

NETTER
FLASHCARDS
DE HISTOLOGÍA
2.ª EDICIÓN

WILLIAM K. OVALLE
PATRICK C. NAHIRNEY

*f. Netter
M.D.*

NETTER
FLASHCARDS
DE HISTOLOGÍA
2.ª EDICIÓN

WILLIAM K. OVALLE
PATRICK C. NAHIRNEY



booksmedicos.org

Netter. Flashcards de histología

2.^a EDICIÓN



William K. Ovalle

Patrick C. Nahirney



Índice de capítulos

[Instrucciones para el acceso en línea](#)

[Cubierta](#)

[Portada](#)

[Página de créditos](#)

[Prefacio](#)

[Sección 1: Células y tejidos](#)

[1: La célula](#)

[1.1. La célula](#)

[1.2. Uniones celulares](#)

[1.3. Núcleo](#)

[1.4. Núcleo](#)

[1.5. Mitocondrias](#)

1.6. Ribosomas

1.7. Aparato de Golgi

1.8. Citoplasma

1.9. Inclusiones

1.10. Vesículas citoplasmáticas

1.11. Citoesqueleto

1.12. Histopatología

2: Epitelio y glándulas exocrinas

2.1. Clasificación de los epitelios

2.2. Epitelio plano simple

2.3. Epitelio cilíndrico simple y pseudoestratificado

2.4. Epitelio cilíndrico simple

2.5. Epitelio plano estratificado queratinizado

2.6. Epitelio estratificado

2.7. Epitelio de transición

2.8. Clasificación de las glándulas exocrinas

2.9. Células serosas

2.10. Células mucosas

2.11. Glándula mamaria

2.12. Cáncer de mama

3: Tejido conjuntivo

3.1. Tejido conjuntivo laxo

3.2. Tejido conjuntivo denso

3.3. Fibroblastos

3.4. Colágeno

3.5. Tejido conjuntivo elástico

3.6. Tejido conjuntivo reticular

3.7. Mastocitos

3.8. Células plasmáticas

3.9. Macrófagos

3.10. Tejido adiposo

3.11. Fibrosarcoma

4: Tejido muscular

4.1. Músculo esquelético

4.2. Músculo esquelético

4.3. Sarcómero

4.4. Células satélite

4.5. Unión neuromuscular

4.6. Músculo cardíaco

4.7. Músculo cardíaco

4.8. Sistema de conducción cardíaca

4.9. Músculo liso

4.10. Músculo liso

4.11. Infarto de miocardio

5: Tejido nervioso

5.1. Meninges

5.2. Cerebro

5.3. Cerebelo

5.4. Neurona

5.5. Neurona

5.6. Sinapsis en el sistema nervioso central

5.7. Barrera hematoencefálica

5.8. Plexo coroideo

5.9. Médula espinal

5.10. Nervio periférico

5.11. Nervio periférico

5.12. Ganglios periféricos

5.13. Enfermedad de Alzheimer

6: Cartílago y hueso

6.1. Cartílago hialino articular

6.2. Cartílago hialino

6.3. Fibrocartílago

6.4. Cartílago elástico

6.5. Condrocito

6.6. Placa epifisaria

6.7. Hueso esponjoso

6.8. Células del hueso

6.9. Hueso compacto

6.10. Membrana sinovial

6.11. Osteosarcoma

7: Sangre y médula ósea

7.1. Elementos formes de la sangre

7.2. Eritrocitos y plaquetas

7.3. Neutrófilo

7.4. Eosinófilo

7.5. Basófilo

7.6. Linfocito

7.7. Monocito

7.8. Médula ósea

7.9. Megacariocito

7.10. Eritropoyesis y granulocitopoyesis

7.11. Mieloma múltiple

Sección 2: Aparatos y sistemas

8: Aparato cardiovascular

8.1. Aurícula

8.2. Pared cardiaca y pericardio

8.3. Aorta

8.4. Arteria coronaria

8.5. Arteriola

8.6. Arteriola y vénula

8.7. Vena de pequeño calibre

8.8. Endotelio

8.9. Capilar continuo

8.10. Capilar fenestrado

8.11. Vaso linfático

8.12. Aterosclerosis

9: Sistema linfático

9.1. Tejido linfoide

9.2. Vaso linfático

9.3. Ganglio linfático

9.4. Ganglio linfático

9.5. Vénula de endotelio alto

9.6. Amígdala

9.7. Timo

9.8. Bazo

9.9. Pulpa blanca

9.10. Pulpa roja

9.11. Linfoma de Hodgkin

10: Sistema endocrino

10.1. Hipófisis

10.2. Lóbulo intermedio de la hipófisis

10.3. Lóbulo anterior de la hipófisis

10.4. Lóbulo posterior de la hipófisis

10.5. Tiroides

10.6. Paratiroides

10.7. Glándula suprarrenal

10.8. Glándula suprarrenal

10.9. Espongocito

10.10. Páncreas

10.11. Islote de Langerhans

10.12. Glándula pineal

10.13. Bocio multinodular

11: Sistema tegumentario

11.1. Piel fina

11.2. Piel gruesa

11.3. Epidermis

11.4. Queratinocitos

11.5. Melanocitos

11.6. Células de Langerhans

11.7. Vasculatura de la dermis

11.8. Glándula sudorípara ecrina

11.9. Unidad pilosebácea

11.10. Pelo y folículo piloso

11.11. Glándula sebácea

11.12. Uñas

11.13. Carcinoma basocelular

12: Tracto superior del tubo digestivo

12.1. Labio

12.2. Encía

12.3. Lengua

12.4. Paladar

12.5. Dientes

12.6. Glándulas salivales

12.7. Conductos estriados

12.8. Esófago

12.9. Esófago

12.10. Unión gastroesofágica

12.11. Sistema nervioso entérico

12.12. Carcinoma epidermoide de esófago

13: Tracto inferior del tubo digestivo

13.1. Estómago

13.2. Estómago

13.3. Células parietales

13.4. Células principales

13.5. Células enteroendocrinas

13.6. Duodeno

13.7. Yeyuno

13.8. Unión gastroduodenal

13.9. Enterocitos

13.10. Células caliciformes

13.11. Células de Paneth

13.12. Apéndice

13.13. Unión anorrectal

13.14. Cáncer colorrectal

14: Hígado, vesícula biliar y páncreas exocrino

14.1. Hígado

14.2. Lobulillo hepático

14.3. Espacio porta y vena centrolobulillar

14.4. Acino hepático

14.5. Hepatocito

- 14.6. Hepatocito
- 14.7. Sinusoide hepático
- 14.8. Sistema de las vías biliares
- 14.9. Vesícula biliar
- 14.10. Epitelio de la vesícula biliar
- 14.11. Páncreas
- 14.12. Acino pancreático
- 14.13. Esteatosis hepática

15: Aparato respiratorio

- 15.1. Mucosa respiratoria
- 15.2. Epiglotis
- 15.3. Laringe y cuerda vocal
- 15.4. Tráquea
- 15.5. Epitelio traqueal
- 15.6. Cilios respiratorios
- 15.7. Bronquio
- 15.8. Bronquiolo
- 15.9. Células club
- 15.10. Alveolo pulmonar

15.11. Barrera alveolocapilar

15.12. Neumocito de tipo II

15.13. Neumonía

16: Aparato urinario

16.1. Riñón

16.2. Túbulo urinífero

16.3. Corpúsculo renal

16.4. Corpúsculo renal y podocitos

16.5. Barrera de filtración renal

16.6. Túbulo proximal

16.7. Túbulo colector

16.8. Uréter

16.9. Vejiga urinaria

16.10. Uretra

16.11. Glomerulosclerosis diabética

17: Aparato reproductor masculino

17.1. Aparato reproductor masculino

17.2. Testículo y túbulo seminífero

17.3. Espermatozoides

17.4. Epitelio seminífero

17.5. Epidídimo

17.6. Conducto deferente

17.7. Próstata

17.8. Epitelio prostático

17.9. Vesícula seminal

17.10. Uretra y pene

17.11. Hiperplasia benigna de la próstata

18: Aparato reproductor femenino

18.1. Aparato reproductor femenino

18.2. Ovarios

18.3. Folículos ováricos

18.4. Cuerpo lúteo

18.5. Trompas de Falopio

18.6. Útero

18.7. Endometrio

18.8. Cuello uterino

18.9. Genitales externos y vagina

18.10. Placenta

18.11. Cordón umbilical

18.12. Glándula mamaria

18.13. Cáncer de cuello uterino

19: Ojo y anexos

19.1. Globo ocular

19.2. Córnea

19.3. Iris

19.4. Cristalino

19.5. Cuerpo ciliar

19.6. Conducto de Schlemm y humor acuoso

19.7. Retina

19.8. Fotorreceptores

19.9. Epitelio pigmentario de la retina

19.10. Párpado

19.11. Glándula lagrimal

19.12. Melanoma uveal

20: Órganos de los sentidos

20.1. Oído

20.2. Conducto auditivo externo

20.3. Oído medio y trompa de Eustaquio

20.4. Cóclea

20.5. Órgano de Corti

20.6. Receptores vestibulares

20.7. Mucosa olfativa

20.8. Papilas gustativas

20.9. Células de Merkel

20.10. Receptores cutáneos

20.11. Cuerpo carotídeo y seno carotídeo

20.12. Husos musculares

20.13. Receptores musculares y articulares

20.14. Otosclerosis

Página de créditos



Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1.º, 08029, Barcelona, España

Netter's Histology Flash Cards

Copyright © 2021 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

Previous editions copyrighted © 2013, 2008 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc.

ISBN: 978-0-323-70967-5

This translation of *Netter's Histology Flash Cards*, 2nd ed., by William K. Ovalle and Patrick C. Nahirney, was undertaken by Elsevier España, S.L.U. and is published by arrangement with Elsevier, Inc.

Esta traducción de *Netter's Histology Flash Cards*, 2.ª ed., de William K. Ovalle y Patrick C. Nahirney, ha sido llevada a cabo por Elsevier España, S.L.U. y se publica con el permiso de Elsevier, Inc.

Netter. Flashcards de histología, 2.ª ed., de William K. Ovalle y Patrick C. Nahirney

© 2021 Elsevier España, S.L.U.

ISBN: 978-84-9113-956-0

eISBN: 978-84-1382-059-0

Todos los derechos reservados.

Reserva de derechos de libros

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70/93 272 04 45).

Advertencia

Esta traducción ha sido llevada a cabo por Elsevier España, S.L.U. bajo su única responsabilidad. Facultativos e investigadores deben siempre contrastar con su propia experiencia y conocimientos el uso de cualquier información, método, compuesto o experimento descrito aquí. Los rápidos avances en medicina requieren que los diagnósticos y las dosis de fármacos recomendadas sean siempre verificados personalmente por el facultativo. Con todo el alcance de la ley, ni Elsevier, ni los autores, los editores o los colaboradores asumen responsabilidad alguna por la traducción ni por los daños que pudieran ocasionarse a personas o propiedades por el uso de productos defectuosos o negligencia, o como consecuencia de la aplicación de métodos, productos, instrucciones o ideas contenidos en esta obra.

Revisión científica:

Dr. Gustavo Egea Guri

Catedrático

Unidad de Histología, Departamento de Biomedicina

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud (Campus Clínic), Universidad de Barcelona

Servicios editoriales: DRK Edición

Depósito legal: B 4.498-2021

Impreso en China

Prefacio

Netter. Flashcards de histología, 2.^a edición, el primer libro en formato de fichas dedicado a la histología, es una exhaustiva colección de más de 200 *flashcards* que sirve de complemento de los libros de texto y atlas convencionales de histología que se utilizan en los planes de estudio actuales, como la obra **Netter. Histología esencial, 3.^a edición**. Se trata de un material didáctico excepcional, diseñado para potenciar y consolidar los conocimientos sobre las principales características de las células, los tejidos y los órganos. Estas fichas fomentan el aprendizaje autodirigido y en grupo, y hacen hincapié en la comprensión de los fundamentos, obviando detalles excesivos e insistiendo en la correlación entre la estructura y la función.

El anverso de cada *flashcard* combina imágenes anatomopatológicas macroscópicas o ilustraciones de la obra de Netter con, a modo orientativo, imágenes microscópicas. Estas imágenes están diseñadas para relacionar la imagen bidimensional con la tridimensional, e instan al lector a que identifique las estructuras numeradas. En el reverso de las *flashcards* se presentan las respuestas, un breve texto explicativo y un apunte clínico de interés para cada tema que lo relaciona con las distintas enfermedades del ser humano. Para obtener más información acerca de los temas tratados, cada ficha incluye la remisión al apartado correspondiente de la obra **Netter. Histología esencial, 3.^a edición**. El práctico formato de estas *flashcards* hace de esta obra una guía de estudio portátil adaptada a los actuales currículos de enseñanza integrada y con alto grado de correlación clínica de medicina, odontología y ciencias afines, por lo que facilita la preparación de los exámenes.

Este conjunto de *flashcards* pretende inspirar y despertar el interés de los estudiantes por los entresijos del cuerpo humano y la apreciación de la belleza de sus células, tejidos, aparatos y sistemas.

William K. Ovalle, PhD

Professor Emeritus

Former Head of Anatomy and Course Director of Human Histology

Faculty of Medicine

Department of Cellular and Physiological Sciences (formerly Anatomy)

University of British Columbia

Vancouver, British Columbia, Canada

Patrick C. Nahirney, PhD

Associate Professor

Division of Medical Sciences

Island Medical Program

University of Victoria

Victoria, British Columbia, Canada

Affiliate Associate Professor

Faculty of Medicine

Department of Cellular and Physiological Sciences (formerly Anatomy)

University of British Columbia

Vancouver, British Columbia, Canada

Sección 1: Células y tejidos

Capítulo 1: La célula

Capítulo 2: Epitelio y glándulas exocrinas

Capítulo 3: Tejido conjuntivo

Capítulo 4: Tejido muscular

Capítulo 5: Tejido nervioso

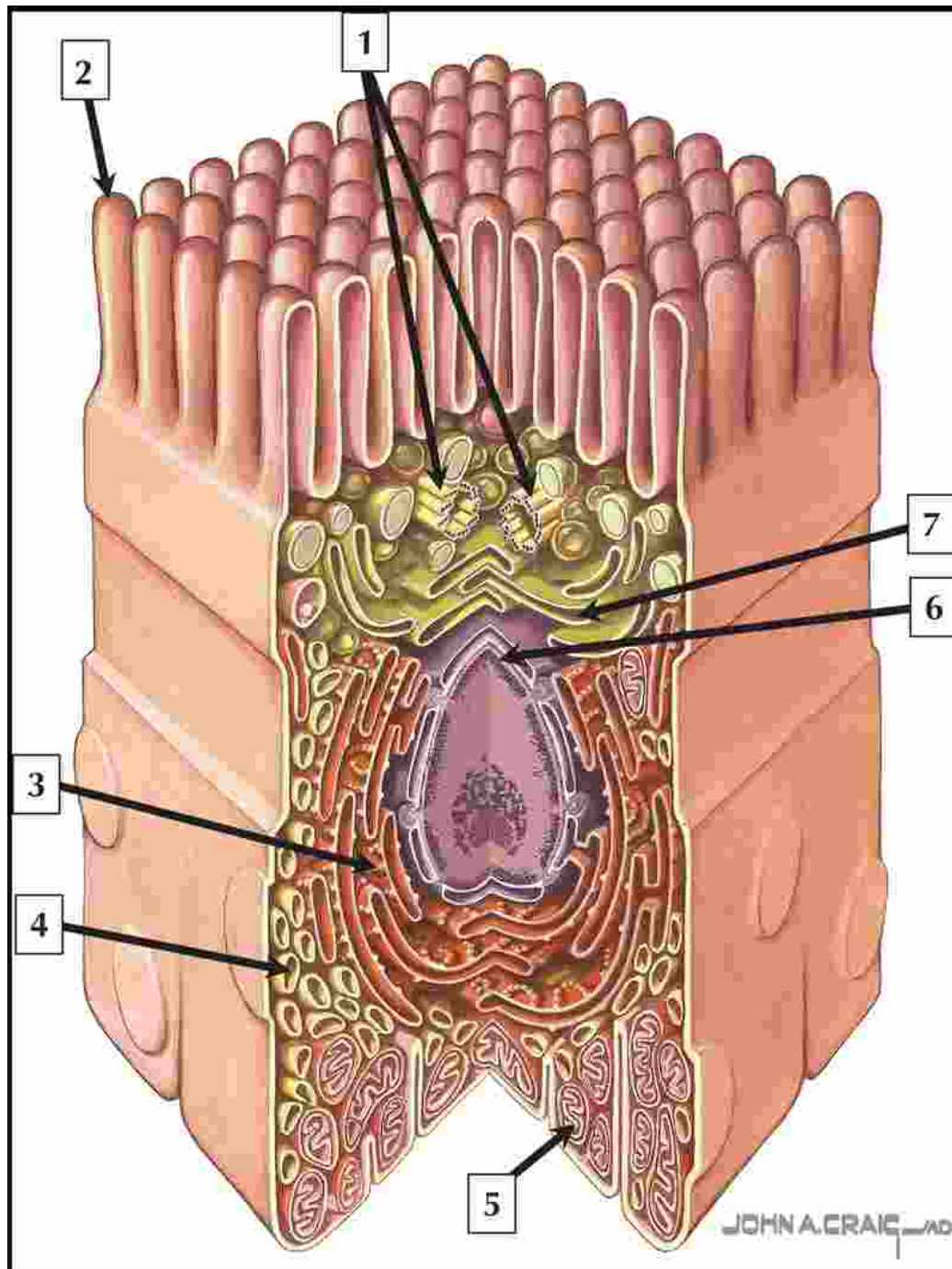
Capítulo 6: Cartílago y hueso

Capítulo 7: Sangre y médula ósea

1: La célula

- 1.1 La célula
- 1.2 Uniones celulares
- 1.3 Núcleo
- 1.4 Núcleo
- 1.5 Mitocondrias
- 1.6 Ribosomas
- 1.7 Aparato de Golgi
- 1.8 Citoplasma
- 1.9 Inclusiones
- 1.10 Vesículas citoplasmáticas
- 1.11 Citoesqueleto
- 1.12 Histopatología

1.1. La célula



1. Centriolos
2. Microvellosidad
3. Retículo endoplasmático rugoso
4. Retículo endoplasmático liso

- 5. Mitocondria
- 6. Núcleo
- 7. Aparato de Golgi

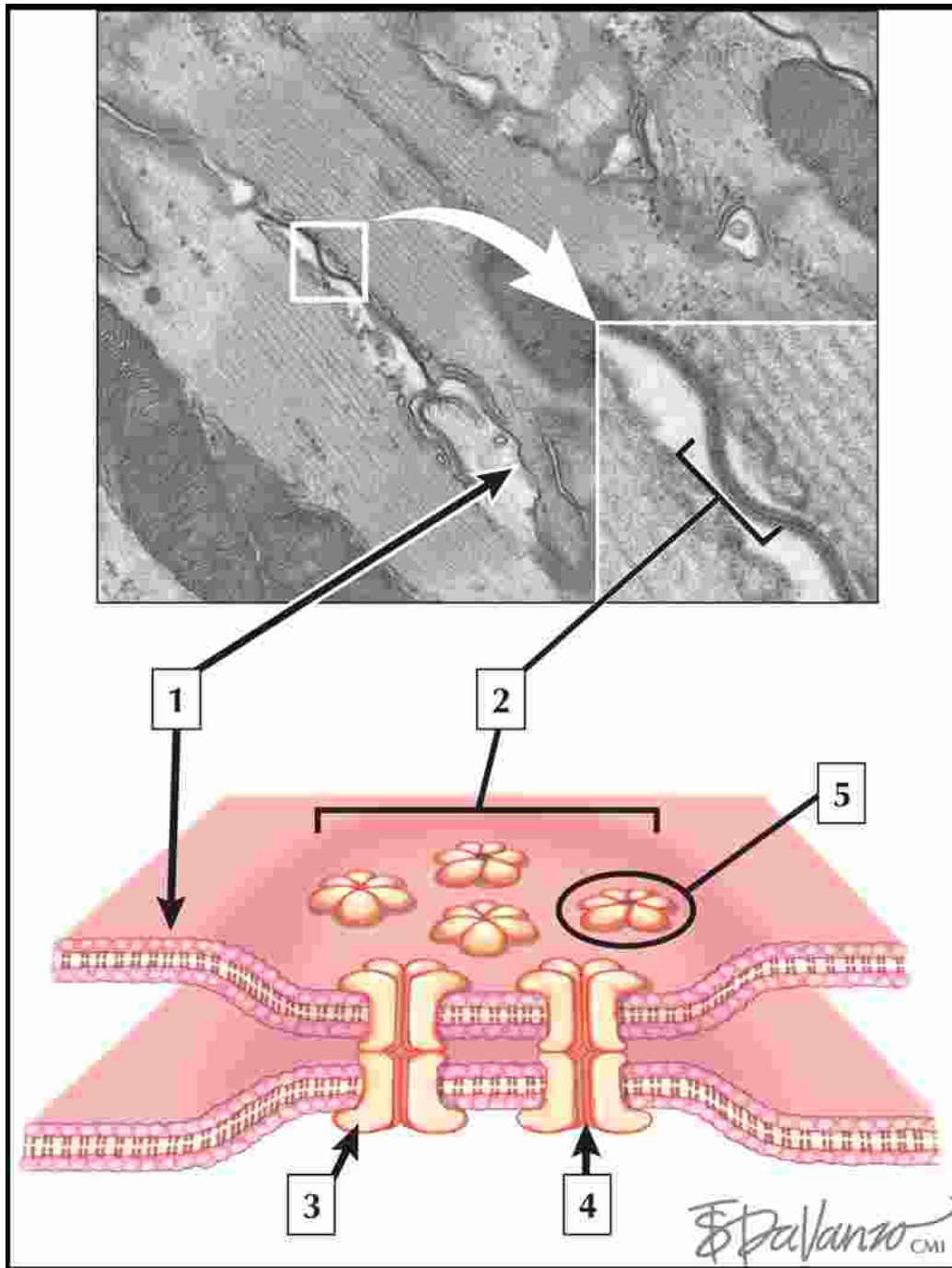
Comentario: La célula es la unidad estructural y funcional básica de todos los organismos vivos. El cuerpo contiene aproximadamente 60×10^{12} células, de las cuales hay unos 200 tipos diferentes. Las células varían en tamaño y forma. Una célula típica posee compartimentos y especializaciones de superficie polarizados; la estructura celular interna es representativa de su función. El núcleo, situado en el centro de la célula, está rodeado por retículo endoplasmático. Las mitocondrias ocupan el compartimento basal, mientras que el compartimento apical contiene el aparato de Golgi y un centriolo. Las microvellosidades apicales aumentan la superficie de absorción de la membrana plasmática.

El **microscopio electrónico** es un complemento de la histología convencional que ha permitido realizar grandes avances en nuestros conocimientos de la célula y sus orgánulos, y constituye una importante herramienta en el campo de la **patología ultraestructural**. En muchos casos, el microscopio electrónico es fundamental para establecer el diagnóstico definitivo de una enfermedad, como en la detección e identificación de algunas **neoplasias**. También ofrece una valiosa información sobre las **enfermedades infecciosas** y **metabólicas** y, en último término, contribuye a determinar el tratamiento médico más adecuado.

Corte compuesto de una célula en el que se muestra la organización de sus componentes principales como se vería al microscopio electrónico

Véase Netter. Histología esencial 1.1

1.2. Uniones celulares



1. Membrana plasmática (celular)
2. Unión comunicante
3. Monómero de conexina
4. Canal hidrófilo (poro)
5. Conexón (hexámero)

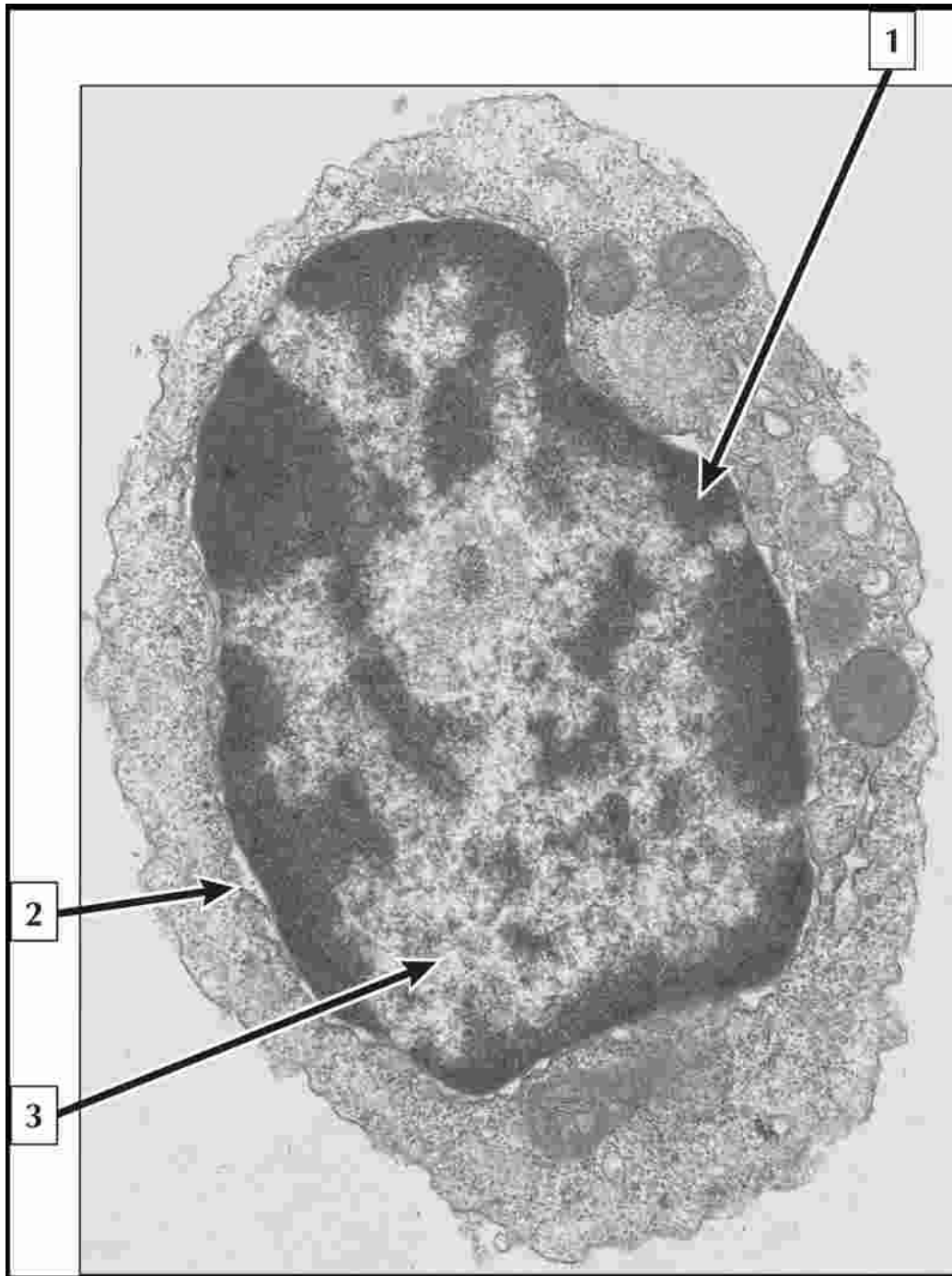
Comentario: La comunicación metabólica, iónica y eléctrica de baja resistencia entre las células adyacentes tiene lugar a través de las uniones comunicantes, en las que un estrecho espacio de unos 2 nm separa las membranas celulares contrapuestas. Las uniones comunicantes son sitios especializados compuestos por grandes canales intercelulares muy juntos que conectan el citoplasma de dos células adyacentes. Cada canal cilíndrico, de una longitud de 10-12 nm y un diámetro de 2,8-3,0 nm, consiste en un par de hemicanales, llamados *conexones*, incrustados en las membranas celulares. Cada conexón consta de seis subunidades proteicas simétricas, llamadas *conexinas*, que son proteínas transmembranarias dispuestas alrededor de un pequeño poro central (con un diámetro de 1,5-2,0 nm).

Existen varias enfermedades causadas por mutaciones de los genes que codifican las **conexinas**, que reciben su nombre en función del tamaño molecular. Las mutaciones recesivas de la conexina 26, cuyo tamaño molecular es de 26 kDa, dan lugar a la causa más frecuente de **sordera humana hereditaria**, que a menudo afecta a personas de edad avanzada. La conexina 26 suele intervenir en el transporte de K^+ en las células que actúan de sostén de las células ciliadas de la cóclea.

