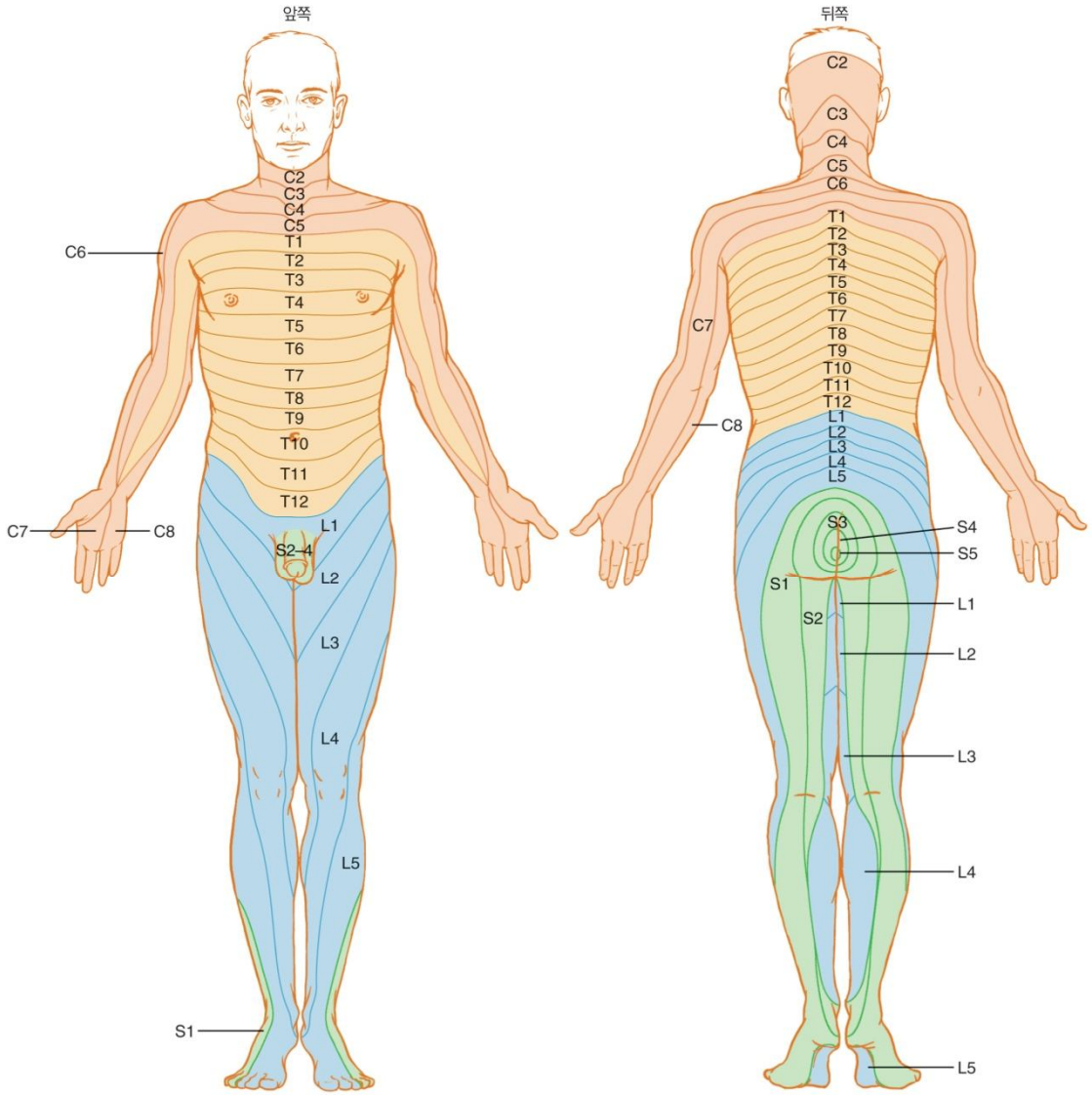


그림 9.7 **피부분절.** 각 피부분절은 악어로 나타낸 척수신경이 분포하는 신체 표면의 감각 부위이다.