Imagen al microscopio electrónico de una unión comunicante del músculo cardíaco a bajo y a gran aumento, y esquema de una unión comunicante

Véase Netter. Histología esencial 1.7

1.3. Núcleo



1. Heterocromatina
2. Membrana nuclear
3. Eucromatina

Comentario: El núcleo es la estructura más grande y llamativa de la célula. La mayoría de las células tienen un núcleo. El núcleo consta del nucleolo, la cromatina, la matriz y la membrana nucleares. La membrana nuclear rodea el núcleo de las células y lo separa del citoplasma. El núcleo contiene el material genético (ADN), que puede estar o no empaquetado o comprimido. La heterocromatina es la forma empaquetada, mientras que la eucromatina corresponde a la forma sin comprimir. Las histonas son proteínas que intervienen en el empaquetamiento del ADN en forma de heterocromatina. La eucromatina representa el ADN desempaquetado durante el proceso de transcripción. La proporción entre heterocromatina y eucromatina indica el grado general de actividad de la célula. Los eritrocitos maduros de la mayoría de los mamíferos no poseen núcleo, ya que se expulsa de la célula durante el desarrollo.

La **histopatología** utiliza los cambios de la morfología nuclear como características diagnósticas. Muchos trastornos celulares cursan con un aumento de la relación núcleo-citoplasma, indentación nuclear, aspecto en vidrio esmerilado, inclusiones cristaloides o multinucleación anómala. Una localización anómala del núcleo en la célula también puede ser indicativa de patología o daño celular, como la presencia de núcleos centrales en las fibras de músculo esquelético de los pacientes con **distrofia muscular**.

Imagen de un linfocito al microscopio electrónico

Véase Netter. Histología esencial 1.8

1.4. Núcleo

5. Citoplasma (citosol)
6. Retículo endoplasmático rugoso

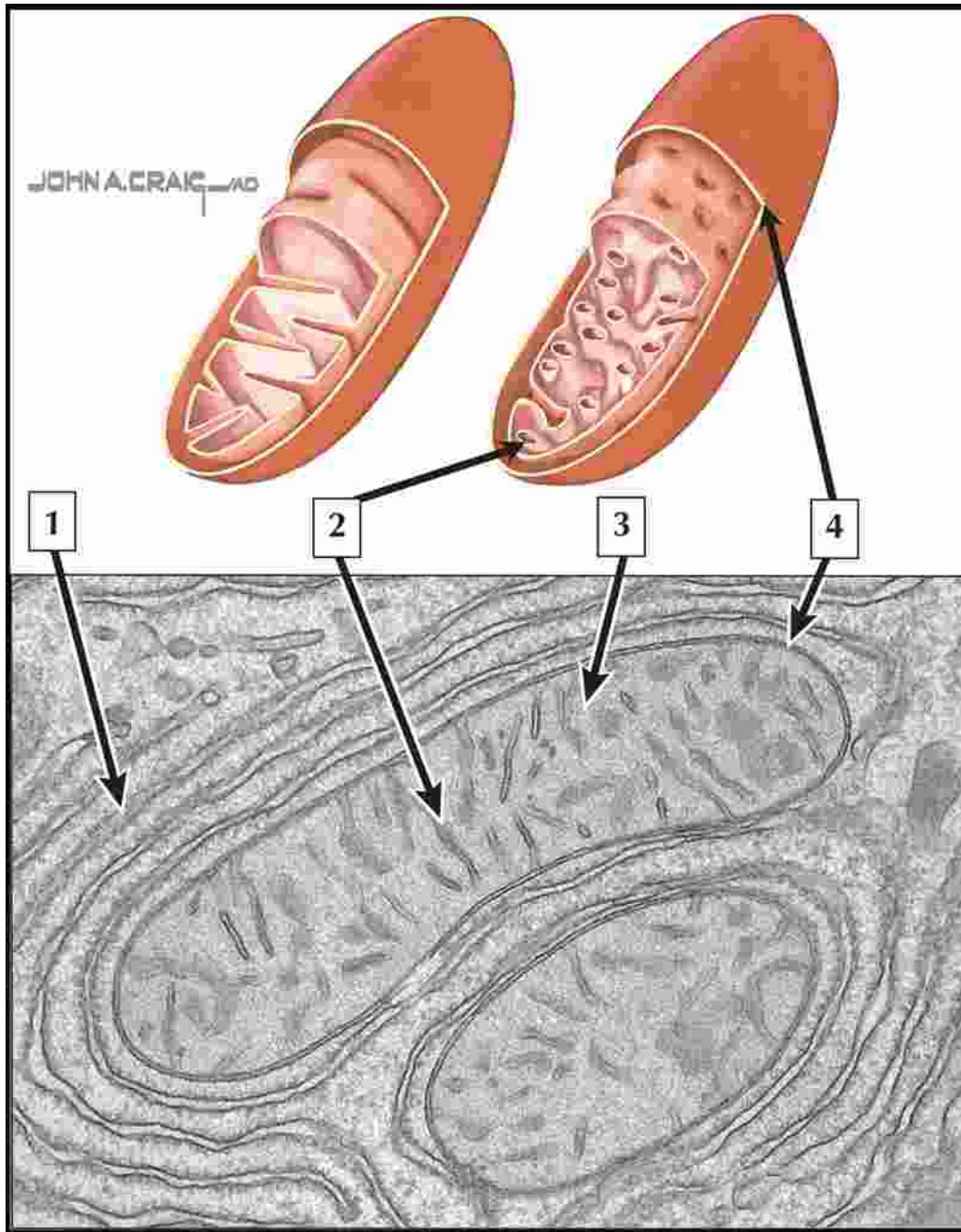
Comentario: La membrana nuclear rodea el núcleo de las células en reposo y lo separa del citoplasma. Consta de dos membranas unitarias paralelas separadas por un estrecho espacio (10-70 nm de ancho) llamado *espacio (o cisterna) perinuclear*. La membrana está perforada por numerosas aberturas octogonales diminutas, llamadas *poros nucleares*. Con un diámetro de unos 100 nm, permiten el intercambio selectivo y bidireccional de pequeñas moléculas, subunidades ribosómicas y otras sustancias entre el núcleo y el citoplasma. El reborde externo de cada poro se forma por la fusión de las membranas nucleares externa e interna. Un complejo del poro nuclear, que abarca toda la abertura de cada poro, consta de ocho proteínas o *nucleoporinas* alrededor de un tapón o gránulo central.

El número y la distribución de los complejos del poro nuclear varían ampliamente dependiendo de la actividad y el tipo celular; son especialmente numerosos en las células metabólicamente activas. Las mutaciones del gen de la nucleoporina, *ALADIN*, se han asociado al **síndrome** recesivo **triple A (de Allgrove)**, también conocido como *síndrome de acalasia-alacrimia-insuficiencia suprarrenal*.

Microscopia electrónica de una membrana nuclear y esquema de un complejo del poro nuclear

Véase Netter. Histología esencial 1.10

1.5. Mitocondrias



1. Retículo endoplasmático rugoso
2. Crestas
3. Matriz mitocondrial
4. Membrana mitocondrial externa

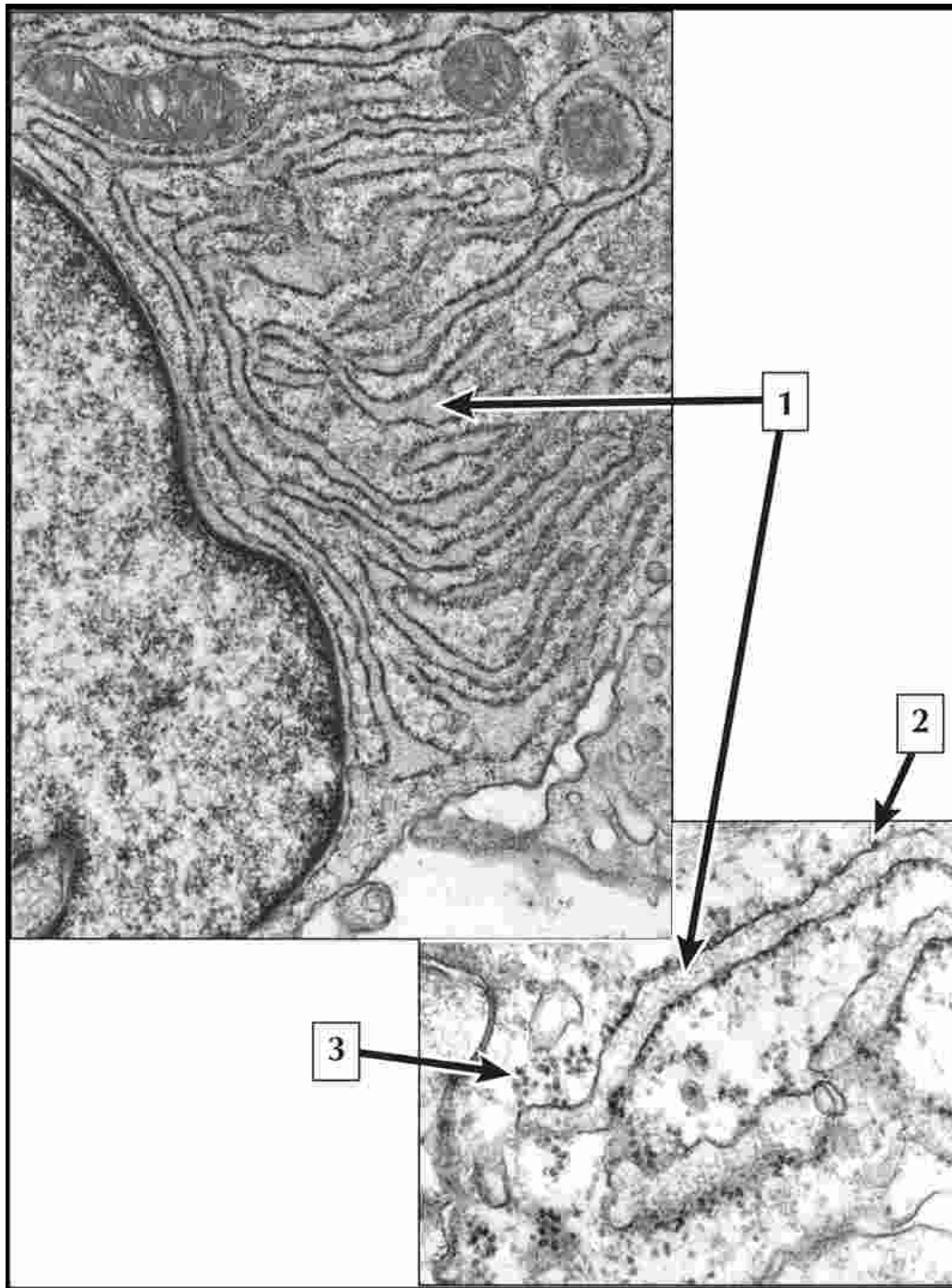
Comentario: La forma de las mitocondrias varía dependiendo del plano del corte y del tipo celular. Cada uno de estos orgánulos posee unas finas crestas, tubulares, o a modo de repisas, que se proyectan hacia la matriz mitocondrial. El contorno de la membrana mitocondrial externa es liso y consta principalmente de la gran proteína formadora de canales (la porina), que aumenta la permeabilidad de la membrana al paso de moléculas y metabolitos necesarios para la síntesis de ATP. La membrana mitocondrial interna forma una serie de pliegues transversales a modo de repisas tubulares llamados *crestas*. La matriz mitocondrial muestra una mayor electrodensidad y es ligeramente granular.

Las **miopatías mitocondriales** son un grupo de enfermedades que producen básicamente debilidad y disfunción muscular. Suele tratarse de trastornos hereditarios, de gravedad entre leve y potencialmente mortal. Se deben a mutaciones del ADN mitocondrial, de las que se han descrito más de 50 mutaciones perjudiciales. Los síntomas más frecuentes son la debilidad muscular intensa, calambres, espasmos y afectación cardíaca.

Esquema de las mitocondrias y microscopia electrónica de dos mitocondrias de un hepatocito

Véase Netter. Histología esencial 1.11

1.6. Ribosomas



1. Cisterna del retículo endoplasmático rugoso
2. Ribosoma
3. Polirribosoma

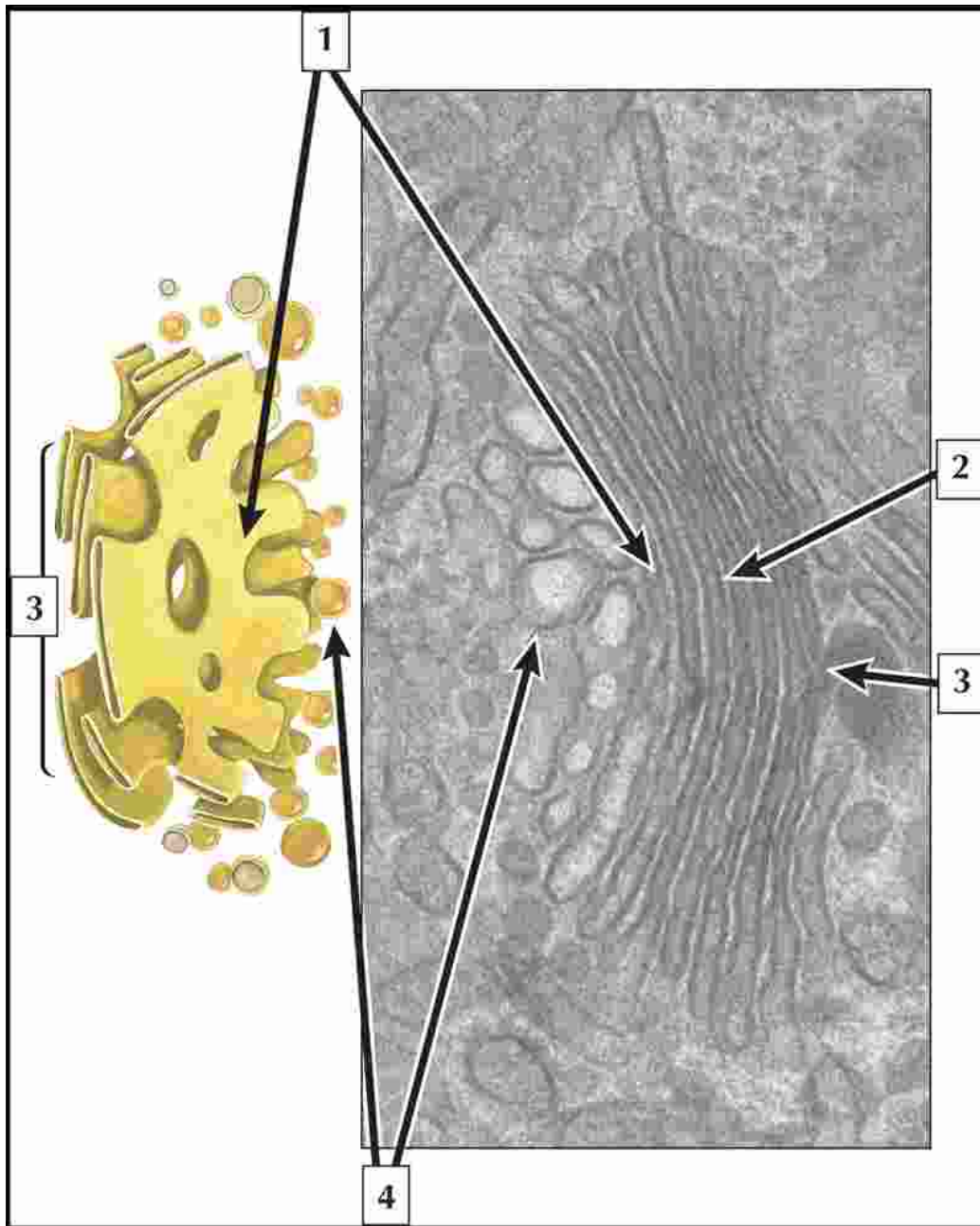
Comentario: Los ribosomas son pequeñas partículas esféricas y electrodensas que sintetizan proteínas. Tienen un tamaño uniforme, de 15-20 nm de diámetro, y consisten principalmente en ARN y las proteínas asociadas. Los ribosomas libres presentes en el citoplasma aparecen como partículas independientes o en grupos semejantes a rosetas, llamados *polirribosomas*, que constan de varios ribosomas dispuestos a lo largo de una hebra de ARN mensajero (ARNm). Los ribosomas independientes son inactivos, mientras que los polirribosomas sintetizan activamente proteínas al ensamblar aminoácidos para formar polipéptidos. Los ribosomas pueden estar unidos a las membranas del retículo endoplasmático rugoso (RER) o a la membrana nuclear externa. Los polirribosomas sintetizan proteínas para uso interno de la célula, mientras que los ribosomas unidos al RER intervienen en la síntesis de proteínas destinadas a la exportación o a los lisosomas.

Los **antibióticos** se emplean en la práctica clínica para tratar las **infecciones bacterianas**. Muchos de estos fármacos inhiben la proliferación de las bacterias infecciosas al dirigirse a sus ribosomas. Se unen a regiones específicas de la subunidad mayor o menor, interfiriendo en la traducción y en la síntesis de proteínas por parte del patógeno. La resistencia a los antibióticos se ha convertido en un grave problema de salud pública en todo el mundo.

Microscopia electrónica de parte de un fibroblasto activo e imagen a mayor aumento de parte de una célula sintetizadora de proteínas

Véase Netter. Histología esencial 1.15

1.7. Aparato de Golgi



1. Cara *trans* del aparato de Golgi
2. Sáculo del compartimento medial
3. Cara *cis* del aparato de Golgi
4. Vesículas del aparato de Golgi

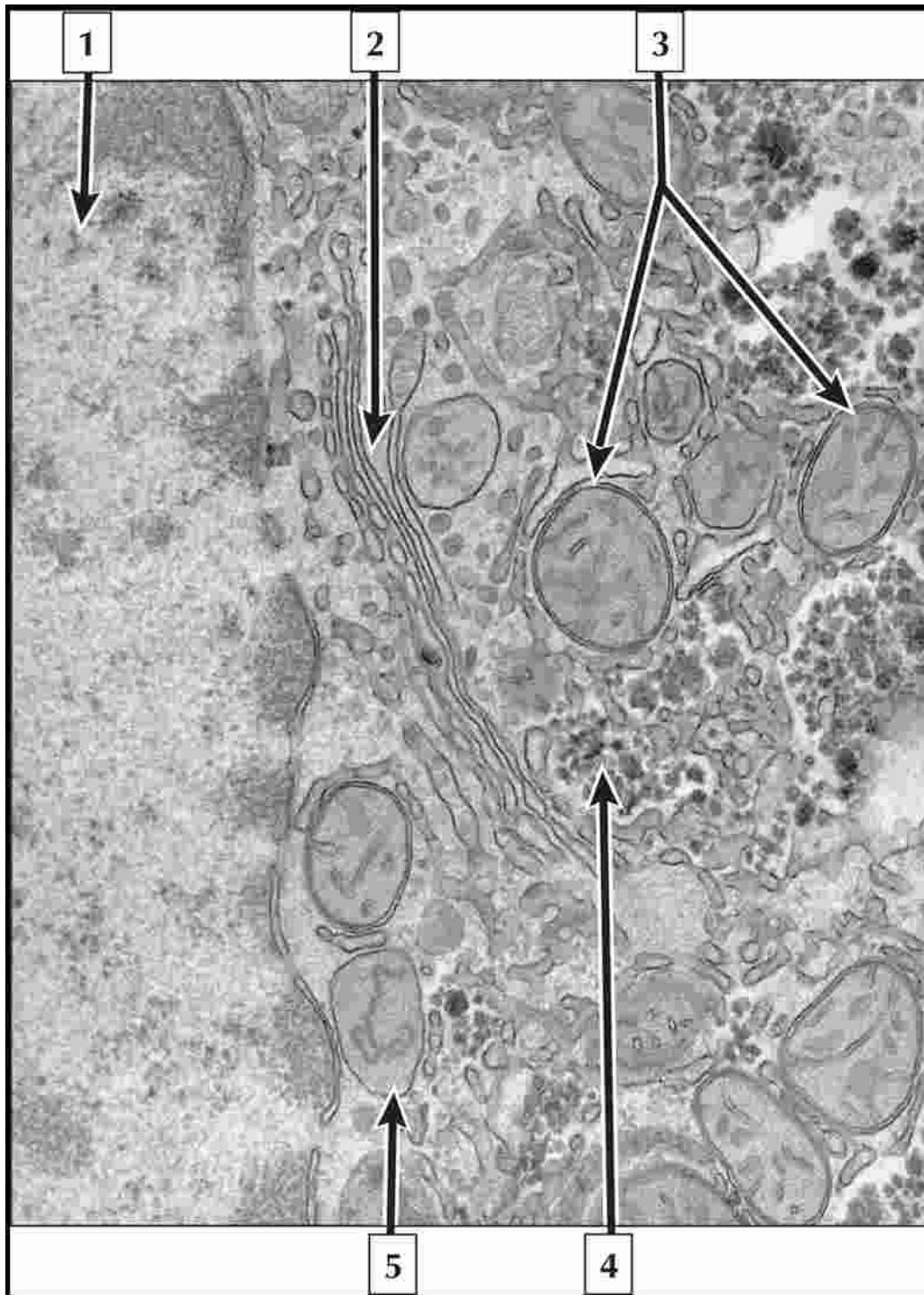
Comentario: El aparato o complejo de Golgi es un conjunto de sacos aplanados, ligeramente curvos, estrechamente apiñados y rodeados por membrana. Se trata de un orgánulo muy polarizado y compartimentalizado con un lado convexo y otro cóncavo y con tres compartimentos diferenciados por su función: una red *cis*-Golgi de vesículas en el lado convexo, un compartimento medio de sáculos planos apilados, y una red *trans*-Golgi de vesículas y vacuolas en el lado cóncavo, dedicadas a la distribución y clasificación de los productos destinados a la secreción. Cada sáculo del compartimento medio contiene un grupo diferente de enzimas procesadoras en sus membranas, llamadas proteínas integrales de membrana. Algunas células poseen un aparato de Golgi, mientras que otras, que presentan una síntesis activa de proteínas y polisacáridos, poseen varios. Las funciones del aparato de Golgi son la adición de glúcidos a proteínas para formar glicoproteínas, el ensamblaje de polisacáridos, la síntesis de lípidos de membrana y la producción de lisosomas destinados a la propia célula.

El **desensamblaje del aparato de Golgi** se produce en las células que experimentan apoptosis (o muerte celular programada), de manera que la fragmentación amplia e irreversible de este orgánulo genera pequeños componentes tubulovesiculares. Esta característica probablemente se debe a la escisión por la caspasa de las proteínas integrales de anclaje del aparato de Golgi. Las caspasas son proteasas presentes en el citoplasma que se activan en las fases iniciales de la apoptosis.

Esquema y microscopia electrónica a gran aumento del aparato de Golgi en los que se muestran sus compartimentos funcionales

Véase Netter. Histología esencial 1.16 y 1.17

1.8. Citoplasma



1. Núcleo
2. Aparato de Golgi
3. Mitocondrias

- 4. Glucógeno
- 5. Peroxisoma

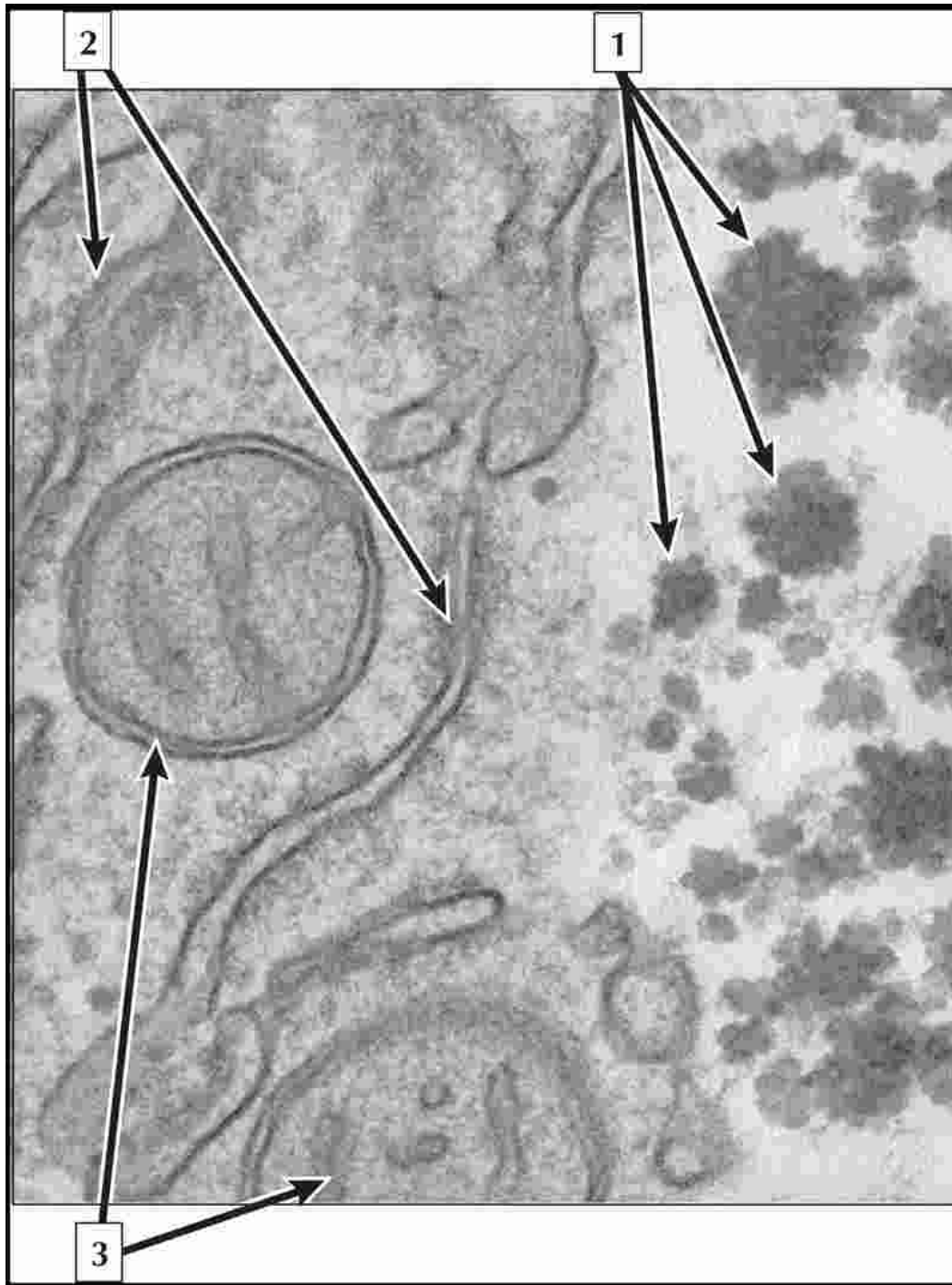
Comentario: El citoplasma es un gel acuoso complejo constituido por agua (alrededor del 70%), proteínas, lípidos, hidratos de carbono y moléculas orgánicas e inorgánicas. El citoplasma contiene orgánulos e inclusiones. Las partículas electrodensas de glucógeno presentes en el citoplasma forman agregados y no están rodeadas por membrana. Los peroxisomas están rodeados por una membrana sencilla y contienen depósitos cristalinos o filamentosos. Las mitocondrias se distinguen de los peroxisomas porque poseen una membrana interna y otra externa.

El **síndrome de Zellweger o cerebrohepatorrenal** es un trastorno de los peroxisomas que normalmente provoca anomalías cerebrales, renales y hepáticas. Los lactantes afectados fallecen poco después de nacer, con toda probabilidad a causa de un fracaso de la mielinización neuronal intrauterina.

Microscopia electrónica de varios peroxisomas en un hepatocito

Véase Netter. Histología esencial 1.19

1.9. Inclusiones



1. Rosetas de glucógeno
2. Retículo endoplasmático rugoso
3. Mitocondrias

Comentario: El glucógeno es una inclusión citoplasmática consistente en partículas electrodensas pequeñas (20-40 nm de diámetro). Se encuentran libres en el citoplasma y no están rodeadas por membrana. Los agregados de partículas de glucógeno forman unas placas irregulares conocidas como *partículas α* (o *rosetas*). El polímero de glucógeno- α -D-glucosa se almacena principalmente en el citoplasma de los hepatocitos y en las fibras del músculo esquelético. También se acumula en menor cantidad en las células de otros tejidos. La síntesis, el almacenamiento y la degradación del glucógeno se producen a gran velocidad en función de las necesidades. Al microscopio óptico, el glucógeno se puede visualizar mediante la tinción con *ácido peryódico de Schiff*.