척수와 척수신경

- 회백질: 기능적 두 부분
  - 등쪽: 감각기능
  - 배쪽: 운동기능
- 척수신경은 혼합신경을 이룬다
- 백색질은 신경로를 구성
  - 상행로(Ascending)
  - 하행로(Descending)

척수: 횡단면

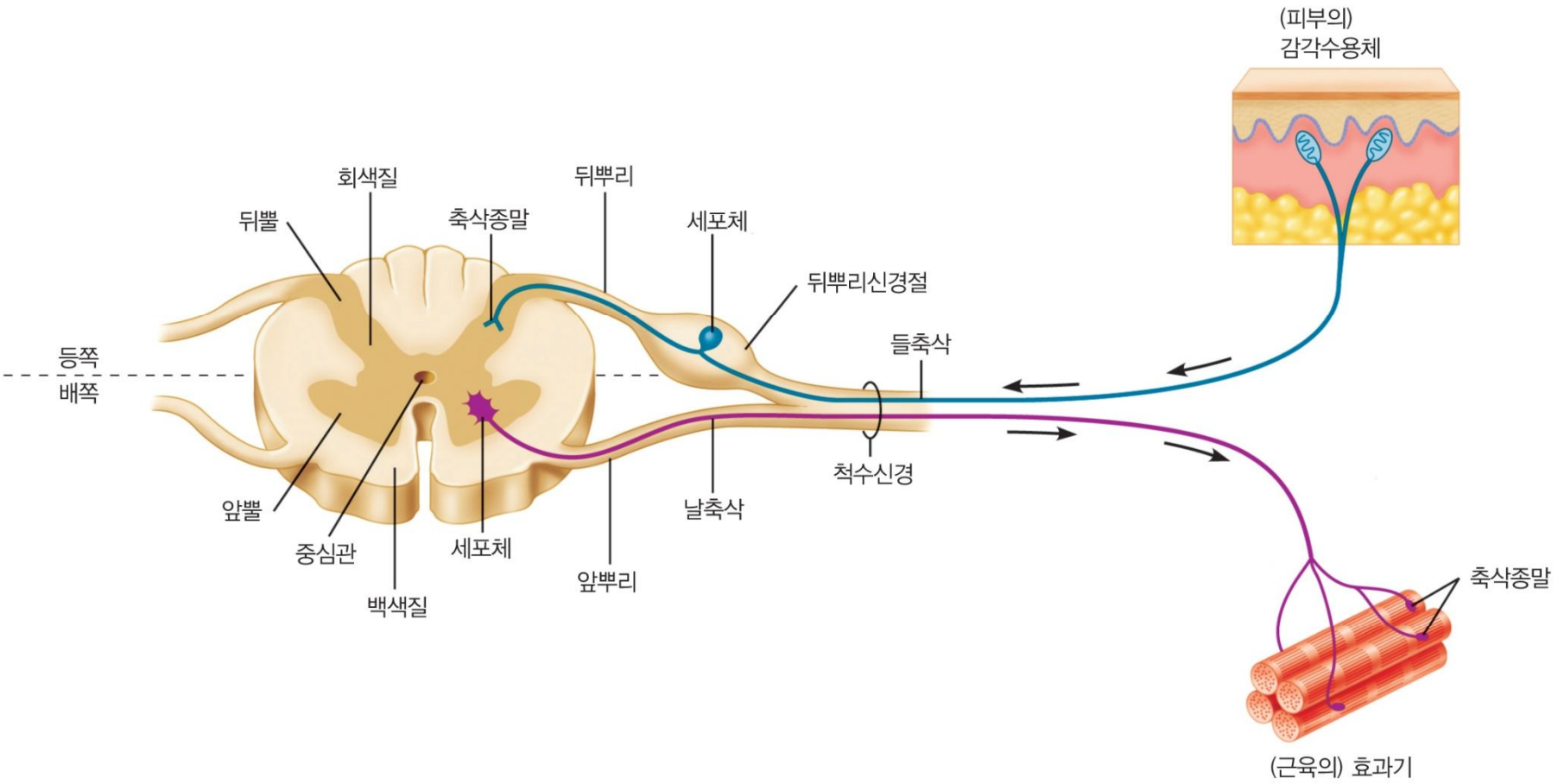


그림 9.8 척수의 회색질과 척수신경. 허리 수준에서 척수의 횡단면은 척수 회색질의 두 기능적 반쪽인 뒤쪽과 앞쪽을 보여준다. 들뉴런의 축삭은 뒤뿌리를 통하여 척수로 들어가서 뒤뿔에서 끝난다. 들뉴런의 세포체는 뒤뿌리신경절에 위치한다. 날뉴런의 축삭은 앞뿔에서 시작하여 앞뿌리를 통하여 나간다. 척수신경은 들뉴런과 날뉴런의 축삭을 모두 포함하기 때문에 혼합신경이라고 한다.

척수: 신경로

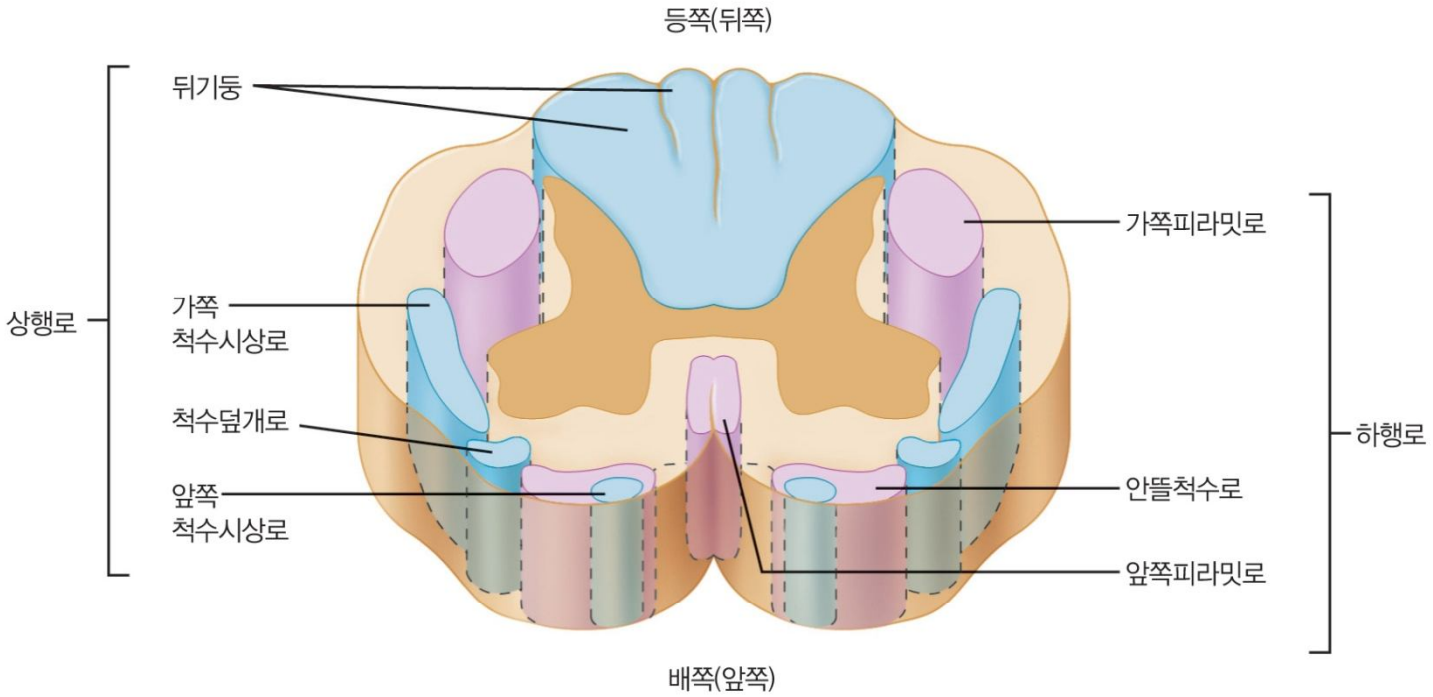
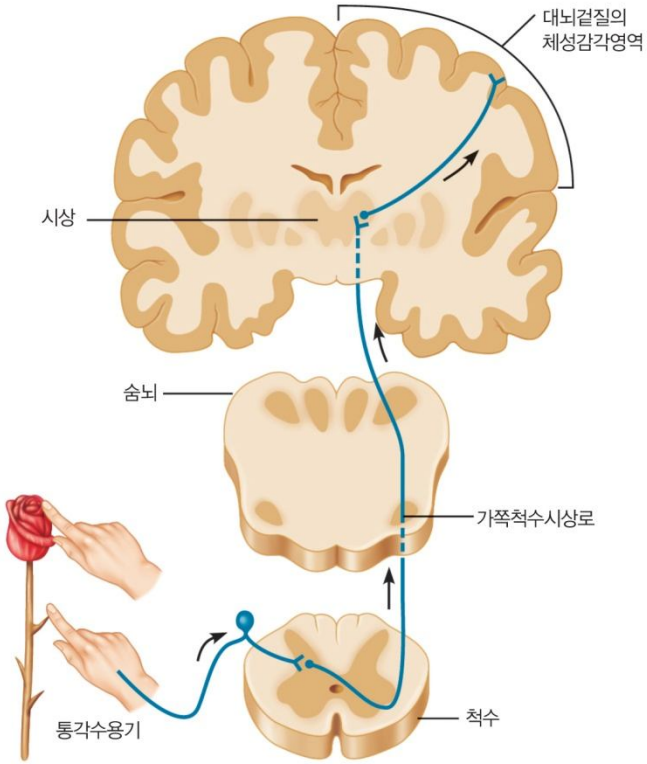
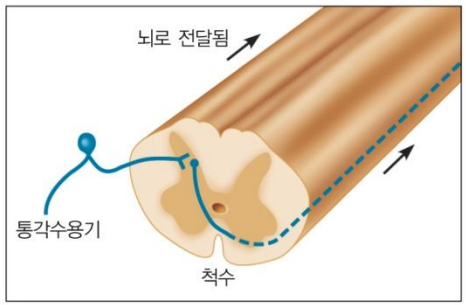