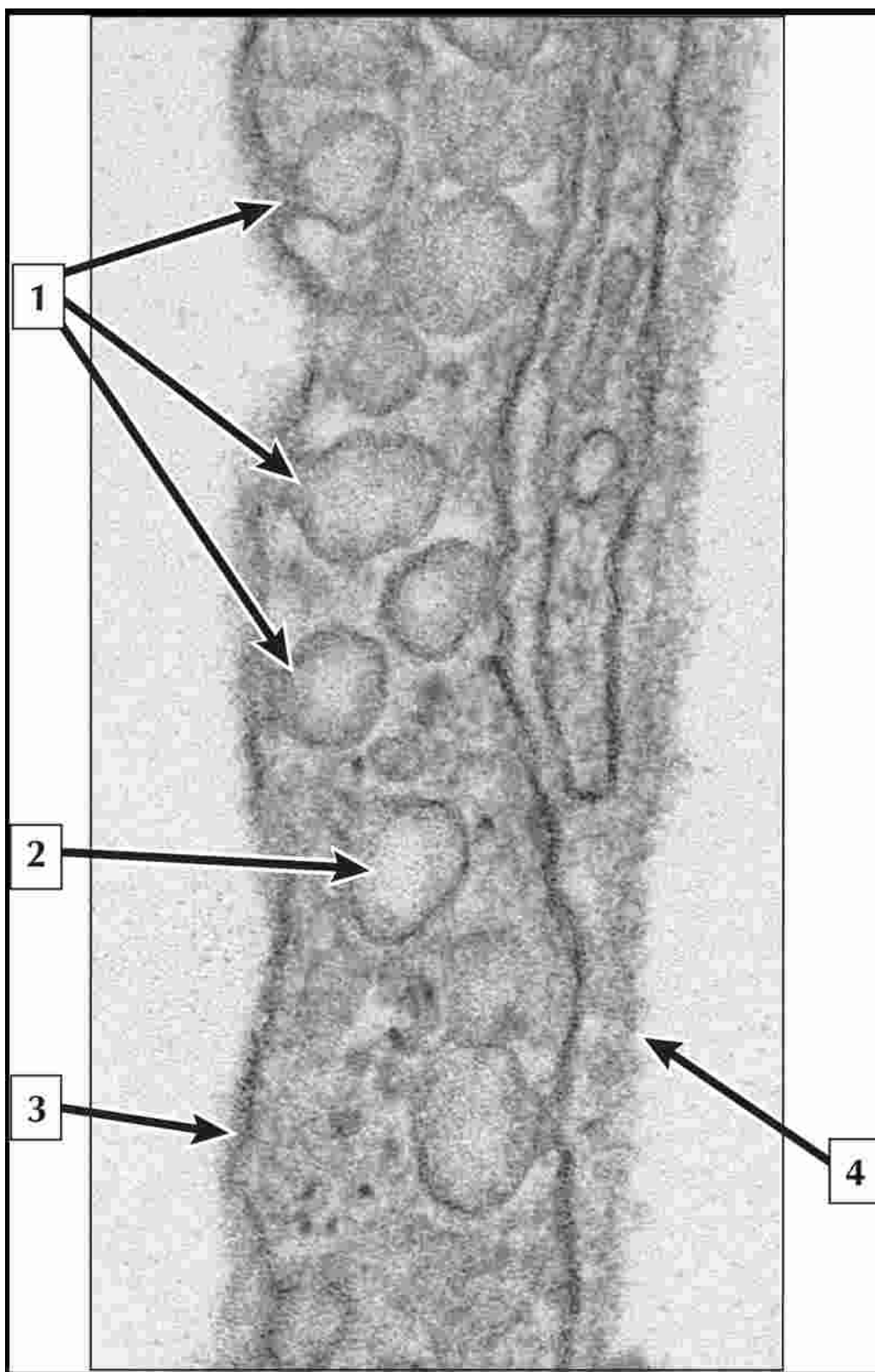
Las **glucogenosis**, o **enfermedades del almacenamiento del glucógeno**, comprenden más de 10 errores innatos hereditarios del metabolismo que afectan a la síntesis o a la descomposición del glucógeno. Se trata de **enfermedades autosómicas recesivas** que suelen manifestarse en la infancia.

La **enfermedad de von Gierke (glucogenosis de tipo I)** consiste en una deficiencia de la enzima glucosa-6-fosfatasa que provoca una acumulación anómala de glucógeno en las células musculares y hepáticas, con las consiguientes lesiones de los órganos específicos y morbilidad.

Microscopia electrónica a gran aumento de varias rosetas de glucógeno en un hepatocito

Véase Netter. Histología esencial 1.20

1.10. Vesículas citoplasmáticas



1. Caveolas
2. Vesícula citoplasmática
3. Membrana plasmática
4. Membrana basal

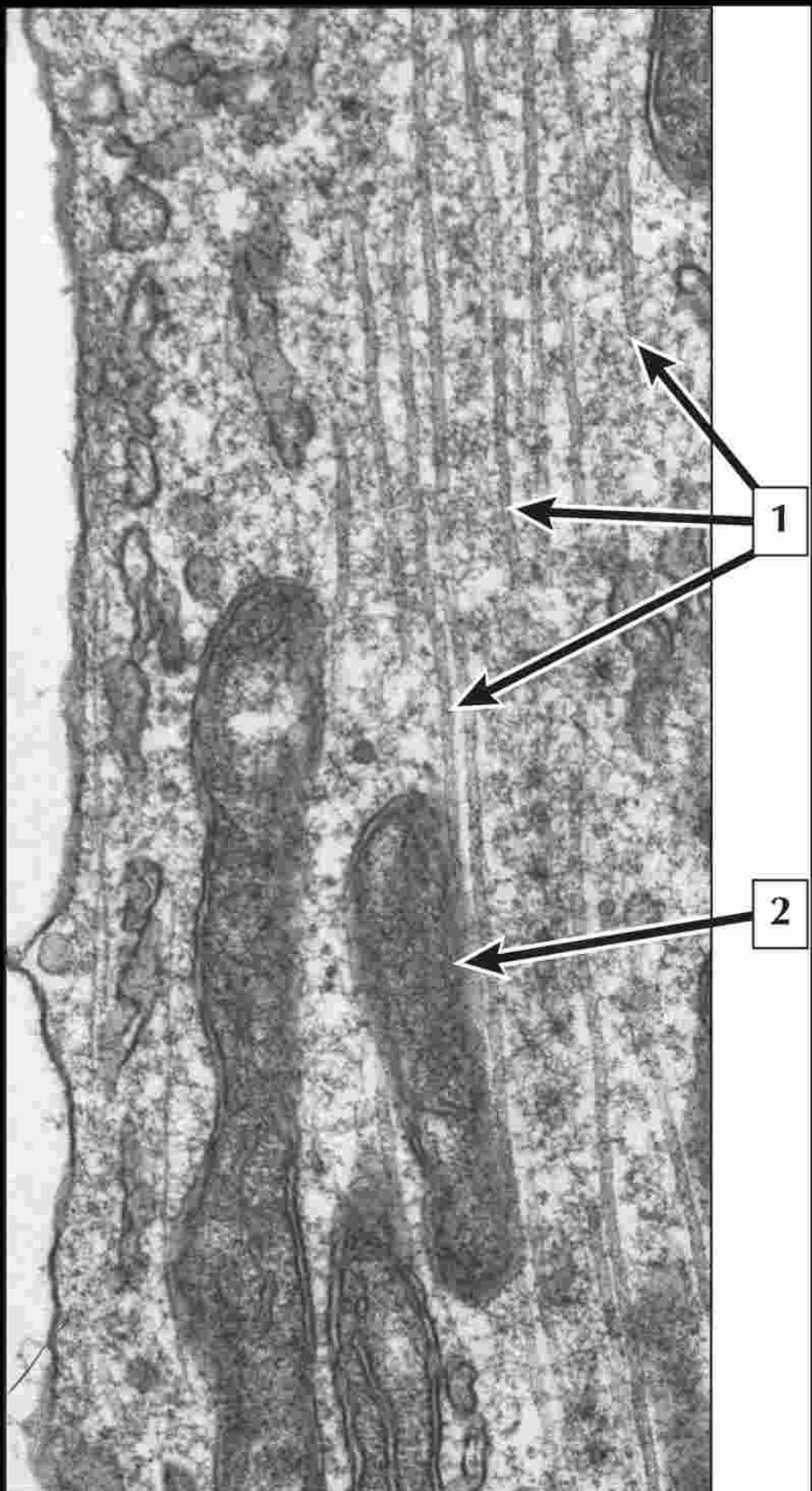
Comentario: Las células contienen varios tipos de vesículas envueltas de membrana que se forman por invaginación de la membrana plasmática. Acceden al citoplasma tras desprenderse de la superficie y son transportadas a otras partes de la célula. Muchas caveolas de las células endoteliales intervienen en la transcitosis, que consiste en que las vesículas procedentes de las caveolas atraviesan la célula y liberan su contenido en otra superficie. Otros tipos de vesículas citoplasmáticas, la mayoría de las cuales derivan del aparato de Golgi, participan en la exocitosis. Las vesículas se desplazan hasta la superficie de la célula, se fusionan con la membrana plasmática y liberan su contenido al exterior de la célula.

La **hipercolesterolemia familiar** es un trastorno autosómico dominante causado por una mutación de un gen del cromosoma 19 que codifica los receptores de las lipoproteínas de baja densidad. Los receptores defectuosos pierden su afinidad por las fosas recubiertas, por lo que la captación de colesterol queda bloqueada. Esto provoca un aumento importante del colesterol sérico, que puede generar lesiones ateroscleróticas prematuras en las paredes de vasos sanguíneos como las arterias coronarias.

Microscopia electrónica de varias caveolas y vesículas en una célula endotelial de un capilar

Véase Netter. Histología esencial 1.22

1.11. Citoesqueleto



-
1. Microtúbulos
 2. Mitocondria

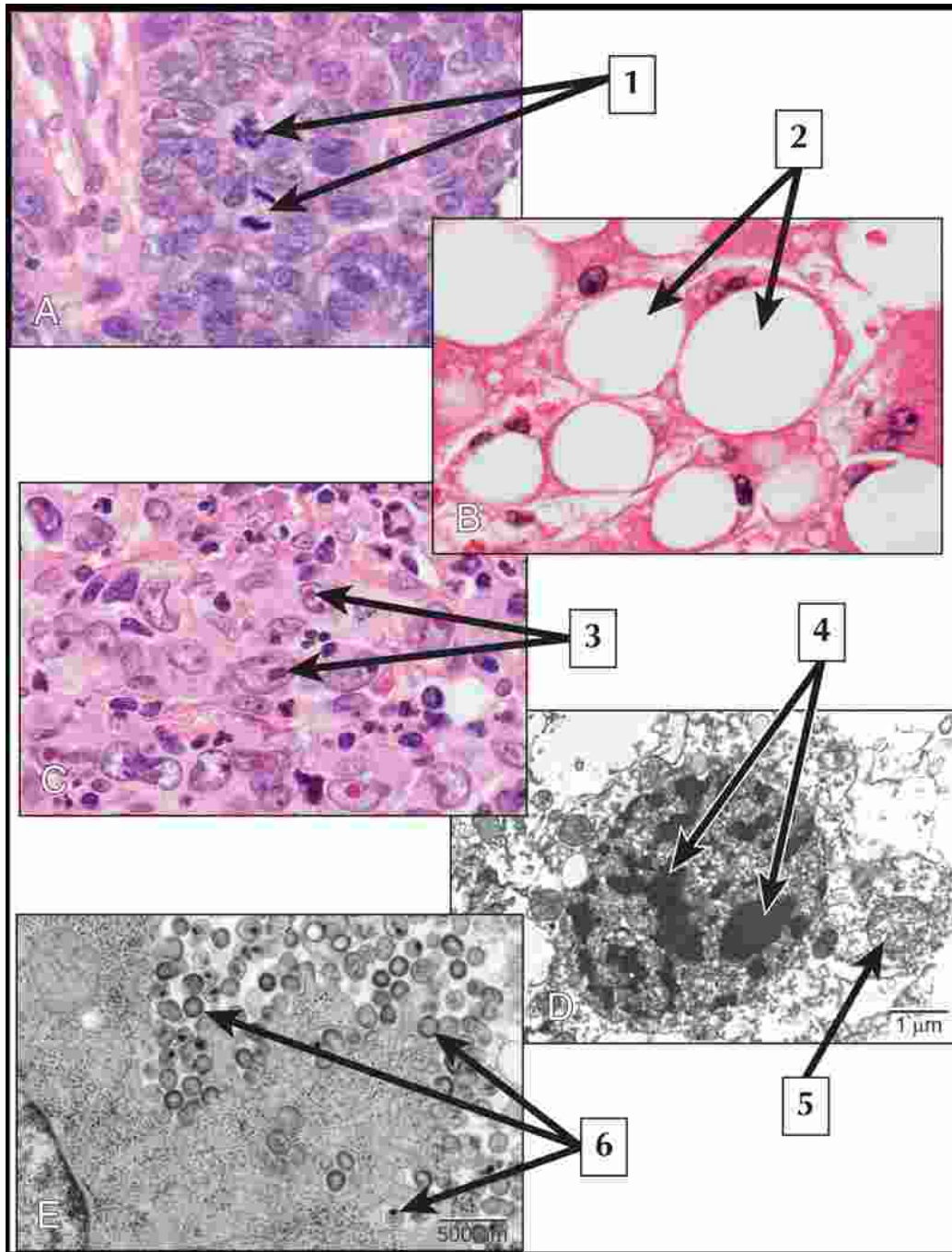
Comentario: Los microtúbulos son unos orgánulos cilíndricos huecos y semirrígidos de diámetro uniforme (25 nm), pero con una longitud muy variable. Son especialmente abundantes en las neuronas, plaquetas, leucocitos y células en división. Contribuyen a la resistencia mecánica y determinan la forma de la célula al ser uno de los principales componentes del citoesqueleto. Intervienen en el transporte intracelular de orgánulos (como las mitocondrias y las vesículas citoplasmáticas), la motilidad de cilios y flagelos y la citocinesis durante la división celular. Carecen de membrana y sus paredes están formadas por polímeros lineales (protofilamentos) de una proteína globular llamada tubulina. Los microtúbulos son el principal constituyente de los cilios, flagelos y centriolos.

Los **fármacos dirigidos contra los microtúbulos**, como el paclitaxel y la vinblastina, son **tratamientos antineoplásicos** utilizados para tratar muchos tipos de **cáncer** en el ser humano. Impiden la formación del huso mitótico en las células tumorales al inhibir la división celular en la transición metafase/anafase. La acción principal del paclitaxel consiste en estabilizar los microtúbulos, mientras que la vinblastina bloquea la mitosis al despolimerizar los microtúbulos.

Microscopia electrónica de los microtúbulos de una célula en cultivo

Véase Netter. Histología esencial 1.23

1.12. Histopatología



1. Figuras mitóticas (en un carcinoma basocelular de la piel)
2. Gotas lipídicas (en hepatocitos de un caso de esteatosis hepática)
3. Nucleolos y núcleos anómalos en un ganglio linfático (linfoma de Hodgkin)

4. Cromatina condensada en el núcleo de una neurona en proceso de degeneración
5. Mitocondria tumefacta en el citoplasma de una neurona en proceso de degeneración
6. Viriones (del VIH) liberados por una célula infectada

Comentario: Las adaptaciones celulares y tisulares que se manifiestan en la **patogenia** pueden verse precipitadas por hipoxia, toxicidad química, infecciones, reacciones inmunitarias, mutaciones genéticas, carencias nutricionales, daño físico o envejecimiento. Entre las posibles alteraciones se incluyen la **atrofia celular** (encogimiento), la **hipertrofia** (aumento del tamaño celular), la **hiperplasia** (aumento del número celular), la **metaplasia** (cambio de tipo celular), la **displasia** (cambio anormal del tamaño, la forma o la organización celular), la **necrosis** (muerte celular) y la **apoptosis** (muerte celular programada). Es importante reconocer los estadios de la necrosis; a menudo comienzan en el núcleo y consisten en encogimiento (picnosis) y aglomeración de la **cromatina**, seguidos de la desintegración de las membranas nuclear y plasmática, la hinchazón de los orgánulos (p. ej., mitocondrias, retículo endoplasmático) y desnaturalización de las proteínas. En determinadas enfermedades se produce una acumulación anómala de subproductos en las células (p. ej., lípidos en la esteatosis hepática). Las principales características que determinan el tipo tumoral son el **tamaño nuclear** (relación núcleo-citoplasma) y la presencia de **figuras mitóticas**. Los tumores de crecimiento rápido muestran numerosas mitosis y **núcleos** agrandados o **pleomórficos** con inclusiones. La microscopia óptica y electrónica también permiten visualizar agentes causantes de infecciones (p. ej., **parásitos, hongos, bacterias, virus**) en células y tejidos, lo que puede contribuir a determinar la estrategia de tratamiento clínico.

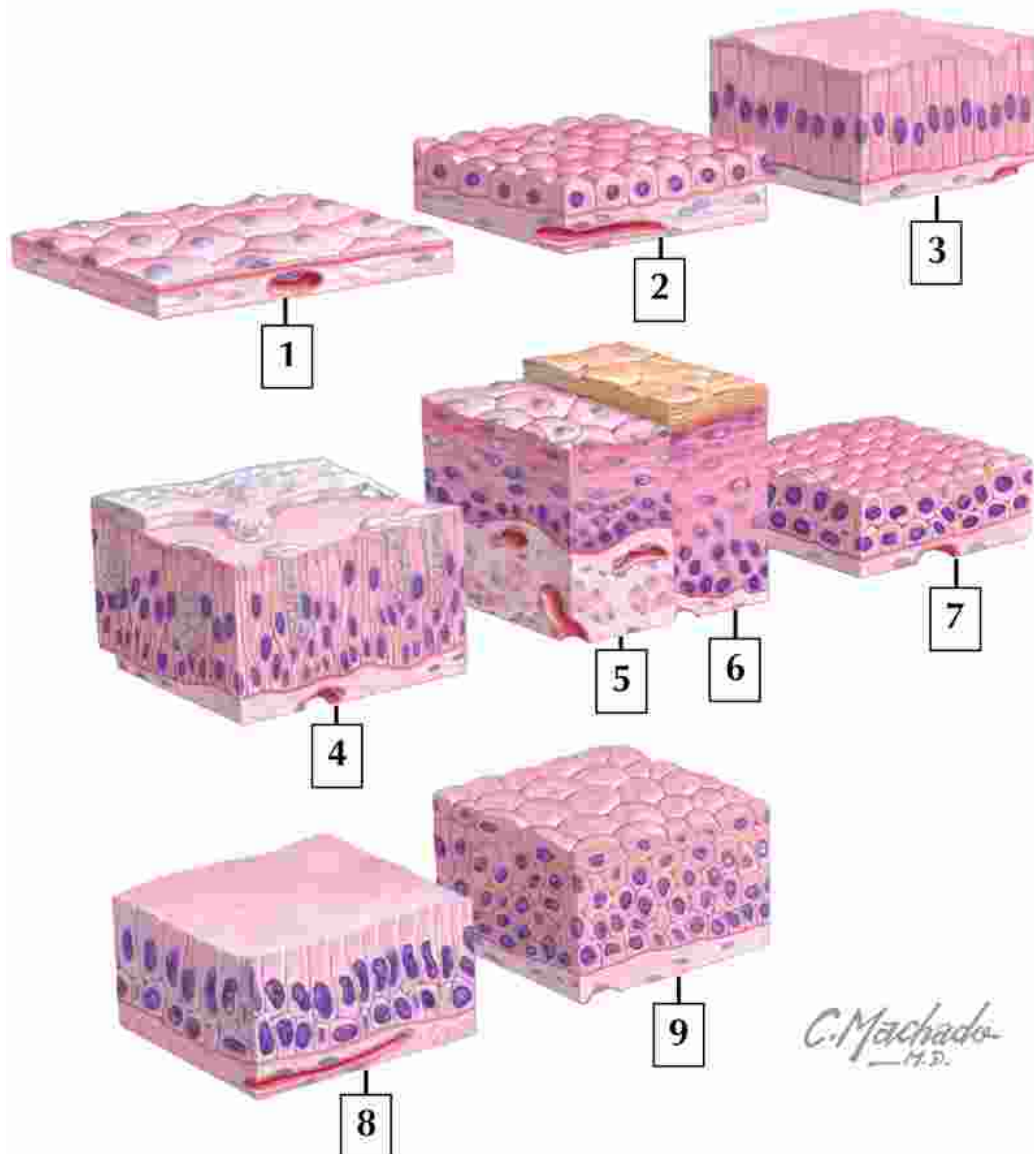
Microscopia óptica de un carcinoma basocelular (A), una esteatosis hepática (B), un ganglio linfático en un caso de linfoma de Hodgkin (C) y microscopia electrónica de un núcleo picnótico en una neurona en proceso de degeneración (D) y de una célula en cultivo infectada por el VIH (E)

2: Epitelio y glándulas exocrinas

- 2.1 Clasificación de los epitelios
- 2.2 Epitelio plano simple
- 2.3 Epitelio cilíndrico simple y pseudoestratificado
- 2.4 Epitelio cilíndrico simple
- 2.5 Epitelio plano estratificado queratinizado
- 2.6 Epitelio estratificado
- 2.7 Epitelio de transición
- 2.8 Clasificación de las glándulas exocrinas
- 2.9 Células serosas
- 2.10 Células mucosas
- 2.11 Glándula mamaria
- 2.12 Cáncer de mama

2.1. Clasificación de los epitelios

Identifique los tipos de epitelio.



1. Plano simple
2. Cúbico simple
3. Cilíndrico simple
4. Cilíndrico pseudoestratificado
5. Plano estratificado no queratinizado
6. Plano estratificado queratinizado
7. Cúbico estratificado

- 8. Cilíndrico estratificado
- 9. De transición (urotelio)

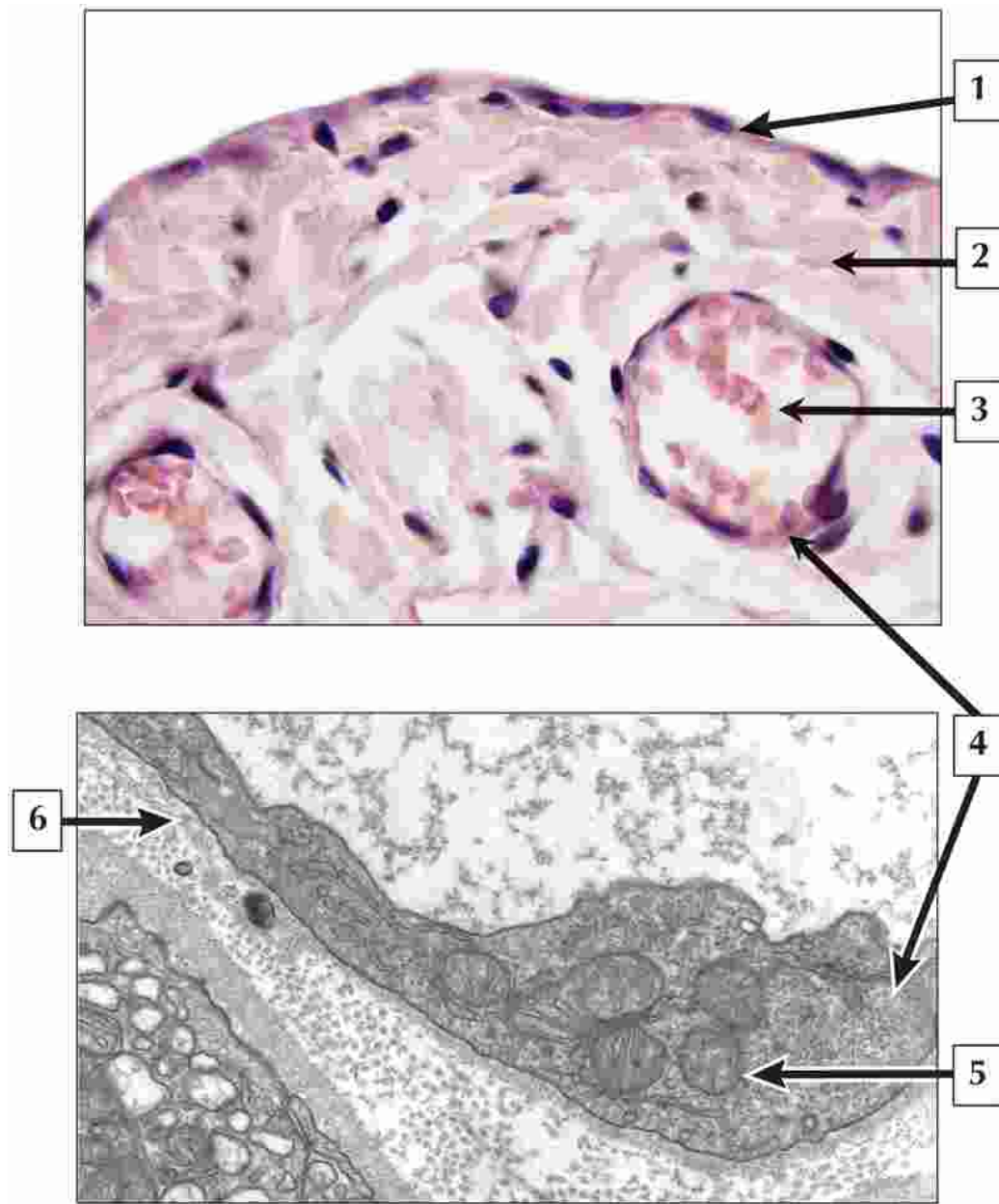
Comentario: El epitelio consta de capas continuas de células que revisten las cavidades internas y cubren las superficies externas del cuerpo. También puede formar glándulas en el tejido conjuntivo subyacente. La principal función del epitelio es formar una barrera selectiva que protege los tejidos. Las células epiteliales intervienen en la síntesis, secreción, absorción y recepción sensorial. Presentan un elevado índice mitótico, ya que su superficie libre se encuentra sometida a estrés mecánico y traumatismos.

El epitelio está expuesto a superficies a las que los carcinógenos pueden acceder libremente. Por esta razón, los tipos más frecuentes de **cáncer** (o **neoplasias malignas**) de los adultos se originan a partir de células epiteliales. Las neoplasias de crecimiento lento son **tumores benignos**, mientras que aquellas con capacidad de invadir (o metastatizar) tejidos y órganos situados a distancia son **tumores malignos**.

Esquema de los distintos tipos de epitelios de recubrimiento y revestimiento

Véase Netter. Histología esencial 2.1

2.2. Epitelio plano simple



1. Mesotelio
2. Tejido conjuntivo
3. Luz de la vénula
4. Célula endotelial (endotelio)
5. Mitocondria
6. Lámina basal

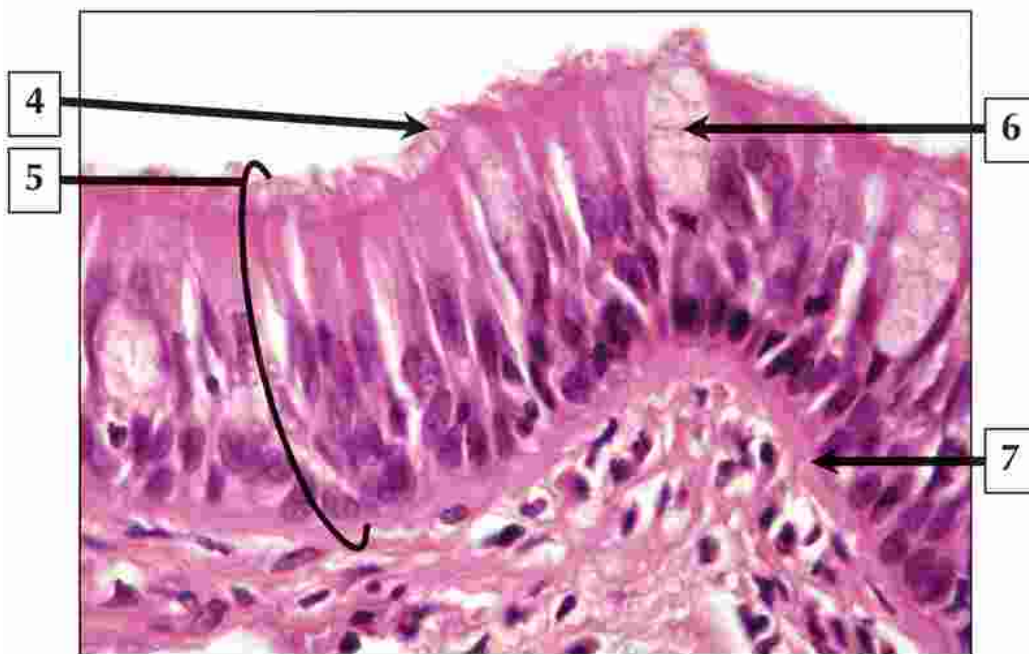
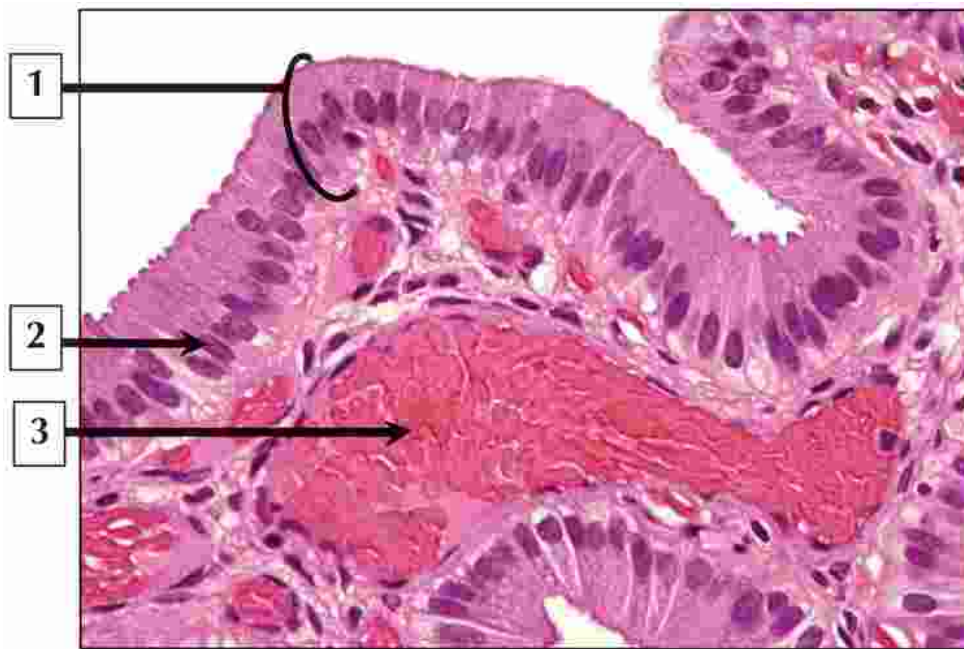
Comentario: El epitelio plano simple reviste las cavidades viscerales, la luz de los vasos y los túbulos del organismo. Este epitelio es sumamente delgado y delicado, y es muy sensible a los artefactos durante su preparación histológica. Actúa como una barrera activa que permite la difusión rápida de muchas sustancias, como del agua en el asa de Henle y el aire en los pulmones, y constituye el endotelio de los vasos sanguíneos y linfáticos. También reviste los órganos y mesenterios de las cavidades torácica y peritoneal, donde se denomina *mesotelio*.

Los **mesoteliomas malignos** son un tipo raro y agresivo de tumores que pueden originarse a partir de las membranas serosas parietales y viscerales de las cavidades pleural, peritoneal y pericárdica. El **mesotelioma pleural** (que es el tipo más frecuente) suele deberse a la exposición profesional al amianto y tiene un periodo de latencia prolongado entre la exposición inicial y la aparición de los síntomas.

Imagen al microscopio óptico de la serosa de la vejiga urinaria e imagen al microscopio electrónico de una célula endotelial de un capilar

Véase Netter. Histología esencial 2.2 y 2.3

2.3. Epitelio cilíndrico simple y pseudoestratificado



1. Epitelio cilíndrico simple
2. Núcleo de una célula de epitelio cilíndrico
3. Luz de la vénula

4. Borde ciliado
5. Epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado (respiratorio)
6. Célula caliciforme
7. Membrana basal

Comentario: El **epitelio cilíndrico simple** reviste el intestino delgado y grueso, el revestimiento interno del estómago, los conductos principales de las glándulas, los túbulos contorneados del riñón, los bronquios de pequeño calibre y algunas partes de los aparatos genitales masculino y femenino. La base de cada célula descansa sobre una membrana basal y la superficie apical se encuentra en contacto con la luz. El núcleo es ovoideo y se localiza en el centro o en la base de la célula. Este epitelio se encuentra principalmente en lugares que intervienen en la protección de superficies húmedas, la absorción de nutrientes y la secreción.

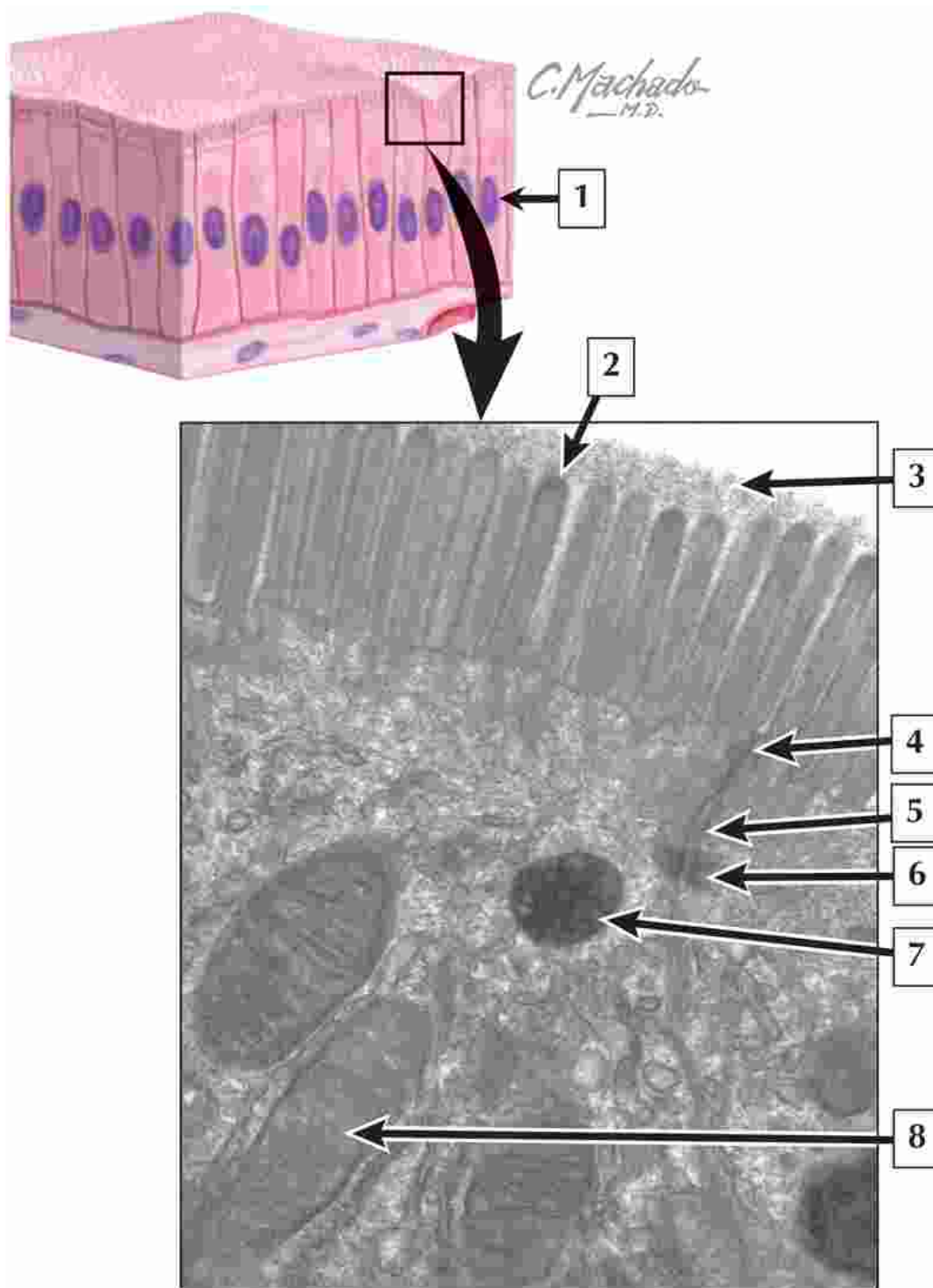
El **epitelio pseudoestratificado (respiratorio)** consta de más de un tipo de células epiteliales variables en tamaño, forma y función. La capa basal está formada por células de reemplazo (progenitoras) que conservan la capacidad mitótica. Las capas más apicales de núcleos corresponden a las células cilíndricas altas, muchas de las cuales poseen cilios en su superficie. Todas las células se encuentran en contacto con una membrana basal, pero solo algunas alcanzan la superficie libre. Este epitelio suele contener células mucosas caliciformes.

La **metaplasia epitelial** se produce cuando un epitelio diferenciado se transforma en otro tipo de tejido epitelial adulto. En las vías respiratorias, a menudo se produce la metaplasia del epitelio respiratorio en epitelio plano estratificado como respuesta protectora frente al tabaquismo crónico.

Imágenes al microscopio óptico del revestimiento interno de la vesícula biliar y del epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado con células caliciformes que reviste las vías respiratorias altas

Véase Netter. Histología esencial 2.5 y 2.6

2.4. Epitelio cilíndrico simple



1. Núcleo de una célula del epitelio cilíndrico
2. Microvellosidad
3. Glicocáliz

4. Unión estrecha
5. Unión intermedia
6. Desmosoma
7. Lisosoma
8. Mitocondria

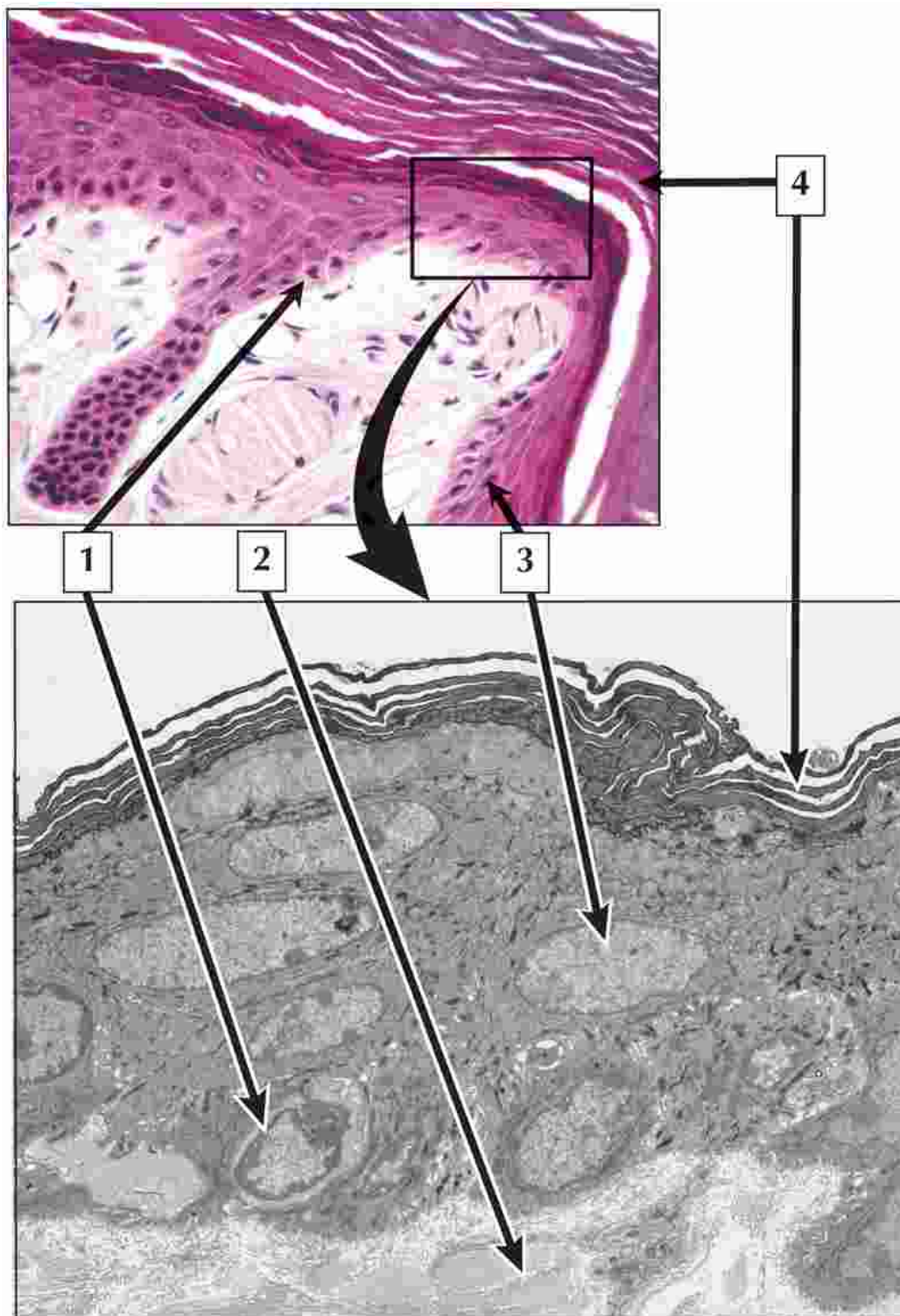
Comentario: El epitelio cilíndrico simple consiste en una capa de células más altas que anchas. Las superficies libres de las células a menudo presentan microvellosidades, que son proyecciones celulares digitiformes finas, para aumentar la superficie. Cuando las microvellosidades son grandes, tienen un tamaño uniforme y se encuentran muy apiñadas, forman un borde en cepillo o estriado. Se encuentran bordes en cepillo compuestos totalmente por microvellosidades en la superficie apical de los enterocitos del intestino delgado y de las células del túbulo proximal del riñón. La principal función de estas células es la absorción.

Las lesiones de las microvellosidades del intestino delgado y grueso pueden provocar **malabsorción** de nutrientes, vitaminas y metabolitos. La **enfermedad de inclusión de microvellosidades** es un trastorno congénito que se caracteriza por una alteración en la formación de las microvellosidades en la membrana apical de los enterocitos.

Esquema de un epitelio cilíndrico e imagen al microscopio electrónico del borde en cepillo de dos enterocitos del intestino delgado

Véase Netter. Histología esencial 2.5

2.5. Epitelio plano estratificado queratinizado



1. Célula basal
2. Dermis (colágeno)

3. Núcleo de un queratinocito
4. Queratina

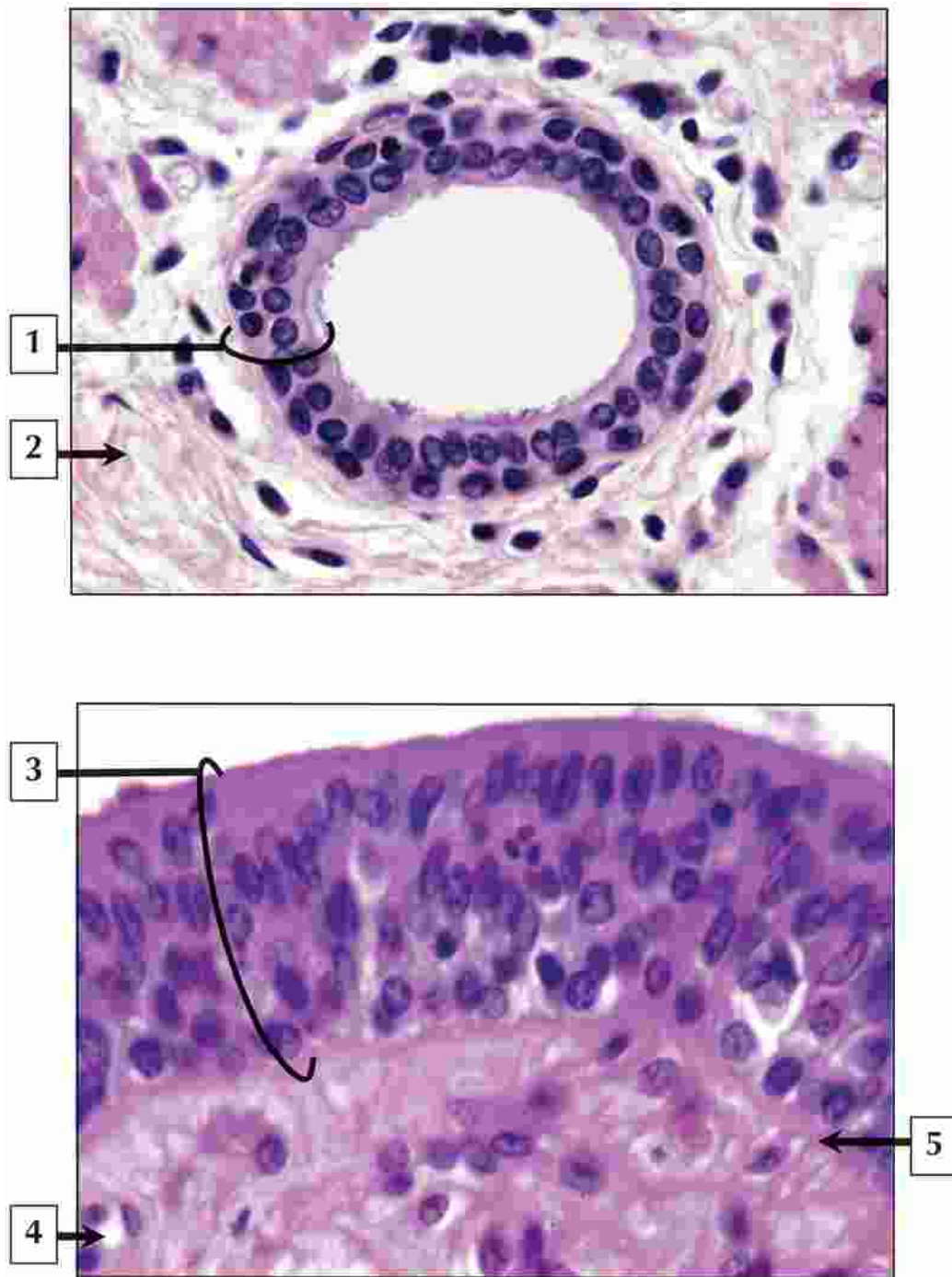
Comentario: El epitelio plano estratificado queratinizado es resistente y flexible; su misión principal es proteger de la excoriación y la deshidratación. También impide la invasión por patógenos, bacterias y otros agentes infecciosos. En la epidermis de la piel, la capa superficial consta de células muertas sin núcleo cuyo citoplasma contiene placas de la proteína queratina, que refuerza e impermeabiliza el tejido. Este epitelio tiene una superficie más bien seca y escamosa. También recubre la superficie externa del tímpano, algunas partes de la cavidad bucal y las uniones mucocutáneas. El epitelio queratinizado que constituye la epidermis de la piel se renueva cada 15-30 días.

El **carcinoma basocelular** (o **de células basales**) y el **carcinoma epidermoide** son los tipos más frecuentes de **cáncer de piel**. Estas neoplasias malignas pueden aparecer a consecuencia de una exposición excesiva a la luz solar, sustancias químicas o quemaduras, o bien tener un origen genético. Por lo general, el diagnóstico se establece mediante una simple biopsia del área afectada, y los tumores suelen extirparse quirúrgicamente.

Imágenes al microscopio óptico y electrónico del epitelio plano estratificado queratinizado de la epidermis

Véase Netter. Histología esencial 2.7 y 2.8

2.6. Epitelio estratificado



1. Epitelio cúbico estratificado (conducto de una glándula mucosa)
2. Tejido conjuntivo (estroma)
3. Epitelio cilíndrico estratificado (de la uretra masculina)
4. Capilar

5. Membrana basal

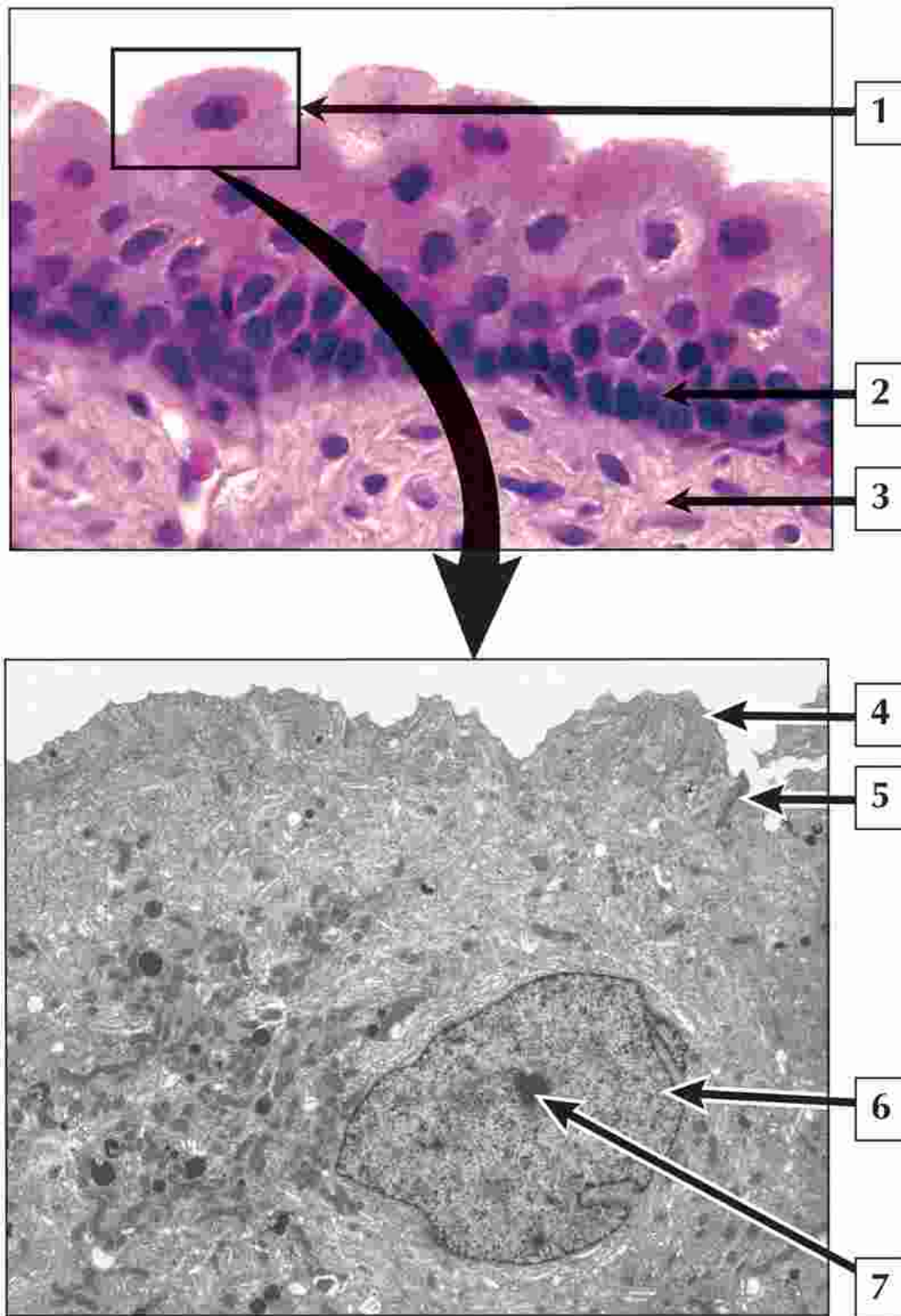
Comentario: Los epitelios cúbico y cilíndrico estratificados presentan una distribución limitada en el adulto. Ambos contienen dos o más capas de células. Al ser estratificados, su función es principalmente protectora y son más adecuados que los epitelios simples para resistir el desgaste. El epitelio cúbico estratificado, que suele constar de dos capas de células, reviste los conductos de las glándulas sudoríparas y otras glándulas exocrinas. El epitelio cilíndrico estratificado se encuentra en la faringe y la laringe, la conjuntiva palpebral, los conductos mayores de las glándulas exocrinas y algunas partes de la uretra masculina. También puede encontrarse en zonas de transición epitelial, interpuesto entre otros dos tipos de epitelios. Estas interfases epiteliales abruptas se localizan en la epiglotis y la unión anorrectal.

La **uretritis** es una inflamación del revestimiento ureteral y puede ocasionarla una infección vírica, bacteriana o una reacción a distintas sustancias. La infección o irritación provoca un infiltrado leucocitario y tumefacción de la submucosa. Si no se tratan adecuadamente, estas infecciones pueden ascender por las vías urinarias hasta la vejiga, los uréteres y los riñones.

Imágenes al microscopio óptico del epitelio cúbico estratificado que reviste el conducto de una glándula mucosa y el epitelio cilíndrico estratificado de la uretra masculina

Véase Netter. Histología esencial 2.9

2.7. Epitelio de transición



1. Célula superficial
2. Núcleo de una célula basal

3. Lámina propia (tejido conjuntivo laxo)
4. Membrana plasmática apical
5. Complejo de unión (unión estrecha)
6. Núcleo
7. Nucleolo

Comentario: El epitelio de transición (urotelio) posee múltiples capas y se encuentra en las porciones inferiores de las vías urinarias, donde reviste la pelvis renal, los uréteres, la vejiga urinaria y parte de la uretra. Su morfología no es rígida, sino que se adapta rápidamente a la contracción y distensión; pasando de ser un epitelio alto (entre cinco y siete capas de células) en la vejiga vacía a un epitelio más delgado (con dos o tres capas de células) en la vejiga dilatada. Las células superficiales (con forma de paraguas) son sumamente dinámicas y se encuentran en la superficie luminal. Son capaces de inducir cambios cíclicos en los componentes de la membrana apical para adaptarse a las variaciones del área de la superficie.

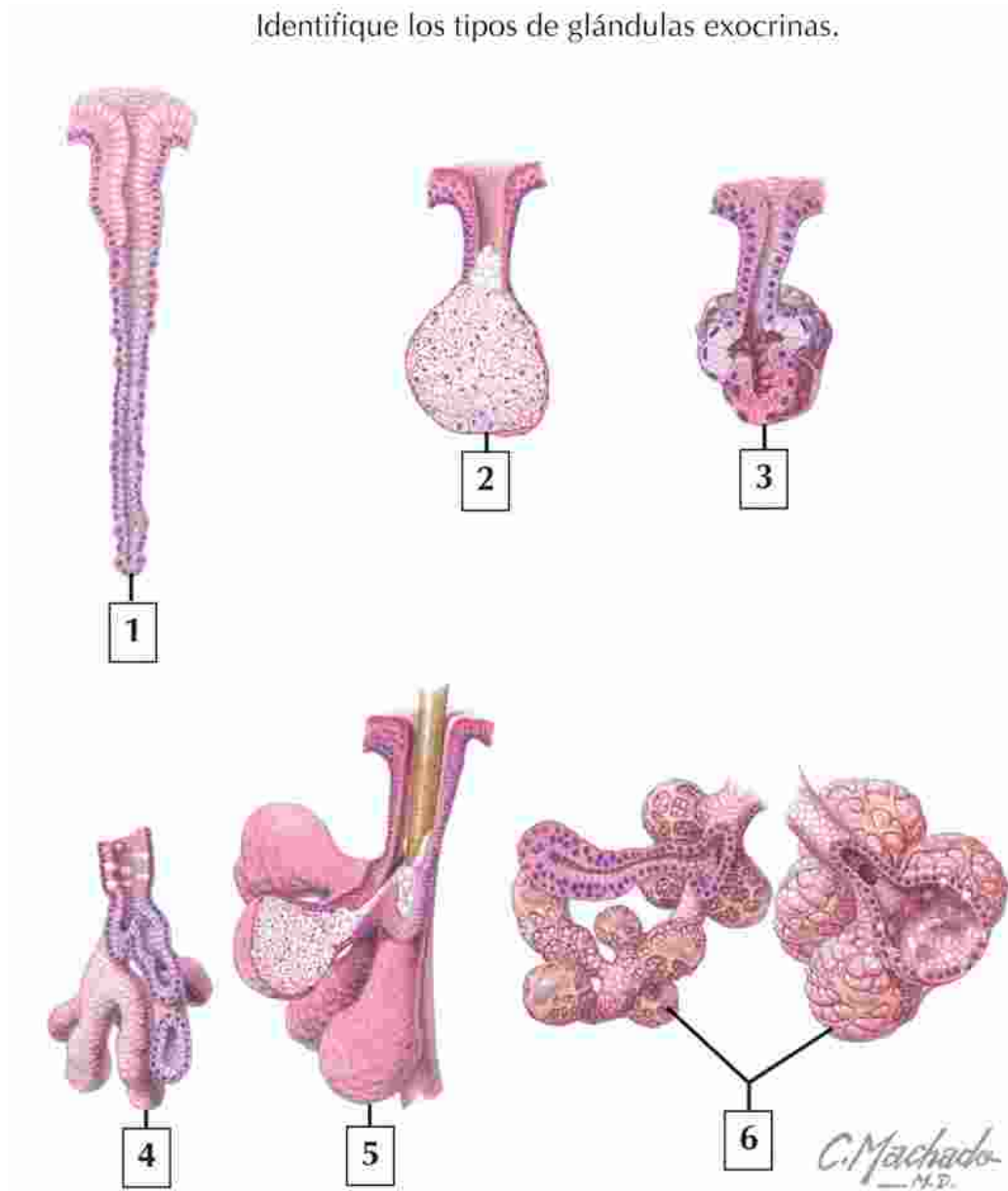
El **carcinoma de células de transición** es una **neoplasia maligna** frecuente del aparato urinario que se origina a partir del urotelio de la pelvis renal, los uréteres o la vejiga. Suele ser mortal si no se trata. La **hematuria** (presencia de sangre en la orina) y el dolor secundario a la obstrucción gradual de la micción suelen ser los síntomas de presentación.