그림 9.9 척수 백색질의 횡단면. 척수 백색질은 뇌와 척수의 사이 또는 척수의 서로 다른 분절 사이를 지나는 세로방향의 신경로로 구성된다. 상행로는 정보를 척수에서 뇌로 전달하고, 하행로는 정보를 뇌에서 척수로 전달한다. 이 그림에는 선택된 일부 신경로만 나타내었다.

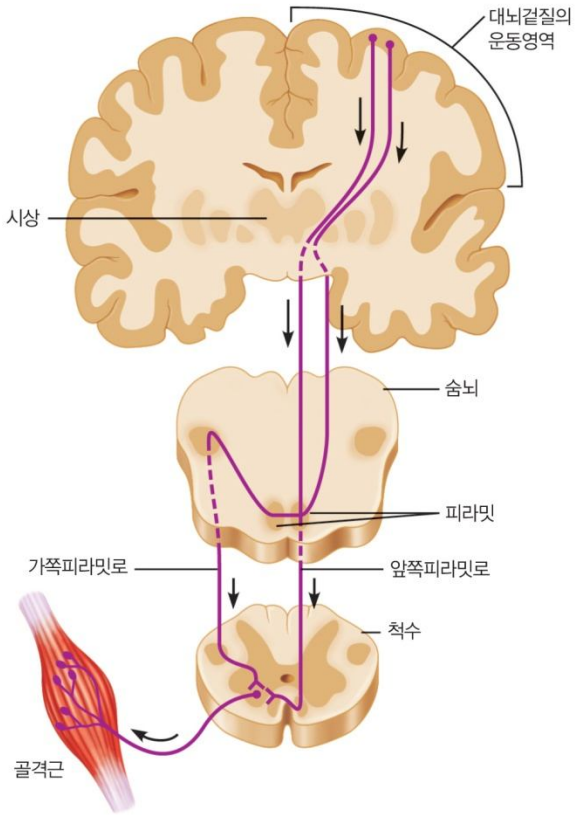
척수: 상행로





(a) 상행로

척수: 하행로



(b) 하행로