Imagen al microscopio óptico de una vejiga urinaria distendida e imagen al microscopio electrónico de una célula superficial que recubre la vejiga

Véase Netter. Histología esencial 2.10 y 2.11

2.8. Clasificación de las glándulas exocrinas

Identifique los tipos de glándulas exocrinas.



1. Tubular simple
2. Acinar simple
3. Tubuloacinar simple
4. Tubular compuesta
5. Acinar compuesta
6. Tubuloacinar (o tubuloalveolar) compuesta

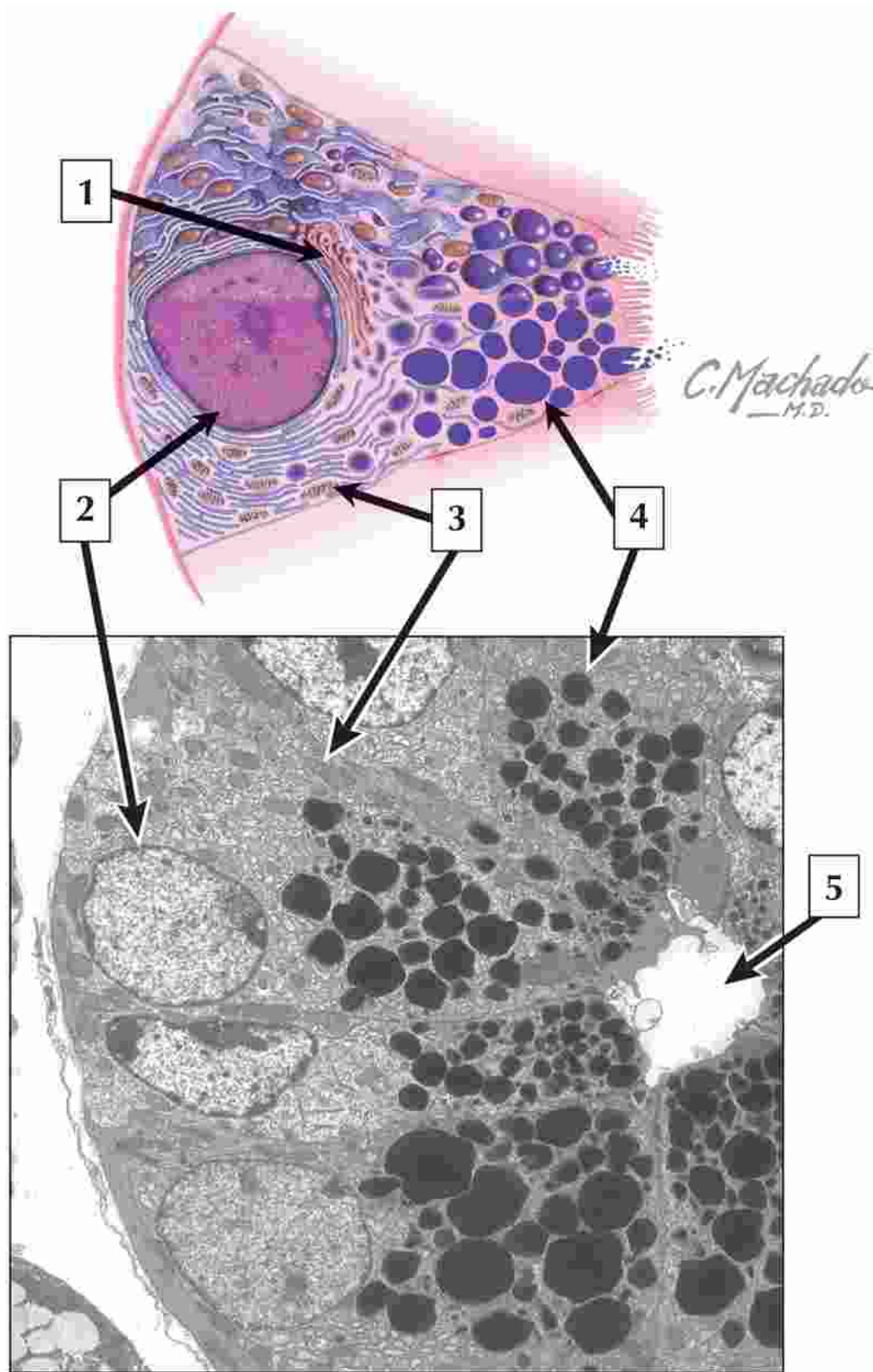
Comentario: Las glándulas exocrinas multicelulares se clasifican en función de su forma y de la distribución de las unidades secretoras. Pueden ser **tubulares**, **acinares (alveolares)** o **tubuloacinares** (es decir, **mixtas**). También pueden clasificarse según la estructura del sistema de conductos en **simples** o no ramificadas, como las glándulas sudoríparas, y **compuestas** o ramificadas, como las de la mayoría de los órganos (p. ej., páncreas e hígado). Las glándulas pueden clasificarse por el tipo de secreciones: pueden ser **mucosas**, cuando las secreciones consisten en una glicoproteína viscosa llamada moco; **serosas**, cuando las secreciones son acuosas y ricas en enzimas, o **seromucosas mixtas**, cuando una glándula produce secreciones de ambos tipos. Las glándulas también pueden clasificarse en función del modo de secreción. La **secreción merocrina** (la más frecuente) consiste en la liberación (o exocitosis) de vesículas de secreción desde las células mediante fusión con las membranas plasmáticas. La **secreción apocrina**, que se da en las glándulas mamarias, consiste en la liberación del citoplasma apical de las células. La **secreción holocrina** de las glándulas sebáceas de la piel consiste en la desintegración y liberación de células enteras.

Los **tumores malignos** de las células epiteliales glandulares se conocen como **adenocarcinomas**. Estos tumores poseen propiedades glandulares (secretoras) y entre ellos se incluyen los cánceres de mama, próstata, colon, estómago, páncreas, tiroides y cuello uterino.

Esquema de los distintos tipos de glándulas exocrinas

Véase Netter. Histología esencial 2.13

2.9. Células serosas



1. Aparato de Golgi
2. Núcleo
3. Mitocondria
4. Vesícula secretora
5. Luz del acino seroso

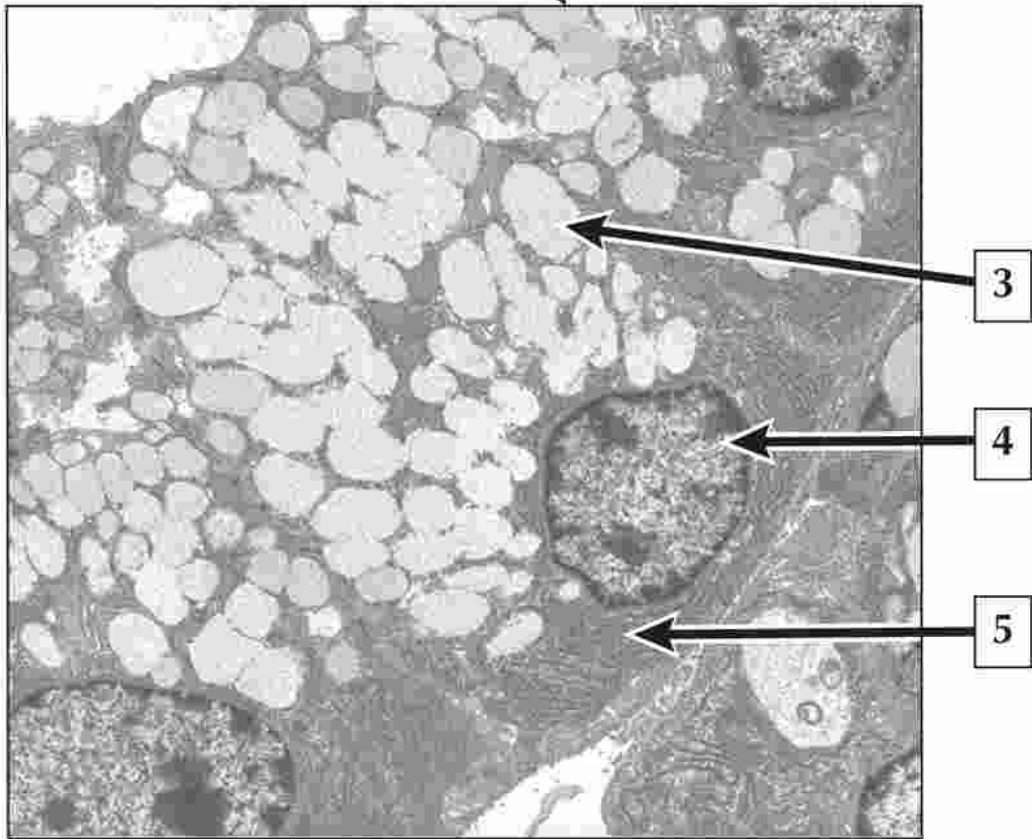
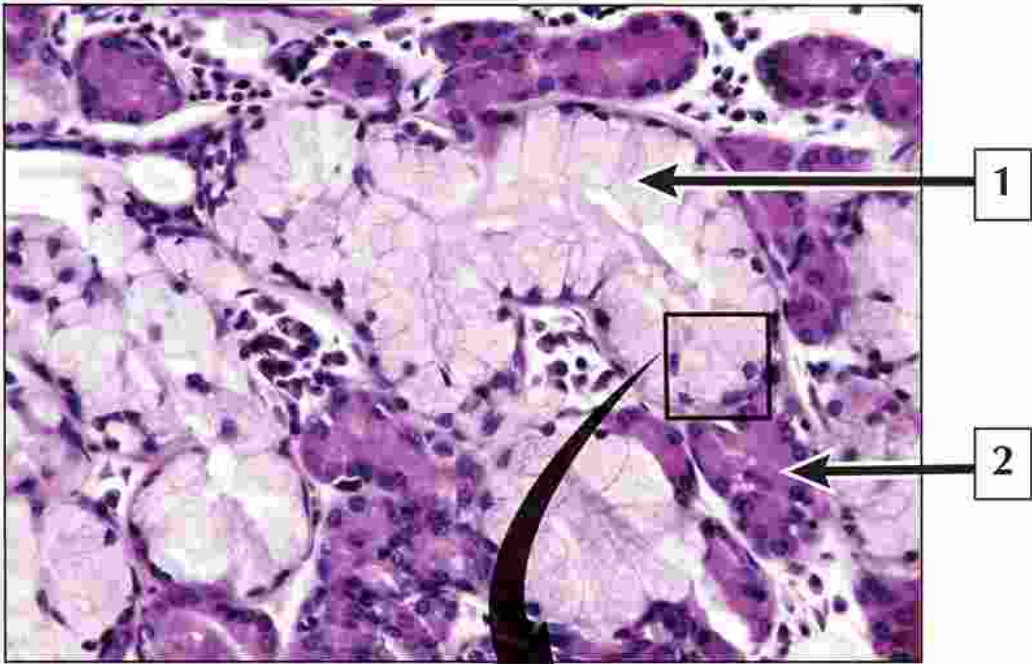
Comentario: Las células serosas son células secretoras polarizadas que producen una secreción de proteínas que característicamente contiene enzimas. Se encuentran en las unidades secretoras de las glándulas serosas puras, como la parótida, la glándula lagrimal y el páncreas exocrino. También se encuentran presentes en las glándulas seromucosas mixtas, como las glándulas salivales mayores y menores y las situadas en las paredes de las vías respiratorias altas. Ultraestructuralmente, las células serosas contienen gránulos que concentran el producto de secreción y dan lugar a vesículas electrodensas (también conocidas como *gránulos de zimógeno*), que se acumulan en el citoplasma apical para su almacenamiento transitorio previo a su liberación. El contenido de las vesículas secretoras maduras se libera en la superficie apical de la célula mediante exocitosis.

La **parotiditis** es una inflamación dolorosa del tejido glandular de la glándula parótida. Suele deberse a una infección vírica contagiosa (**papera**, producidas por el **paramixovirus**) o producirse por una infección bacteriana, y puede causar la destrucción de las células acinares serosas. La recuperación suele ser completa, y la inmunidad frente a la enfermedad persiste de por vida.

Esquema de una célula serosa típica e imagen al microscopio electrónico de parte de un acino seroso

Véase Netter. Histología esencial 2.15

2.10. Células mucosas



1. Acino mucoso
2. Acino seroso
3. Vesícula secretora o gota de moco
4. Núcleo
5. Retículo endoplasmático rugoso (RER)

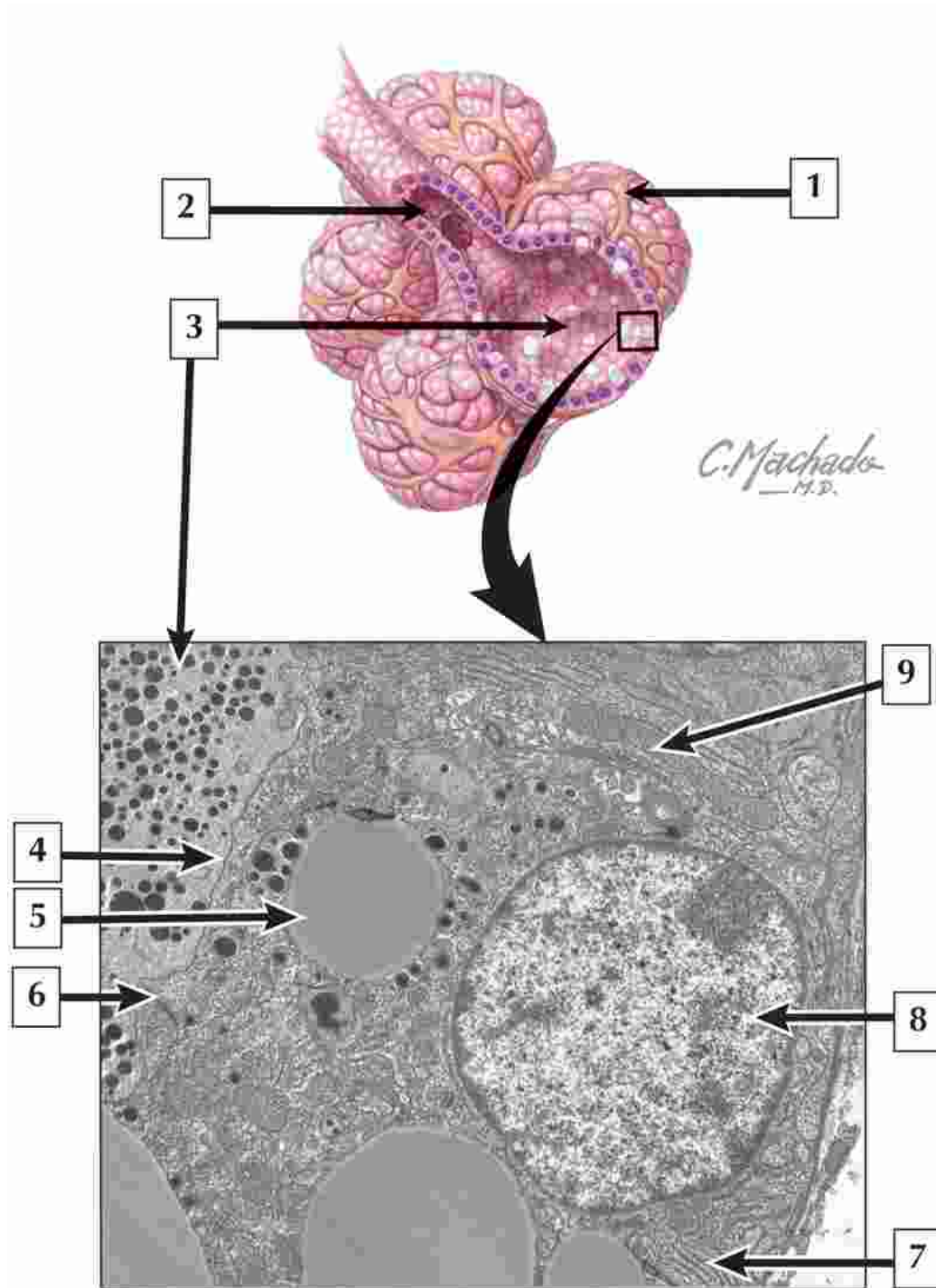
Comentario: El moco (o mucina) es un conjunto de glicoproteínas muy viscoso que protege y lubrica las superficies. Las células productoras de moco están ampliamente distribuidas y pueden encontrarse aisladas, como las células caliciformes de los epitelios del tubo digestivo y los aparatos respiratorio y reproductor, o agrupadas organizadas en túbulos o acinos. Conviene destacar que estas células se encuentran en las glándulas salivales mayores y menores de la cavidad bucal, que son mucosas puras o seromucosas mixtas. La mayoría de los métodos histológicos disuelven las gotas de moco que ocupan gran parte del citoplasma, por lo que, en los cortes normales teñidos con hematoxilina y eosina, el citoplasma presenta un aspecto pálido y vacuolado.

La **producción excesiva de moco** en el aparato respiratorio puede deberse a una respuesta inmunitaria frente a determinados alérgenos (p. ej., **asma**), a la **enfermedad pulmonar obstructiva crónica**, a contaminantes, a infecciones o a enfermedades genéticas como la fibrosis quística. El exceso de moco bloquea las vías respiratorias y provoca sibilancias y disnea.

Imagen al microscopio óptico de una glándula seromucosa de la tráquea e imagen al microscopio electrónico de un acino mucoso de una glándula salival mixta

Véase Netter. Histología esencial 2.16

2.11. Glándula mamaria



1. Célula mioepitelial
2. Conducto
3. Luz del alveolo

4. Membrana plasmática apical
5. Gota lipídica
6. Unión intercelular (estrecha)
7. Retículo endoplasmático rugoso (RER)
8. Eucromatina nuclear
9. Mitocondria

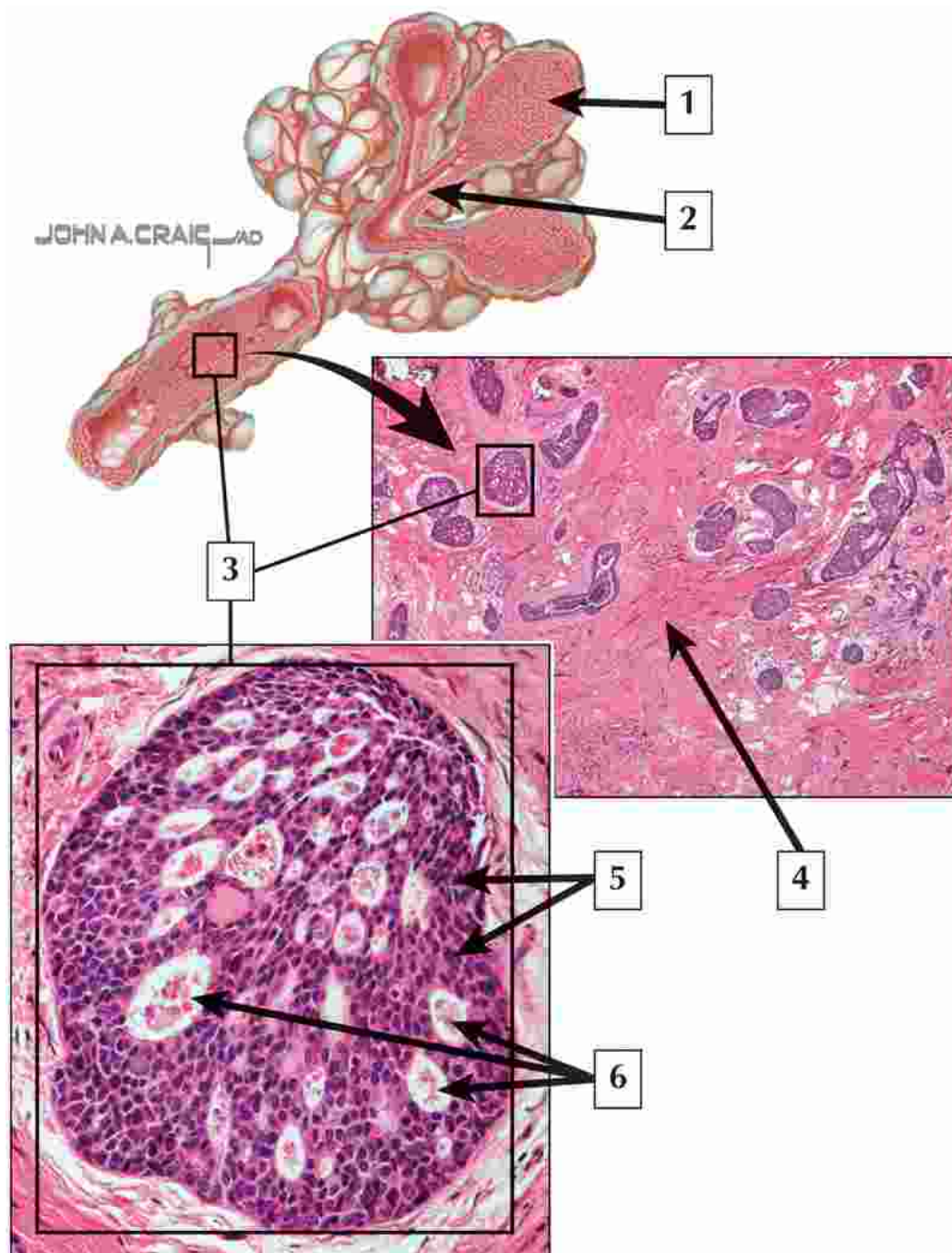
Comentario: Cada glándula mamaria consta de 12-20 lóbulos irregulares, cada uno de los cuales es una glándula tubuloalveolar compuesta. El tamaño, la forma y la estructura histológica de estas glándulas varían dependiendo de la edad y la situación funcional del aparato reproductor. Durante el embarazo, el epitelio cúbico simple que reviste los alveolos sufre hiperplasia e hipertrofia debido al estímulo de la prolactina. Las células mioepiteliales ramificadas que rodean los alveolos se contraen en respuesta a la oxitocina para expulsar la leche.

El **cáncer de mama** o **carcinoma mamario** es la neoplasia maligna más frecuente en las mujeres y suele aparecer después de la menopausia. La mayoría de los cánceres de mama primarios invasivos son **adenocarcinomas**. Se originan a partir del epitelio de los conductos galactóforos y pueden atravesar la membrana basal e invadir el estroma.

Esquema de una glándula tubuloalveolar e imagen al microscopio electrónico de parte de un alveolo secretor de una glándula mamaria en periodo de lactancia

Véase Netter. Histología esencial 2.13 y 2.19

2.12. Cáncer de mama



1. Carcinoma lobular
2. Conducto normal
3. Carcinoma ductal
4. Estroma
5. Células tumorales ductales

6. Necrosis focal

Comentario: El **cáncer de mama** (la neoplasia maligna más frecuente en las mujeres) causa más de 500.000 muertes anuales en todo el mundo. La mayoría de los tumores son **carcinomas *in situ*** o **invasivos**. La mayor parte de los cánceres de mama que se diagnostican en mujeres son **carcinomas ductales**. Proceden de las células que revisten los conductos galactóforos de la mama. Existen dos tipos: **carcinoma ductal *in situ*** también conocido como **carcinoma intraductal**, y el **carcinoma ductal invasivo**, que es más agresivo y puede producir **metástasis**. Numerosos conductos de gran calibre (llenos de células malignas) se disponen en patrones sólidos y cribiformes. La **necrosis focal** que se observa en el interior de algunos conductos es un importante signo de malignidad. El carcinoma ductal invasivo suele estar compuesto por pequeños nidos de células separados por espacios similares a «moldes de galletas» que infiltran de forma irregular el estroma y estimulan una respuesta fibroblástica de tipo escirro.

Incidencia y tratamiento: El **cáncer de mama hereditario** (que constituye el 5-10% de los casos) suele deberse a mutaciones dañinas de los **genes supresores tumorales *BRCA1* o *BRCA2***. Estos genes son frecuentes en determinadas poblaciones étnicas o raciales, por lo que los estudios genéticos para detectar a las portadoras de las mutaciones se han convertido en una estrategia de prevención eficaz. Las opciones de tratamiento son la **tumorectomía** (extirpación quirúrgica del tumor y parte del tejido circundante), la **mastectomía** (extirpación quirúrgica de la mama), el **tratamiento hormonal**, la **quimioterapia** y la **radioterapia**.

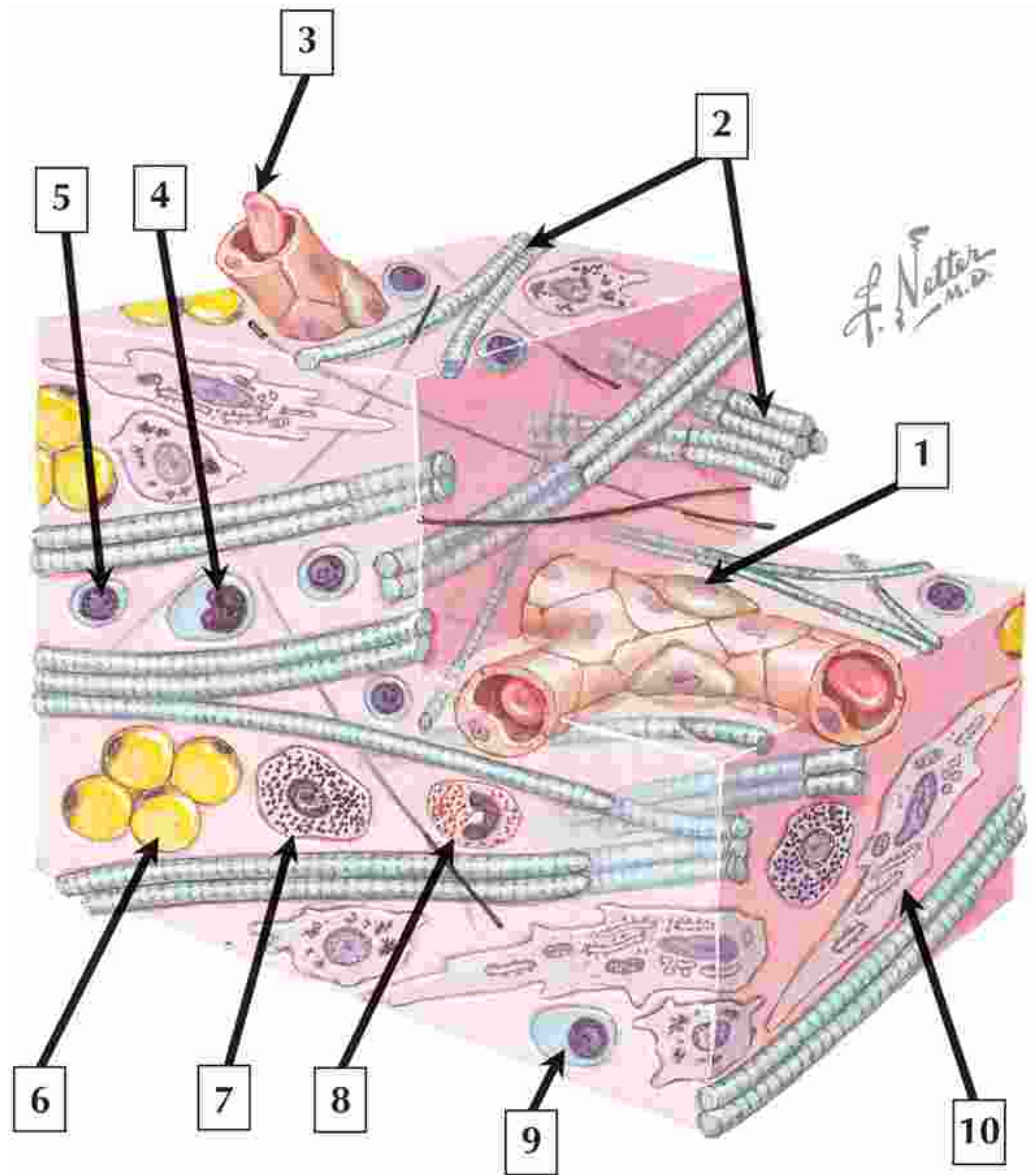
Esquema en el que se muestran las características del adenocarcinoma in situ de mama e imágenes de microscopia óptica a bajo y gran aumento de un carcinoma ductal

Véase Netter. Histología esencial 2.22

3: Tejido conjuntivo

- 3.1 Tejido conjuntivo laxo
- 3.2 Tejido conjuntivo denso
- 3.3 Fibroblastos
- 3.4 Colágeno
- 3.5 Tejido conjuntivo elástico
- 3.6 Tejido conjuntivo reticular
- 3.7 Mastocitos
- 3.8 Células plasmáticas
- 3.9 Macrófagos
- 3.10 Tejido adiposo
- 3.11 Fibrosarcoma

3.1. Tejido conjuntivo laxo



1. Pericito
2. Fibras de colágeno
3. Eritrocito en un capilar
4. Monocito
5. Linfocito
6. Adipocito
7. Mastocito
8. Eosinófilo
9. Célula plasmática

10. Fibroblasto

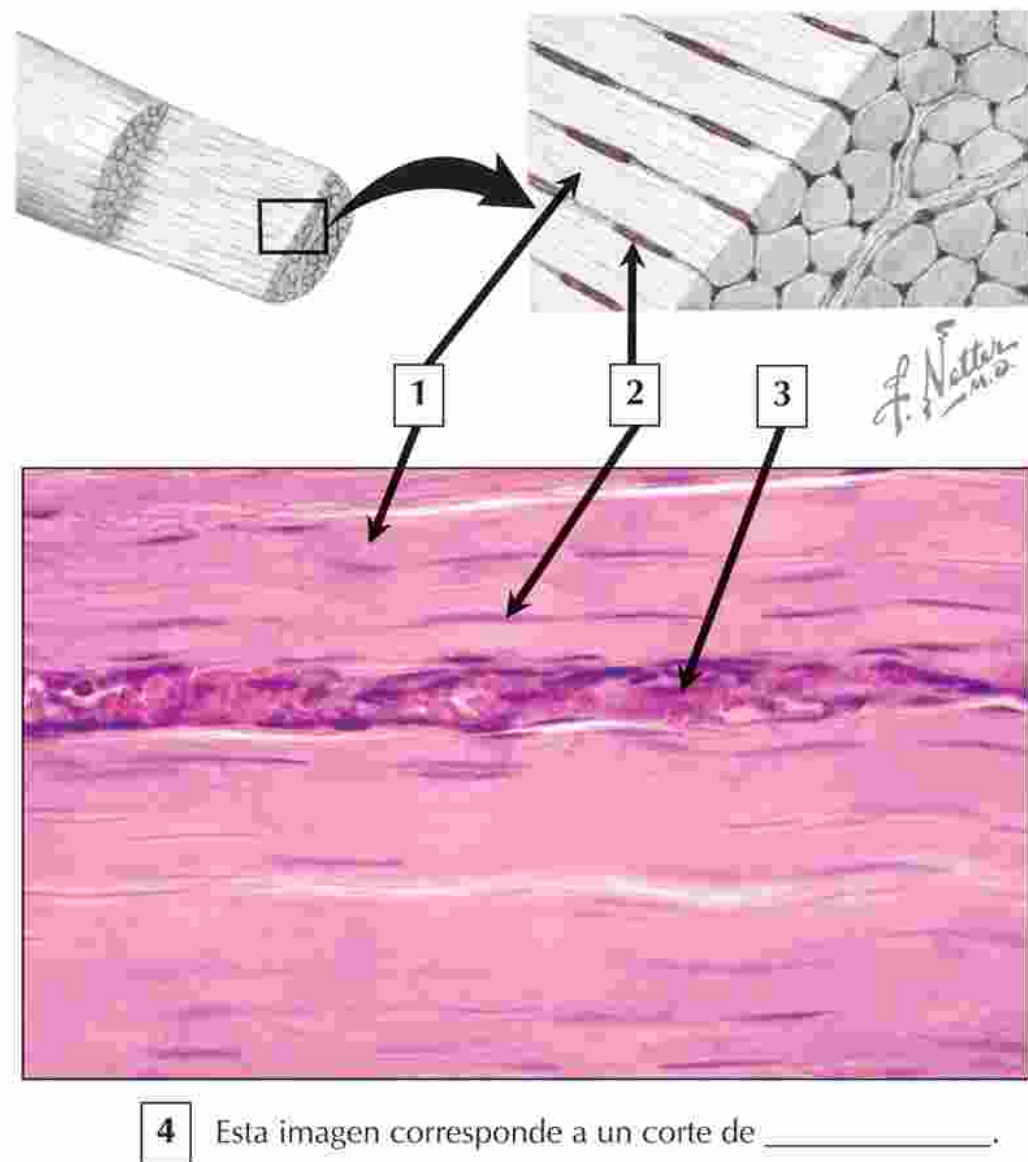
Comentario: El tejido conjuntivo, uno de los cuatro tejidos básicos del organismo, desempeña muchas funciones, entre ellas proporcionar sostén y dar forma al cuerpo y a los órganos, intervenir en la defensa y la protección, servir como medio de intercambio de nutrientes entre los tejidos, almacenar grasa y ejercer la termorregulación. El tejido conjuntivo consiste en células y en una matriz extracelular (MEC) compuesta por fibras introducidas en una sustancia fundamental amorfa. La proporción y densidad de las fibras presentes en la MEC determinan su clasificación en tejido conjuntivo laxo (areolar) y tejido conjuntivo denso. Las células del tejido conjuntivo son los fibroblastos, mastocitos, macrófagos, adipocitos, células plasmáticas y pericitos.

Los **tumores** del tejido conjuntivo o de sus precursores mesenquimatosos se denominan **sarcomas**. El sarcoma de partes blandas más frecuente en el adulto es el **histiocitoma fibroso maligno**.

Esquema del tejido conjuntivo laxo

Véase Netter. Histología esencial 3.1

3.2. Tejido conjuntivo denso



1. Haz de colágeno
2. Núcleo del fibroblasto
3. Capilar
4. Tendón (tejido conjuntivo denso regular)

Comentario: El tejido conjuntivo es el más versátil de los tejidos básicos y consta del tejido conjuntivo propiamente dicho y de formas especializadas, como el hueso, el cartílago y la sangre. El tejido conjuntivo engloba una serie de tipos histológicos reconocibles y puede clasificarse

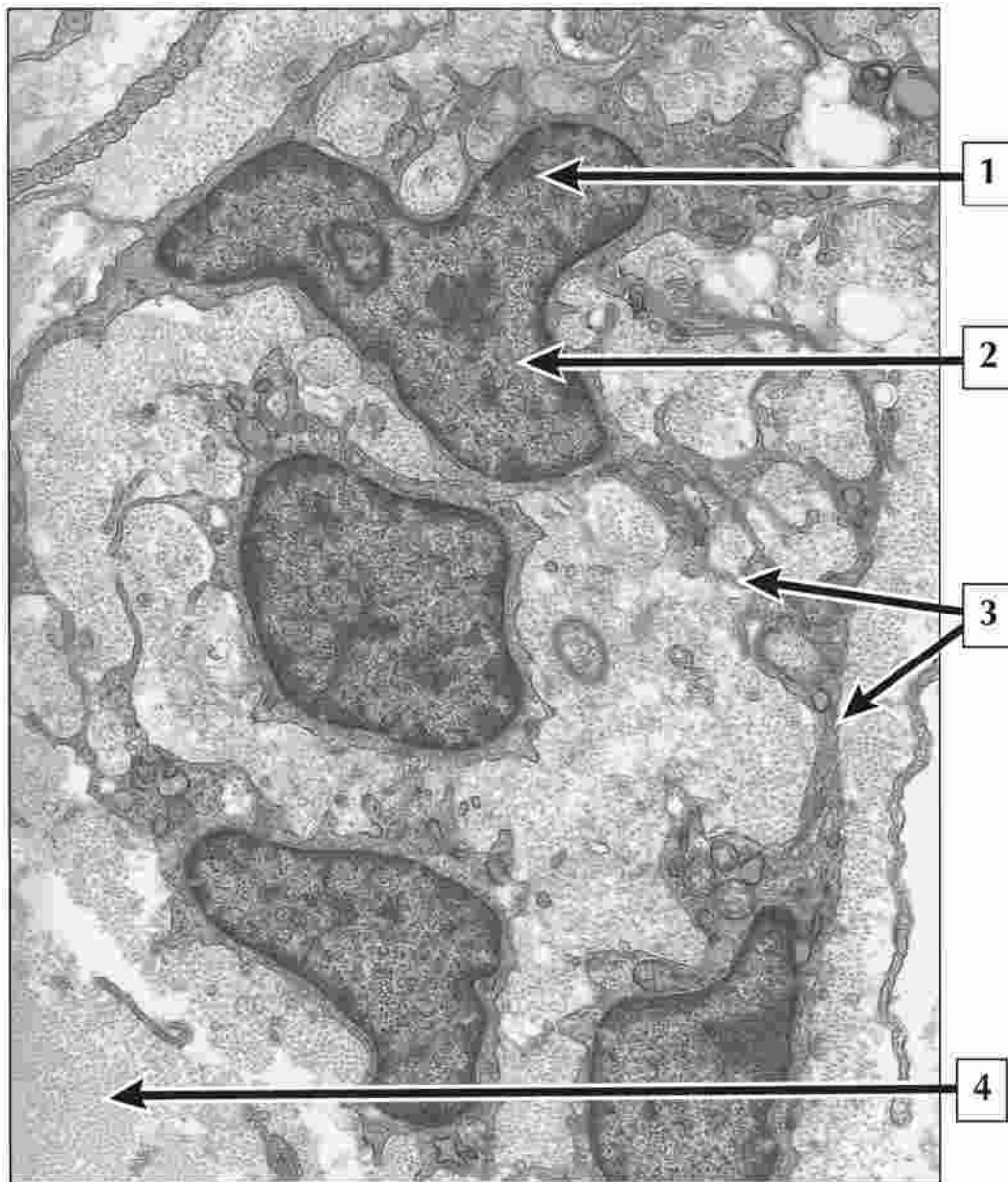
como laxo o denso. El tejido conjuntivo denso puede presentar una disposición regular, como en los tendones, o irregular, como en la dermis de la piel. La función principal de las fibras de colágeno es proporcionar resistencia a la tracción.

Las **tendinopatías** se asocian a menudo a la **artritis reumatoide**. Los tendones se inflaman, se debilitan, crepitan o incluso se rompen.

Esquema e imagen al microscopio óptico de un tendón cortado en el plano longitudinal

Véase Netter. Histología esencial 3.1

3.3. Fibroblastos



1. Heterocromatina (del fibroblasto)
2. Eucromatina (del fibroblasto)
3. Procesos celulares (de los fibroblastos)
4. Colágeno

Comentario: Los fibroblastos son el principal tipo celular del tejido conjuntivo. Son los responsables de sintetizar y secretar la sustancia fundamental amorfa y las fibras de tejido conjuntivo de la matriz

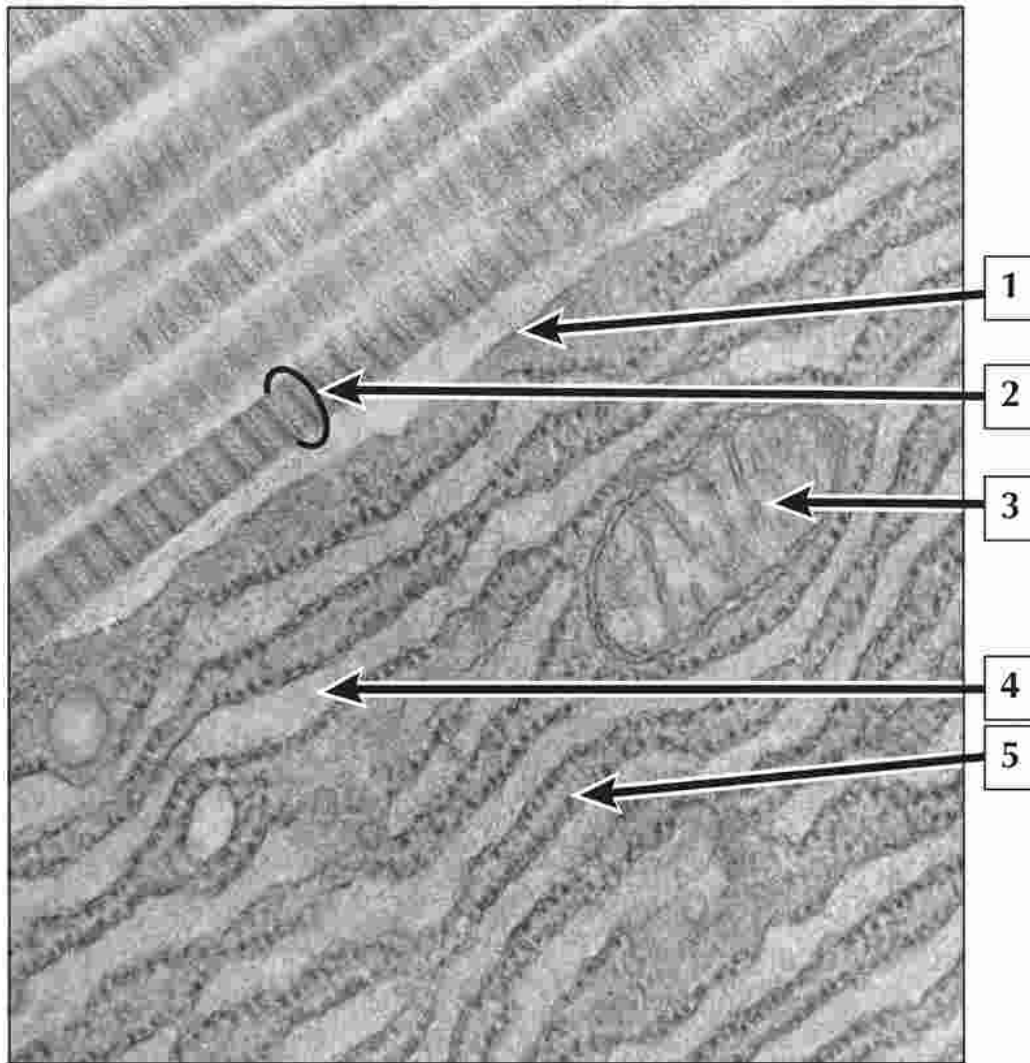
extracelular, ya sean de colágeno, elásticas o reticulares. En el tejido conjuntivo maduro estas células son relativamente inactivas e inmóviles y a menudo se denominan *fibrocitos*. Después de sufrir una herida y durante el proceso de reparación, proliferan rápidamente y se convierten en fibroblastos activos que sintetizan nuevas fibras y sustancia fundamental. Los fibroblastos son la célula más abundante del tejido conjuntivo laxo (areolar) y prácticamente el único tipo de célula del tejido conjuntivo denso regular, como el de los tendones.

Los **trastornos hereditarios del colágeno**, como el **síndrome de Ehlers-Danlos**, se deben a un defecto genético de la síntesis o ensamblaje de las fibrillas de colágeno, lo que provoca hiperelasticidad de la piel e hipermovilidad articular.

Imagen al microscopio electrónico de un corte de un tendón en crecimiento durante el estirón puberal

Véase Netter. Histología esencial 3.4

3.4. Colágeno



1. Membrana plasmática del fibroblasto
2. Fibrilla de colágeno
3. Mitocondria
4. Cisterna del retículo endoplasmático rugoso (RER)
5. Ribosoma

Comentario: El colágeno es la proteína estructural más abundante y ubicua, y constituye un 30-35% del peso seco corporal. Existen al menos 20 tipos de colágeno genéticamente diferentes que difieren principalmente en la composición de aminoácidos. El colágeno de tipo I es el tipo más frecuente y el que se encuentra en la dermis; sus fibrillas muestran una

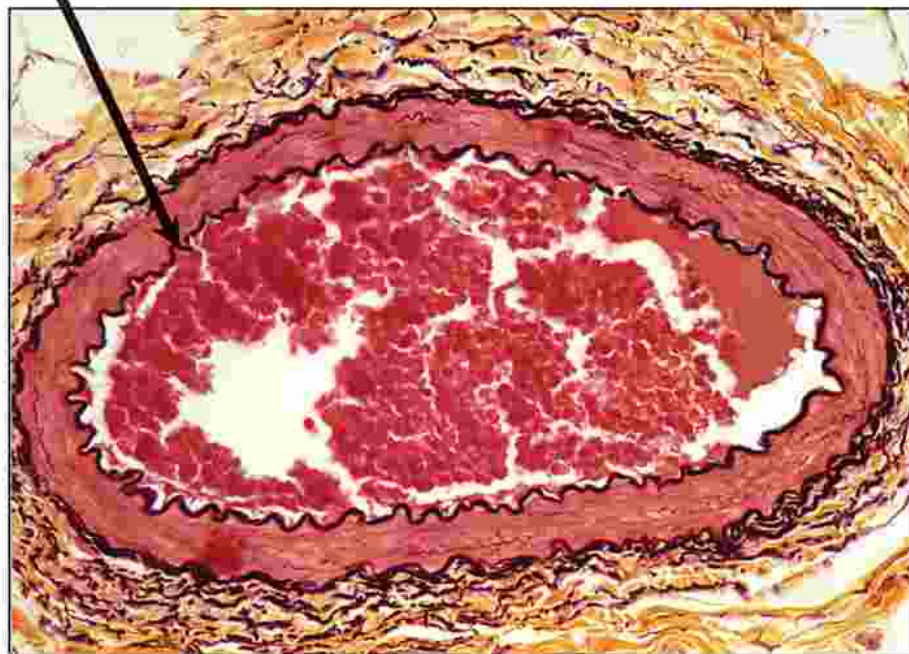
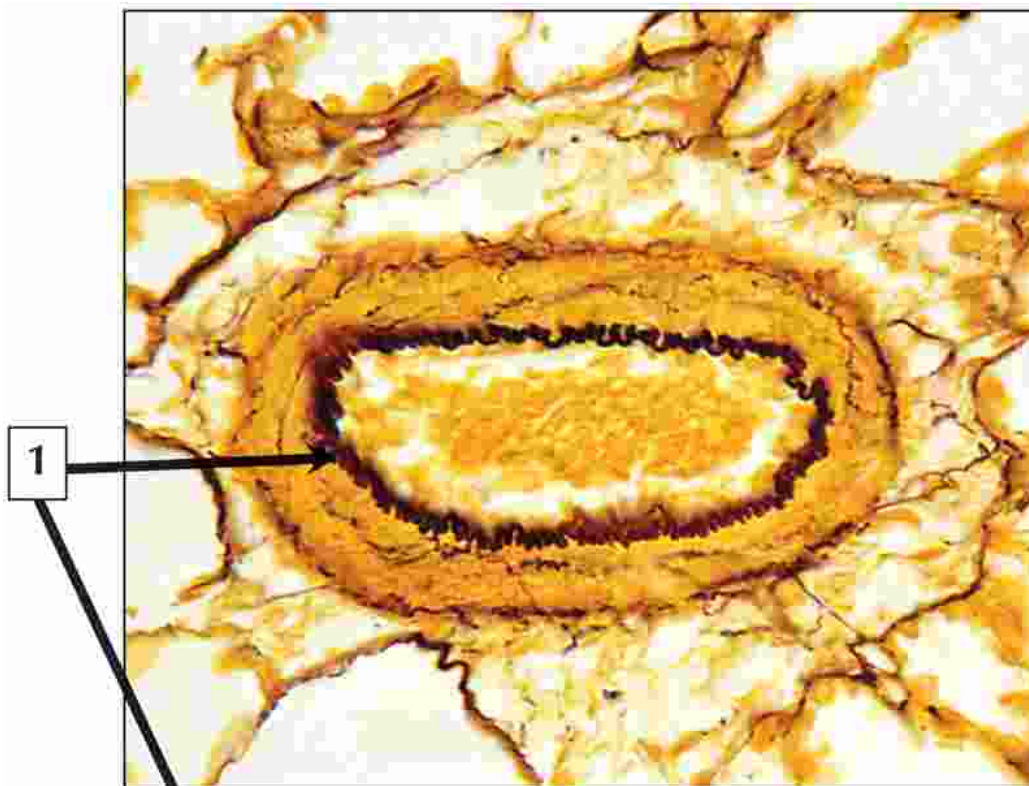
periodicidad axial distintiva cuando se cortan en el plano longitudinal. La repetición de segmentos oscuros y claros cada 67 nm a lo largo de cada fibrilla se debe a la disposición escalonada de las moléculas de tropocolágeno que la constituyen. El citoplasma del fibroblasto adyacente contiene numerosas cisternas de RER estrechamente apiñadas.

La **carencia** de vitamina C (ácido L-ascórbico) en la **dieta** produce **escorbuto**, una enfermedad secundaria a la alteración de la síntesis del colágeno. Las manifestaciones típicas afectan a la dentina de los dientes, al osteoide del hueso, a los tejidos conjuntivos y a la túnica adventicia de la pared de los vasos sanguíneos. La vitamina C es un cofactor esencial de la hidroxilación de la prolina a hidroxiprolina. Las fibrillas de colágeno no hidroxiladas son inestables, no forman la triple hélice y presentan una escasa resistencia a la tracción.

Imagen al microscopio electrónico de varias fibrillas de colágeno junto a un fibroblasto

Véase Netter. Histología esencial 3.7

3.5. Tejido conjuntivo elástico



2 Con estas tinciones especiales, las estructuras teñidas de color oscuro consisten principalmente en _____ y _____.

1. Lámina elástica interna (de una arteriola)
2. Microfibrillas y elastina

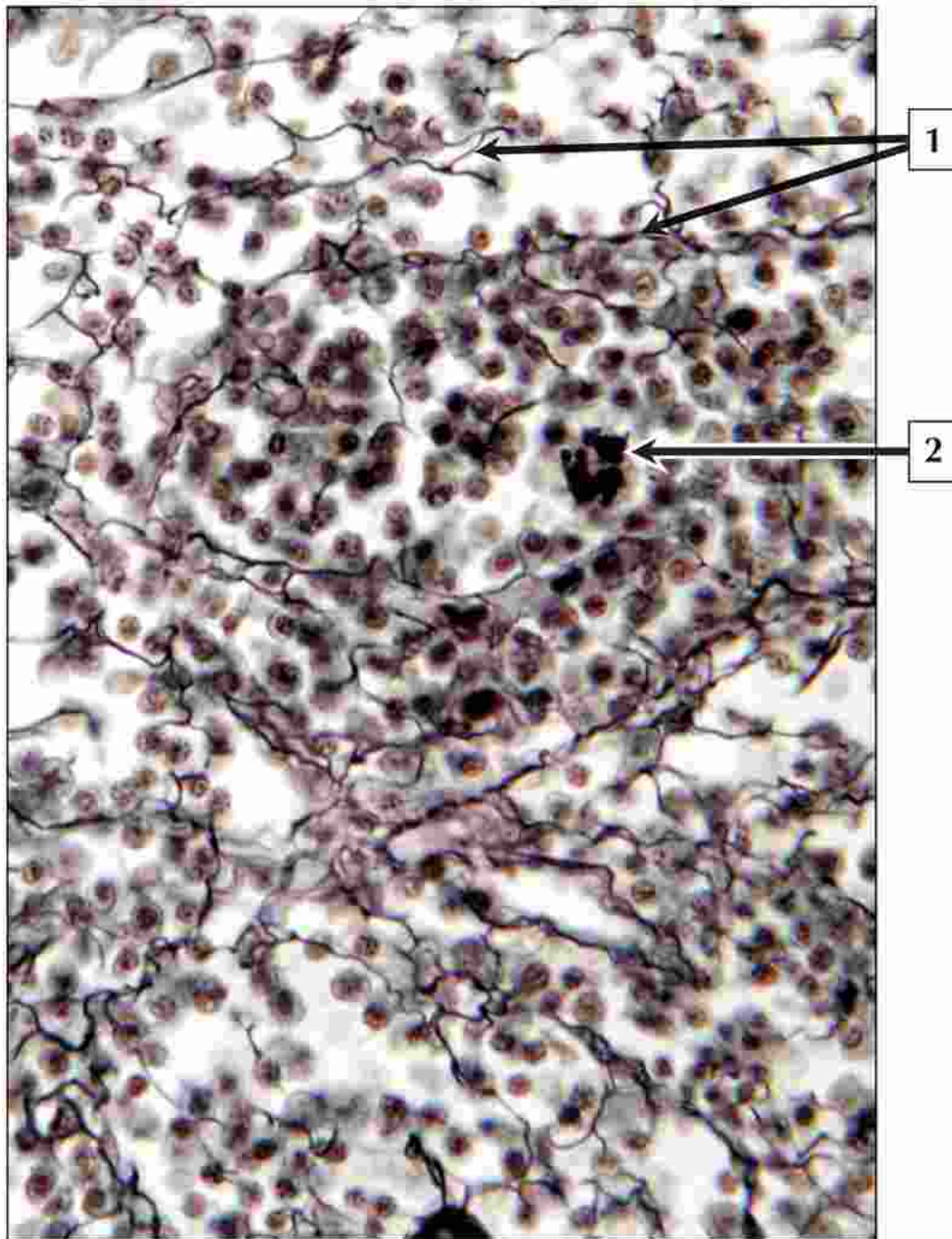
Comentario: Las fibras elásticas contienen haces de microfibrillas que actúan como un almacén durante su formación; estas microfibrillas están compuestas por la glicoproteína fibrilina. La elastina, un componente amorfo, se añade posteriormente y constituye el grueso de la fibra. Los órganos que contienen elastina (p. ej., pulmón, piel, vasos sanguíneos, vejiga urinaria) pueden experimentar un grado considerable de dilatación y recuperar pasivamente su forma original. En las paredes de las arterias y arteriolas forman láminas concéntricas. En estas localizaciones, las células de músculo liso producen las fibras, mientras que en otros sitios las producen los fibroblastos. Las fibras elásticas no se pueden visualizar con los métodos convencionales, por lo que es necesario utilizar tinciones especiales.

El **síndrome de Marfan** es un trastorno hereditario del tejido conjuntivo causado por defectos moleculares en el gen *FBN1*, que codifica la glicoproteína fibrilina 1. La enfermedad se caracteriza por la presencia de tejidos elásticos anómalos en el organismo, incluida la aorta, donde pueden aparecer aneurismas potencialmente mortales en caso de desgarro o rotura.

Tinción con aldehído fucsina de Gomori de una arteriola del tejido pulmonar y tinción de van Gieson de una arteriola elástica (las fibras elásticas se ven teñidas de color oscuro)

Véase Netter. Histología esencial 3.8

3.6. Tejido conjuntivo reticular



1. Fibras reticulares
2. Macrófago

Comentario: El tejido conjuntivo reticular es un tejido conjuntivo laxo especializado compuesto por fibras reticulares que forman el estroma de

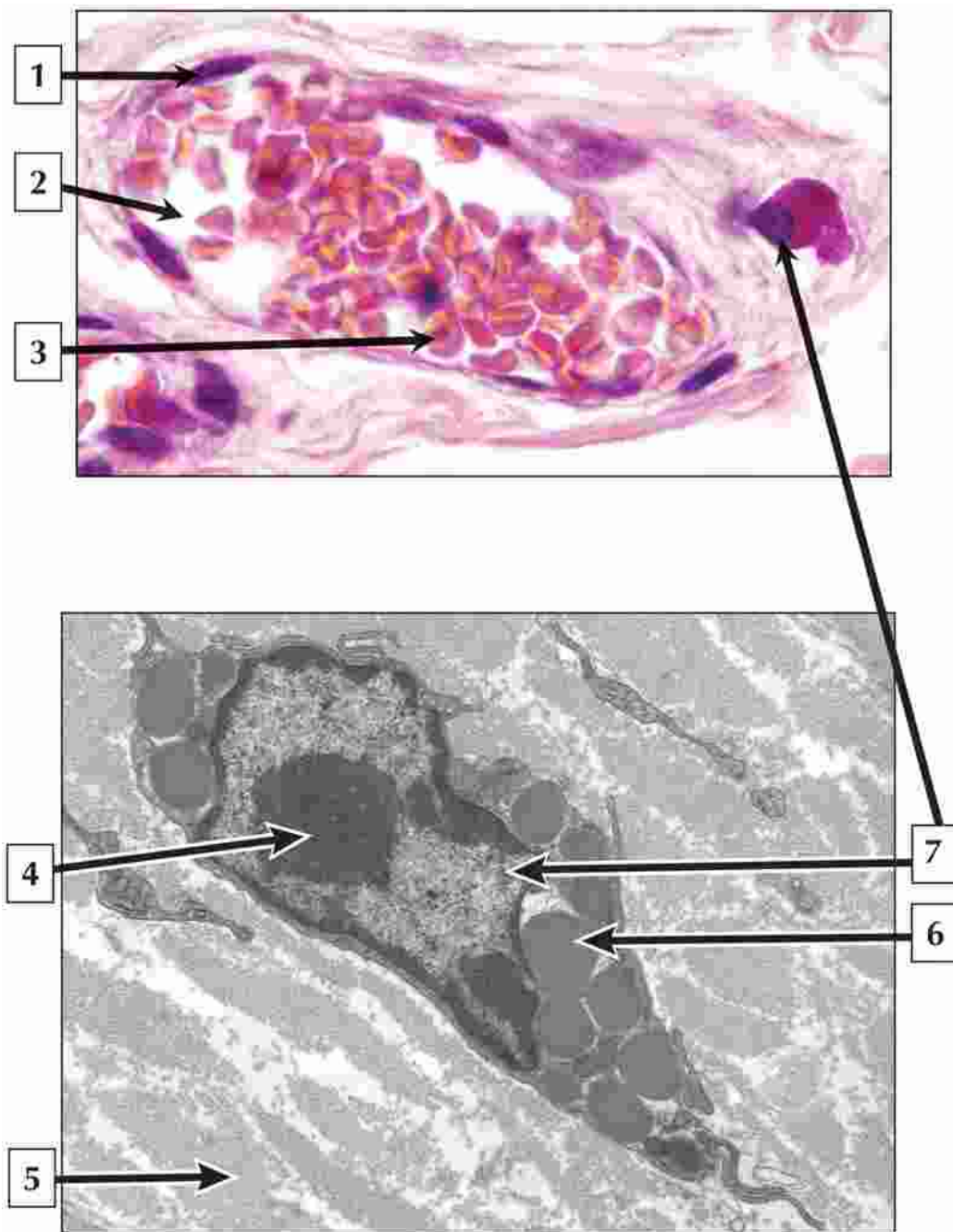
soporte de muchos tejidos y órganos. Se trata de fibras extracelulares delgadas y largas de 100-150 nm de diámetro. No forman haces como las fibras de colágeno, sino más bien un agregado de fibras ramificadas semejante al fieltro. En un principio se pensaba que tenían una composición diferente a la del colágeno, pero ahora se sabe que se trata de delgadas fibras de colágeno de tipo III. Al igual que las fibras elásticas, las fibras reticulares se tiñen mal con los métodos convencionales, por lo que precisan tinciones especiales para su visualización al microscopio óptico. La tinción selectiva con plata metálica, observada al microscopio óptico, probablemente se deba a la precipitación de las sales de plata reducidas sobre los proteoglicanos que recubren el exterior de las fibras.

En el proceso de **cicatrización de las heridas** del tejido conjuntivo, las **fibras reticulares** son las primeras que sintetizan los fibroblastos, siendo sustituidas más tarde por fibras de colágeno de tipo I.

Imagen al microscopio óptico de la médula de un ganglio linfático teñido con plata amoniaca de Bielschowsky

Véase Netter. Histología esencial 3.9

3.7. Mastocitos



1. Núcleo de la célula endotelial
2. Luz de la vénula
3. Eritrocito
4. Nucleolo
5. Colágeno

6. Gránulo

7. Núcleo del mastocito

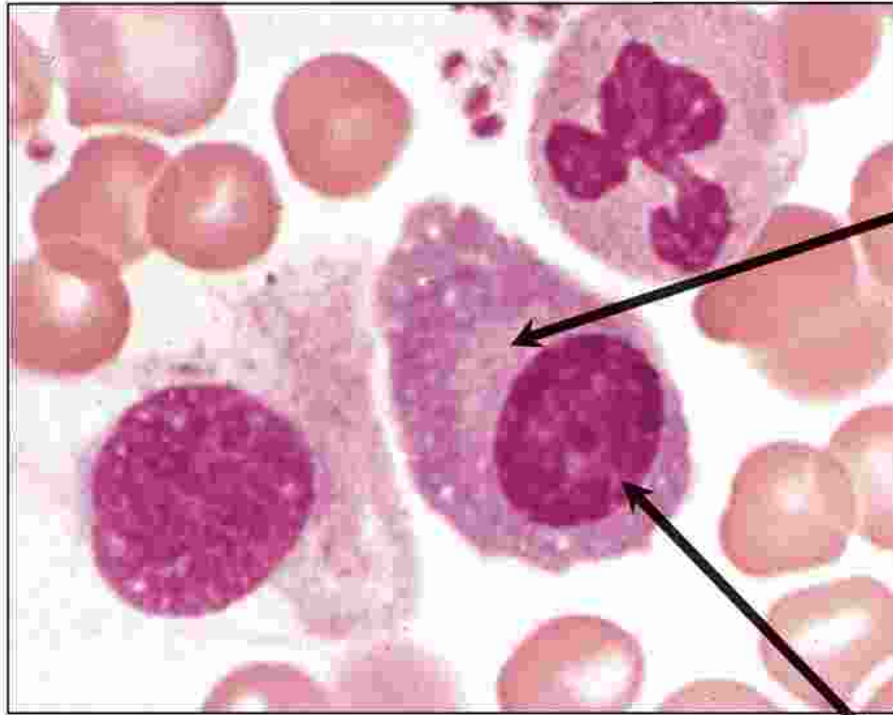
Comentario: Los mastocitos son elementos normales de los tejidos conjuntivos y de la lámina propia de las mucosas, donde desencadenan o perpetúan las respuestas de tipo inflamatorio e inmunitario. Se encuentran en focos inflamatorios y neoplásicos y desempeñan una función central en las reacciones alérgicas inmediatas. Los mastocitos son capaces de liberar potentes mediadores inflamatorios como la histamina, la heparina, factores quimiotácticos, citocinas y metabolitos del ácido araquidónico que actúan sobre los vasos sanguíneos, el músculo liso, el tejido conjuntivo, las glándulas mucosas y las células inflamatorias. La histamina es un potente vasodilatador y una enzima proteolítica capaz de destruir tejidos o escindir los componentes del complemento. La heparina es un anticoagulante. Los factores quimiotácticos son importantes reguladores de la función de los eosinófilos y los neutrófilos.

La **anafilaxis** es una reacción alérgica potencialmente mortal. Se produce cuando los anticuerpos inmunoglobulina E se unen a los alérgenos y provocan la liberación masiva de histamina y otras moléculas almacenadas en los mastocitos.

Imágenes al microscopio óptico y al microscopio electrónico de varios mastocitos en el tejido conjuntivo

Véase Netter. Histología esencial 3.11

3.8. Células plasmáticas

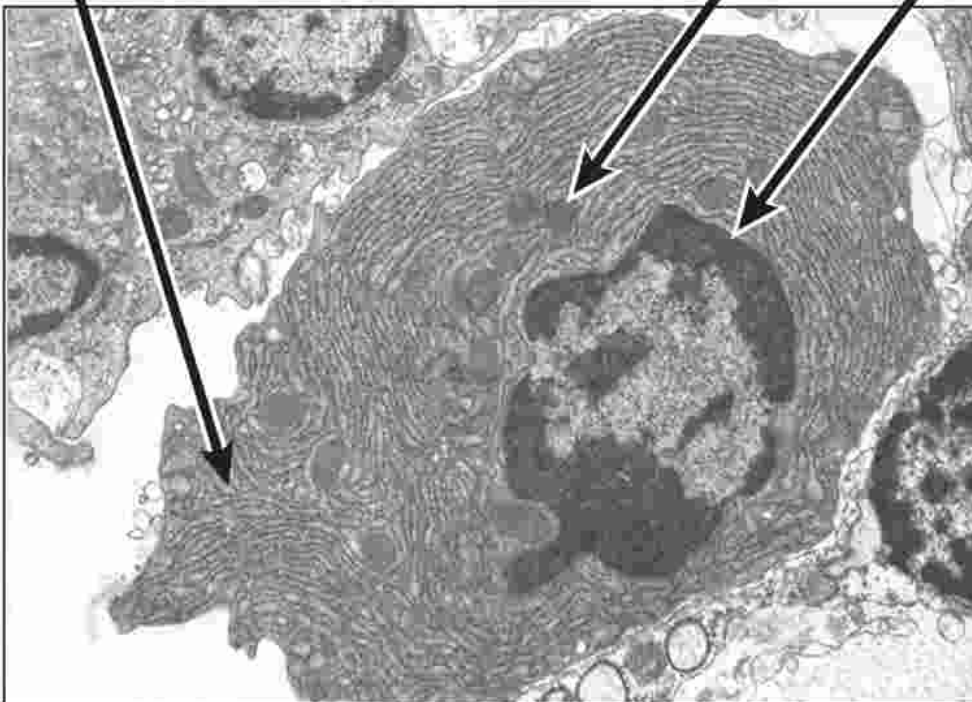


1

4

3

2



5

¿Cuál es la principal función de esta célula?

1. Halo yuxtannuclear (aparato de Golgi)
2. Núcleo de la célula plasmática
3. Mitocondria
4. Retículo endoplasmático rugoso (RER)
5. Producción de anticuerpos

Comentario: Las células plasmáticas son linfocitos B maduros especializados en la producción de anticuerpos (inmunoglobulinas). Su citoplasma, relativamente grande, es basófilo debido a la abundancia de RER. Las células plasmáticas son células libres de los tejidos conjuntivos, capaces de moverse lentamente a través de ellos. La mayoría se distribuyen ampliamente por todo el organismo, sobre todo en la lámina propia del tubo digestivo y en los órganos linfáticos. Rara vez se encuentran en la sangre periférica y normalmente constituyen el 0,2-2,8% del total de leucocitos de la médula ósea. Las células plasmáticas maduras, con una forma típicamente ovalada, miden 10-20 μm de diámetro.

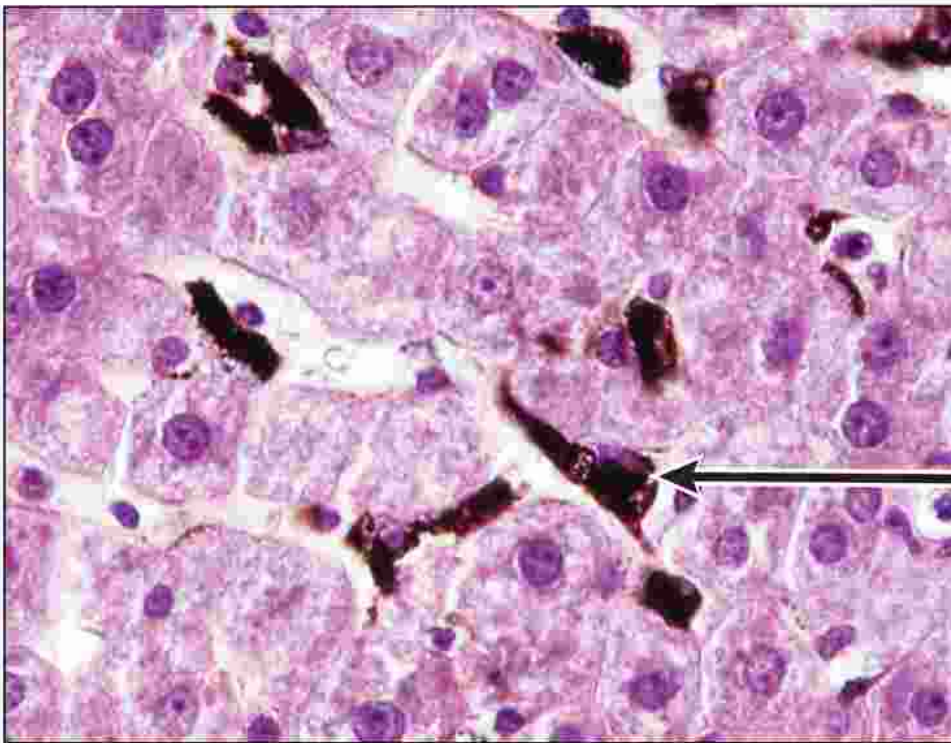
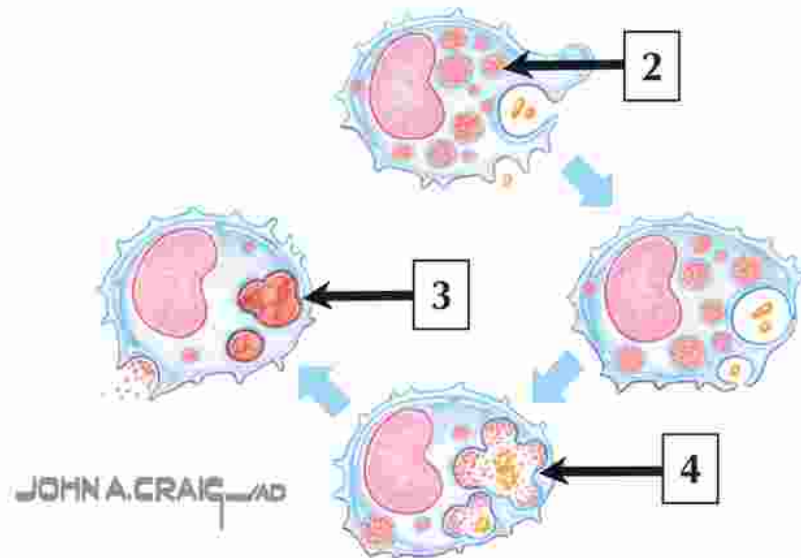
El **mieloma múltiple** es un trastorno que cursa con la presencia de células plasmáticas anómalas, conocidas como *células de mieloma*, que se acumulan en la médula ósea y forman múltiples tumores, sobre todo dentro del hueso.

Imagen al microscopio óptico de una extensión de sangre e imagen al microscopio electrónico de una célula plasmática en el tejido conjuntivo

Véase Netter. Histología esencial 3.12 y 3.13

3.9. Macrófagos

1 Nombre los procesos celulares que se ilustran a continuación.



Hígado de rata tras 1 h de exposición a la tinta china

1. Fagocitosis
2. Lisosoma primario

3. Lisosoma terciario (cuerpo residual)
4. Lisosoma secundario
5. Célula de Kupffer del hígado

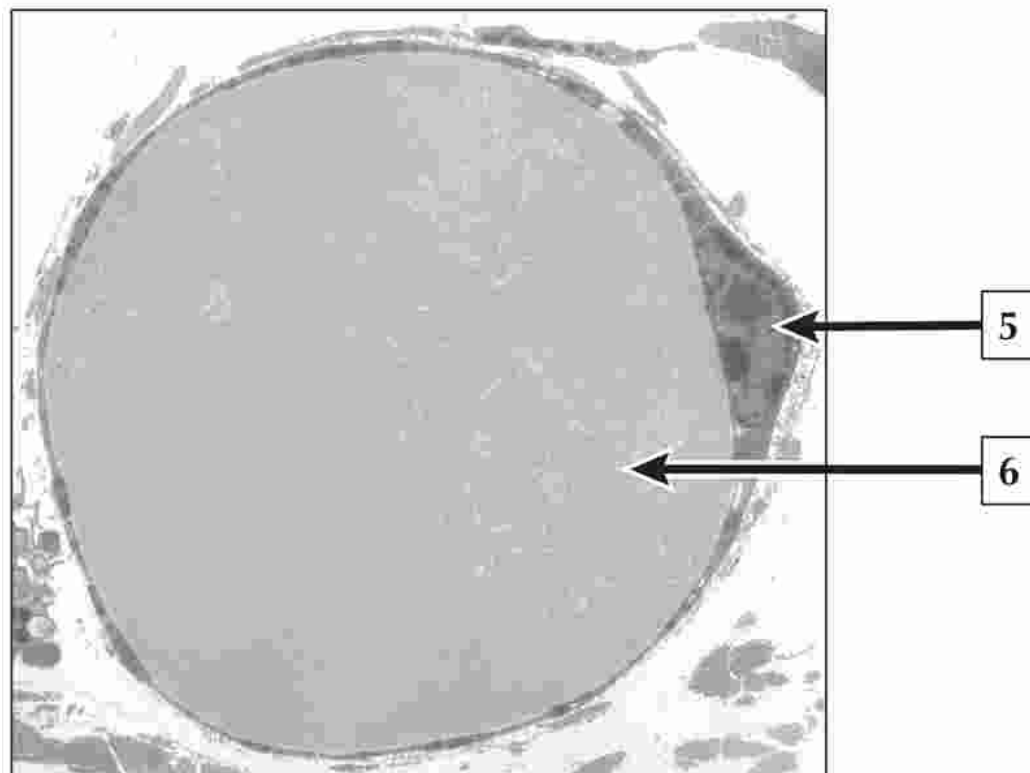
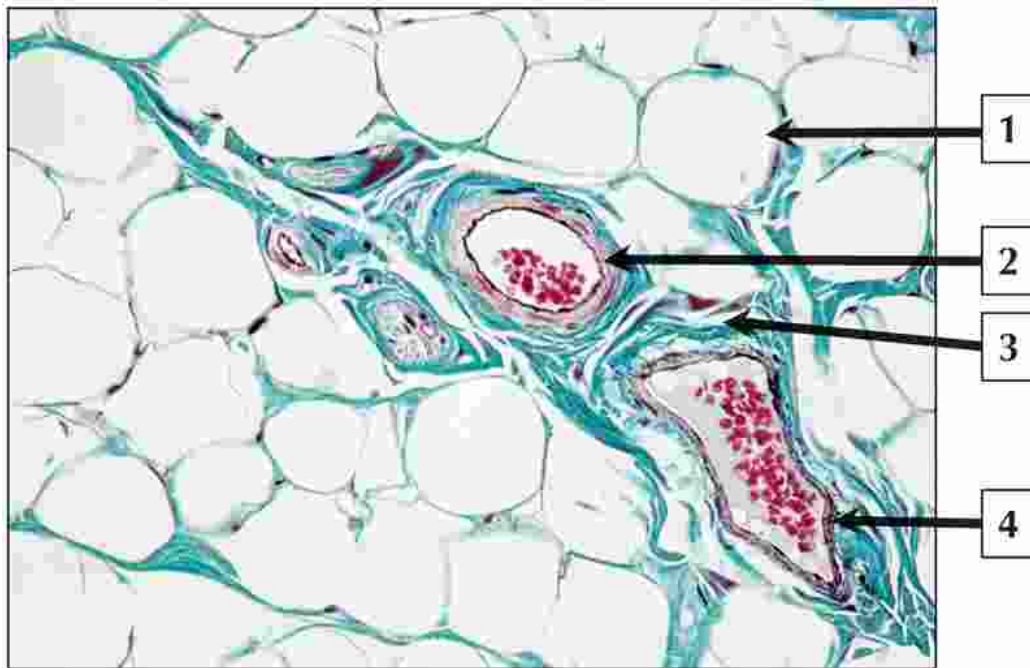
Comentario: Después de los fibroblastos, los macrófagos (o histiocitos) son el tipo celular más abundante del tejido conjuntivo laxo. Pueden ser células fijas ancladas a las fibras de tejido conjuntivo de la matriz o células móviles y migratorias. Se denominan *células de Kupffer* en el hígado, *macrófagos alveolares* en el pulmón, *microglía* en el cerebro, *células de Langerhans* en la epidermis, *células dendríticas* en el tejido linfático y *osteoclastos* en el hueso. En la fagocitosis, los macrófagos rodean a una partícula (p. ej., un microorganismo) y los lisosomas primarios se fusionan con la vacuola fagocítica liberando enzimas al interior de la vacuola digestiva resultante.

La **enfermedad de Whipple** es un trastorno raro caracterizado por la acumulación en la lámina propia de macrófagos espumosos positivos al ácido peryódico de Schiff (PAS). Los síntomas de esta enfermedad son malabsorción intestinal, pérdida de peso y una amplia variedad de otras manifestaciones en distintas partes del organismo. Se cree que está causada por *Tropheryma whipplei*, una bacteria grampositiva.

Esquema de la fagocitosis y del procesamiento de antígenos por un macrófago e imagen al microscopio óptico de un hígado de rata en el que se observan macrófagos que han ingerido tinta china

Véase Netter. Histología esencial 3.14

3.10. Tejido adiposo



1. Adipocito
2. Arteriola

3. Tejido conjuntivo
4. Vénula
5. Núcleo del adipocito
6. Gota lipídica

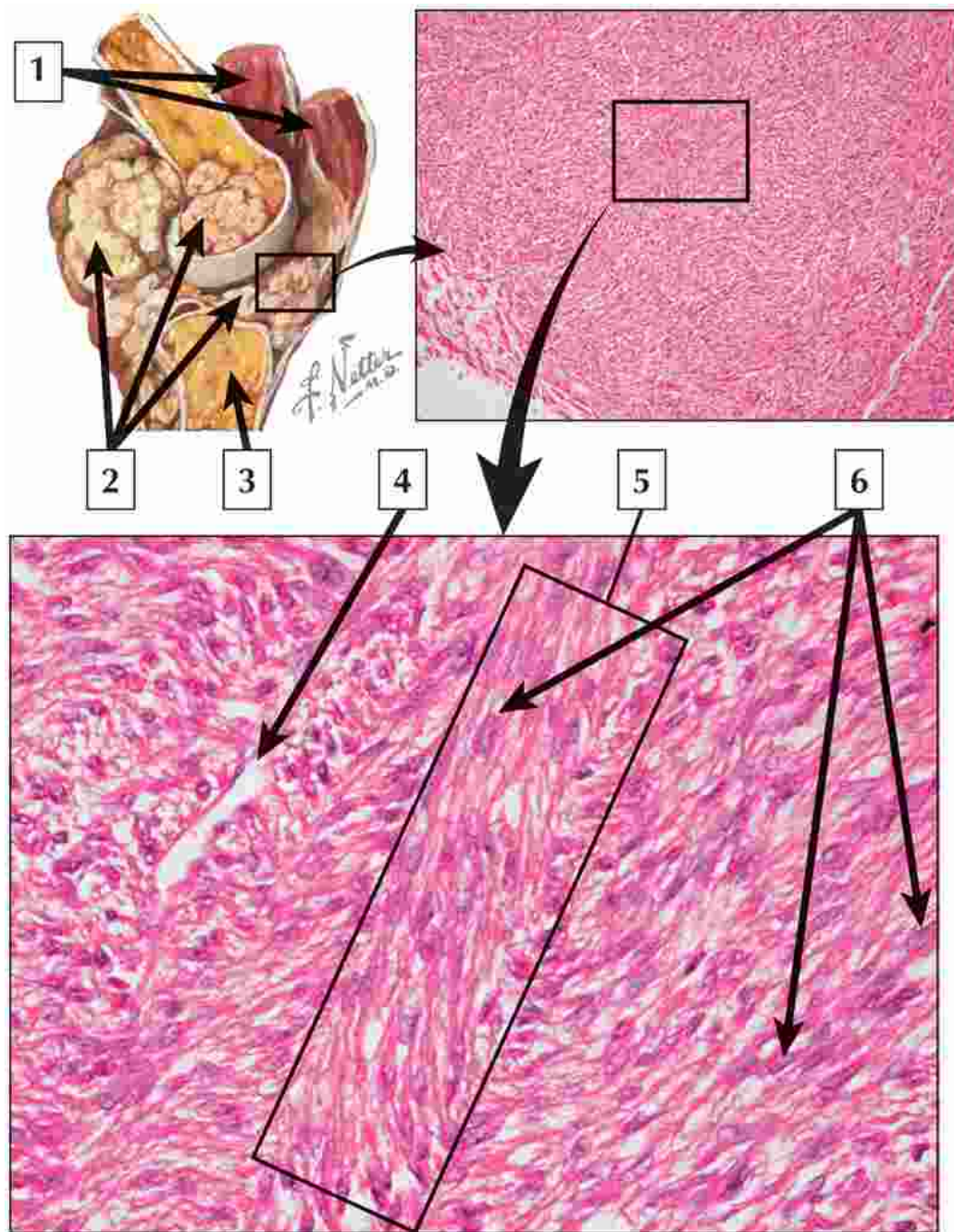
Comentario: El tejido adiposo es un tejido conjuntivo laxo especializado que contiene numerosos adipocitos. Los adipocitos están especializados en la síntesis, almacenamiento y movilización de grasas neutras conocidas como triglicéridos. La lipoproteína lipasa, una enzima producida por los adipocitos, libera ácidos grasos y monoglicéridos a partir de los quilomicrones y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), que pasan al citoplasma del adipocito. En el retículo endoplasmático liso del adipocito se reesterifican triglicéridos y se almacenan en las gotas lipídicas. Estas actividades están controladas por hormonas como la insulina y por el sistema nervioso simpático, que inerva el tejido adiposo.

La **obesidad** es un aumento del tejido adiposo por encima de las necesidades del organismo. Su etiología es multifactorial y se ha convertido en una epidemia mundial. El exceso de calorías se almacena en forma de triglicéridos en los adipocitos.

Imagen al microscopio óptico del tejido adiposo e imagen al microscopio electrónico de un adipocito

Véase Netter. Histología esencial 3.16 y 3.17

3.11. Fibrosarcoma



1. Músculo esquelético
2. Masas tumorales de un fibrosarcoma en la rodilla
3. Médula ósea (amarilla)
4. Capilar
5. Lámina del tumor fibroblástico

6. Núcleos de los fibroblastos

Comentario: El **fibrosarcoma** (sarcoma fibroblástico) es un tumor maligno de los **fibroblastos** que puede aparecer en cualquier parte del cuerpo. La mayoría de estas neoplasias aparecen en las partes blandas profundas de las extremidades o del tronco, y también pueden aparecer en el interior del hueso o en la cavidad bucal. El diagnóstico se confirma mediante biopsia por incisión o con aguja gruesa, y los tumores suelen estar bien delimitados, pero no encapsulados. En el estudio histológico, la mayoría muestran un patrón «en espina de pescado», con **células fusiformes anaplásicas indiferenciadas o proliferación de fibroblastos inmaduros** que producen cantidades variables de **colágeno**. Las células neoplásicas se disponen en láminas o columnas de líneas paralelas cortas; las de una columna se inclinan en un sentido y las líneas de las columnas adyacentes transcurren en sentido contrario. Las células suelen tener un escaso citoplasma y núcleos alargados con la cromatina granular y oscura, y un número variable de nucleolos. Las figuras mitóticas son frecuentes, a menudo con formas anómalas.

Incidencia y tratamiento: La mayoría de los pacientes tienen edades comprendidas entre los 20 y los 55 años, y la incidencia es ligeramente mayor en los hombres que en las mujeres. La clasificación se basa en el tamaño, la localización y la capacidad metastásica del tumor. El tratamiento de elección es la **extirpación quirúrgica radical** con un margen suficiente (extirpando un manguito de tejido normal junto con el tumor) seguida de **radioterapia** y, posiblemente, **quimioterapia**, sobre todo en tumores que muestran una actividad mitótica de alto grado.

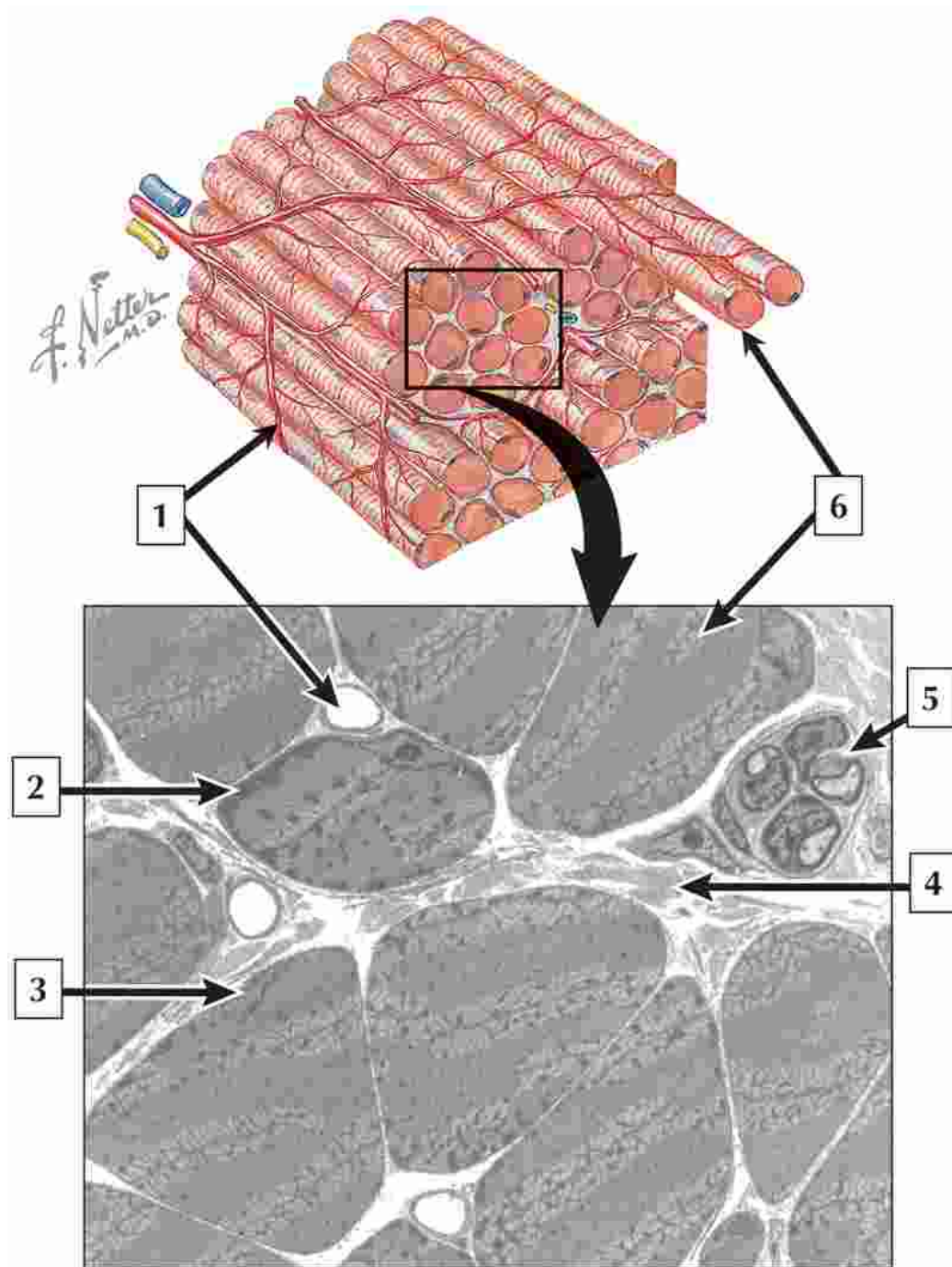
Esquema de un fibrosarcoma que afecta a toda la rodilla e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de un fibrosarcoma

Véase Netter. Histología esencial 3.20

4: Tejido muscular

- 4.1 Músculo esquelético
- 4.2 Músculo esquelético
- 4.3 Sarcómero
- 4.4 Células satélite
- 4.5 Unión neuromuscular
- 4.6 Músculo cardíaco
- 4.7 Músculo cardíaco
- 4.8 Sistema de conducción cardíaca
- 4.9 Músculo liso
- 4.10 Músculo liso
- 4.11 Infarto de miocardio

4.1. Músculo esquelético



1. Capilar
2. Mitocondrias
3. Núcleo
4. Perimysio (colágeno)

5. Fascículo nervioso
6. Fibra de músculo esquelético

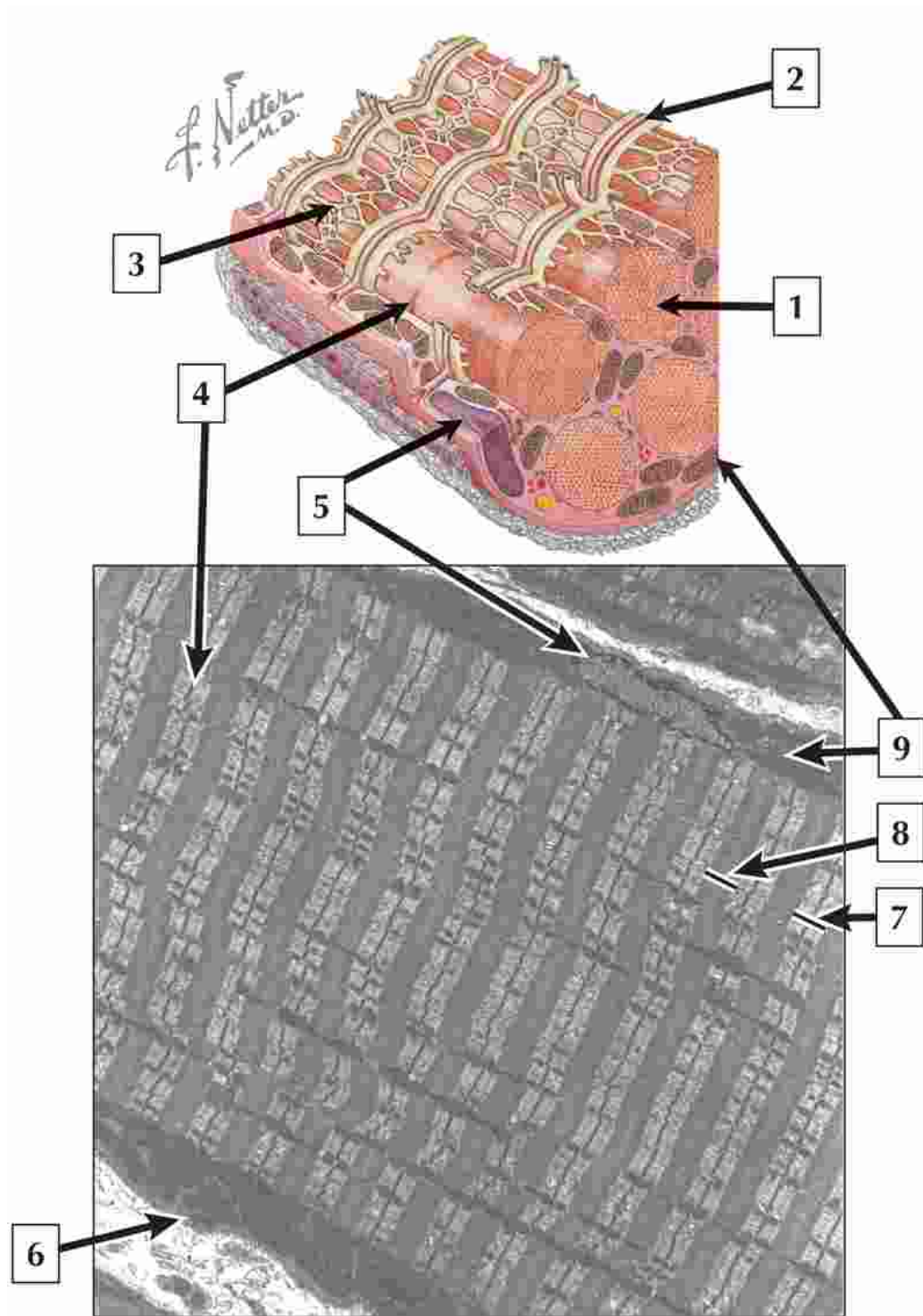
Comentario: El tejido muscular se divide en tres tipos en función de su estructura, función y localización. El músculo esquelético es el tipo más frecuente y característico; los otros dos tipos son el músculo cardíaco y el músculo liso. Los músculos esqueléticos constan de fibras musculares cilíndricas y alargadas con numerosos núcleos situados por debajo del sarcolema y un sarcoplasma ocupado por filamentos contráctiles. El número de mitocondrias es variable dependiendo del tipo de fibra. Las fibras lentas tienen un menor diámetro y contienen más mitocondrias que las fibras rápidas. Los capilares y nervios atraviesan el perimio entre las fibras musculares.

La **distrofia miotónica** es la forma más frecuente de distrofia muscular del adulto y suele aparecer en adultos jóvenes. Se trata de una enfermedad hereditaria rara caracterizada por debilidad y atrofia progresivas del músculo esquelético, acompañadas por un retraso de la relajación después de una contracción (miotonía). En una forma de distrofia miotónica se ha identificado un defecto de una proteína cinasa reguladora.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de un corte transversal de un músculo esquelético

Véase Netter. Histología esencial 4.6 y 4.10

4.2. Músculo esquelético



1. Miofibrilla
2. Túbulo T

3. Retículo sarcoplasmático
4. Banda Z
5. Núcleo
6. Sarcolema
7. Banda I
8. Banda A
9. Mitocondrias

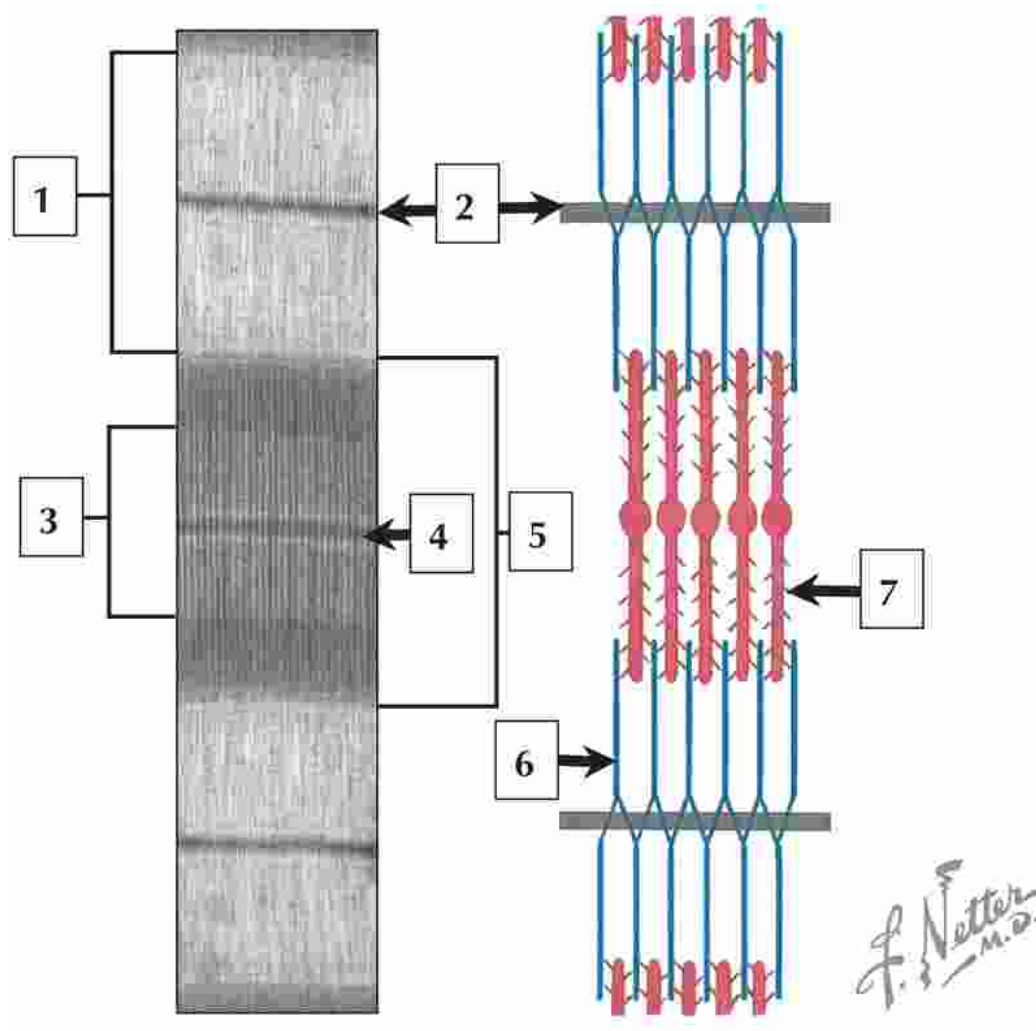
Comentario: Cuando se observan longitudinalmente, las fibras de músculo esquelético muestran una alternancia de bandas transversales o estriaciones. Estas estriaciones se deben a que las miofibrillas adyacentes se encuentran unas al lado de las otras en todo lo ancho de la fibra. Las miofibrillas cilíndricas están rodeadas por una red membranosa, denominada *sistema sarcotubular*, que interviene en el acoplamiento de excitación-contracción. Los túbulos transversales son invaginaciones del sarcolema que permiten que la despolarización de la membrana se propague en toda la profundidad en la fibra muscular y estimule la liberación de calcio del retículo sarcoplasmático.

La **distrofia muscular de Duchenne** es un trastorno genético ligado al cromosoma X causado por una deficiencia de la distrofina, una proteína de gran tamaño del citoesqueleto asociada a la membrana. La distrofina es necesaria para mantener la integridad mecánica de la célula durante la contracción mediante el anclaje de los elementos del citoesqueleto. Los pacientes afectados son principalmente hombres jóvenes y la degeneración muscular empeora con la edad.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de un corte longitudinal de una fibra de músculo esquelético

Véase Netter. Histología esencial 4.4 y 4.5

4.3. Sarcómero



1. Banda I
2. Banda Z
3. Zona H
4. Banda M
5. Banda A
6. Filamento delgado
7. Filamento grueso

Comentario: La unidad que se repite de músculo estriado se llama *sarcómero* y está delimitado por bandas Z consecutivas. El aspecto en bandas del músculo estriado se debe a los conjuntos sumamente ordenados de filamentos gruesos compuestos por miosina (banda A) superpuestos a los

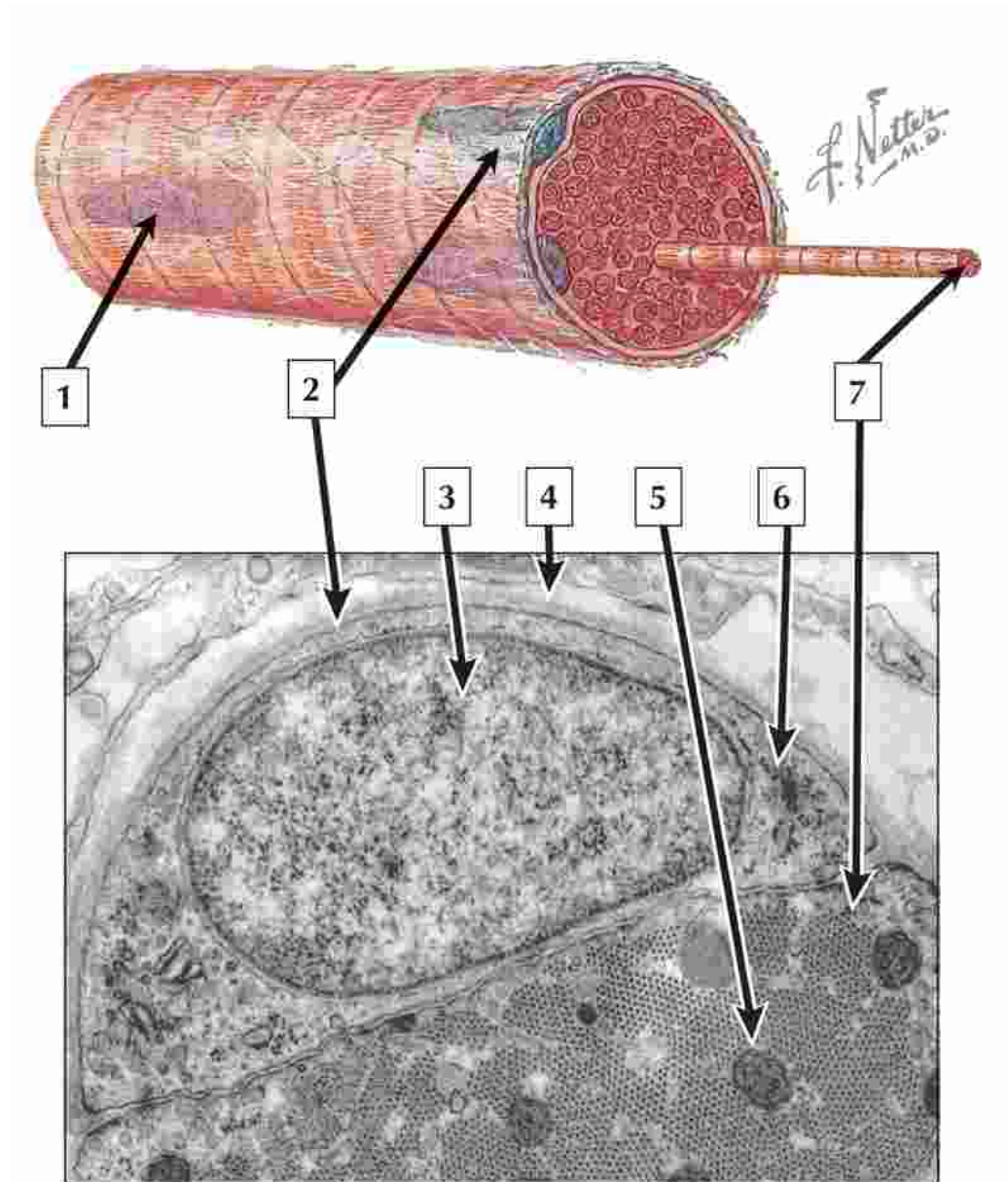
filamentos delgados compuestos por actina (banda I). Las bandas Z son los lugares donde se anclan los filamentos delgados orientados en sentido opuesto entre sí. Durante la contracción, las cabezas de miosina localizadas en el filamento grueso se unen a la actina presente en el filamento delgado y tiran de los grupos de filamentos, haciendo que uno avance sobre el otro. La distancia entre una banda Z y la siguiente se acorta, así como el ancho de las bandas I y de la zona H. La banda A mantiene un ancho constante.

La **miopatía nemalínica** es un trastorno congénito hereditario raro que provoca debilidad de los músculos de la cara, el cuello y las extremidades superiores, así como de los músculos respiratorios. Se caracteriza por la presencia de inclusiones atípicas en las fibras, llamadas **bastones de nemalina**, que consisten en material de las bandas Z. Esta enfermedad se asocia a mutaciones de los genes que codifican las proteínas de los filamentos delgados.

Imagen al microscopio electrónico de un sarcómero relajado en un corte longitudinal y esquema de la disposición de los miofilamentos en un sarcómero

Véase Netter. Histología esencial 4.8

4.4. Células satélite



1. Núcleo de la fibra de músculo esquelético
2. Célula satélite
3. Eucromatina
4. Lámina externa
5. Mitocondria
6. Ribosomas
7. Miofibrilla

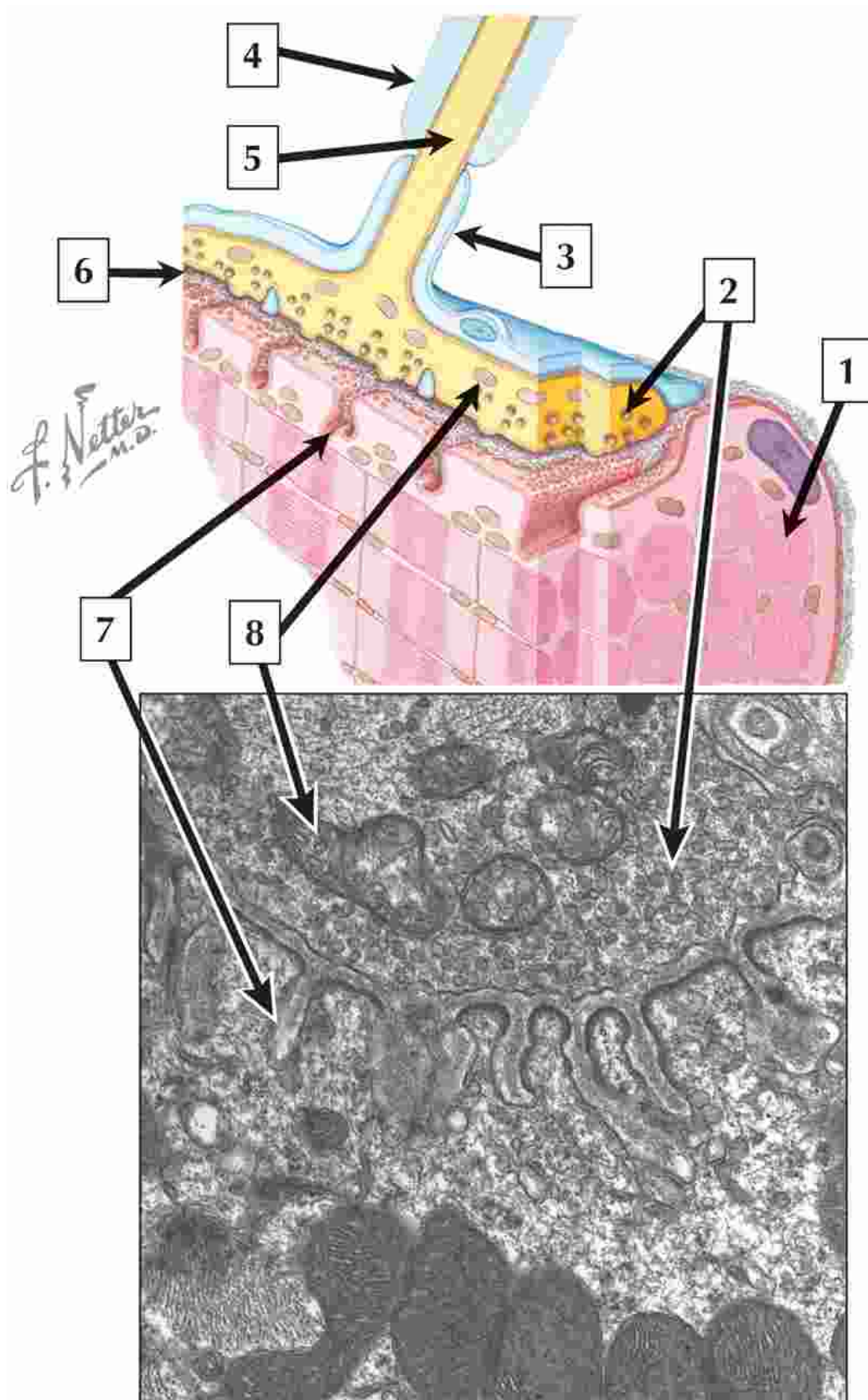
Comentario: Las células satélite son pequeñas células mononucleadas planas situadas entre el sarcolema de una fibra de músculo esquelético y la lámina externa. Su núcleo eucromático es el típico de las células con síntesis activa de proteínas. El citoplasma de la célula satélite contiene ribosomas libres dispersos y algunos perfiles de retículo endoplasmático rugoso y liso. Un estrecho espacio lo separa de la fibra muscular, donde las membranas plasmáticas de las dos células se sitúan en paralelo entre sí, lo que permite identificarlas al microscopio electrónico o mediante tinción inmunocitoquímica y marcadores moleculares. La fibra muscular subyacente contiene miofibrillas muy condensadas y algunas mitocondrias. La célula satélite y la fibra muscular comparten la misma lámina externa.

Las **lesiones musculares** estimulan la activación de las células satélite e inducen varios ciclos de proliferación, seguidos por la diferenciación y fusión para formar nuevas fibras musculares o reparar las fibras dañadas.

Esquema de una fibra de músculo esquelético e imagen al microscopio electrónico de una célula satélite del músculo esquelético fetal

Véase Netter. Histología esencial 4.3 y 4.15

4.5. Unión neuromuscular



1. Miofibrilla
2. Vesículas sinápticas
3. Célula de Schwann
4. Vaina de mielina
5. Axoplasma
6. Hendidura sináptica
7. Membrana postsináptica (pliegue de la unión)
8. Mitocondria en la terminación nerviosa presináptica

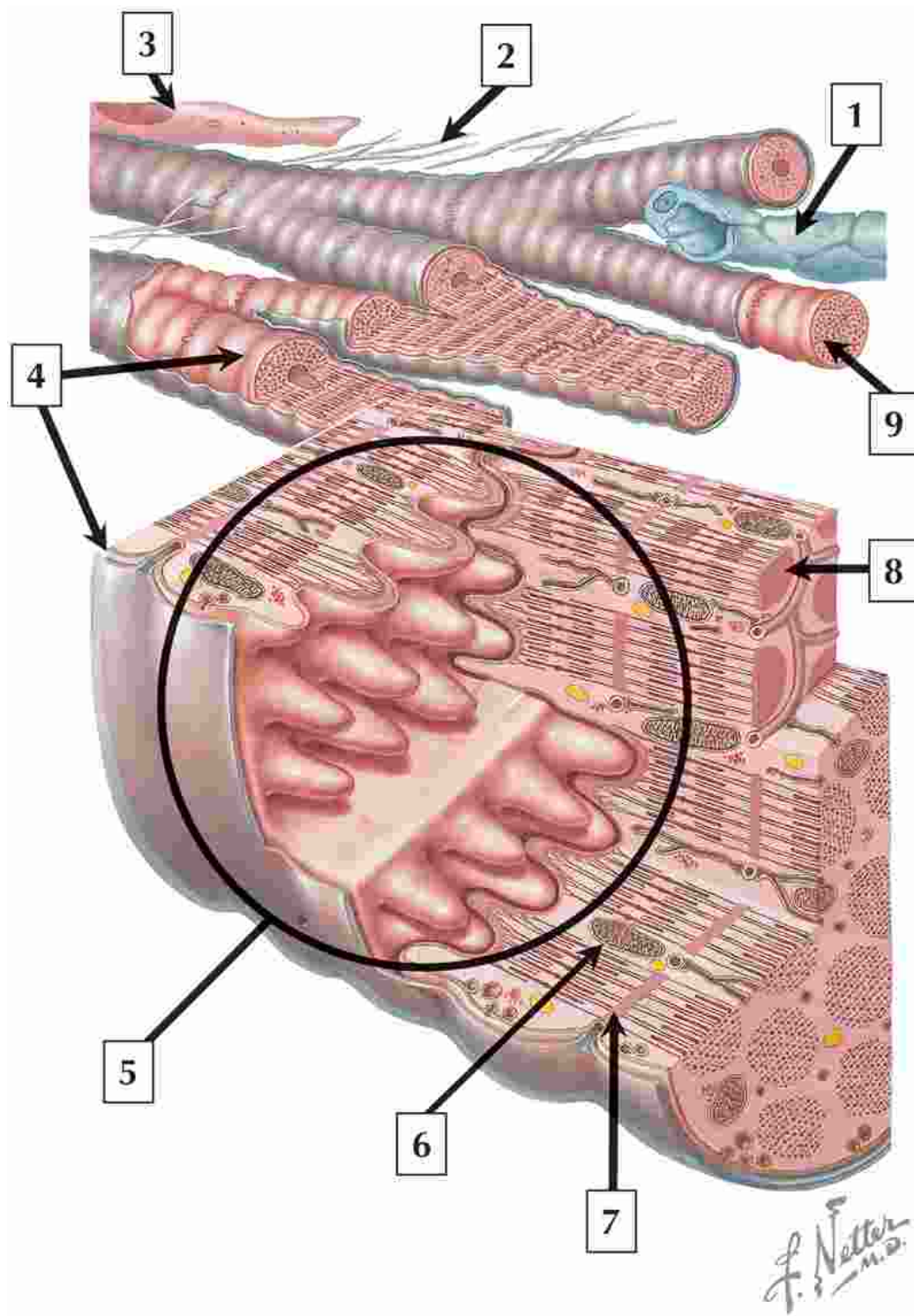
Comentario: La unión neuromuscular (placa motora) del músculo esquelético consta de cinco elementos principales: célula de Schwann, terminación nerviosa (axón) presináptica, hendidura sináptica, membrana postsináptica y sarcoplasma de la unión. La célula de Schwann recubre la terminación nerviosa presináptica, que está llena de vesículas que contienen acetilcolina. La hendidura sináptica posee una membrana basal que interviene en el desarrollo y regeneración de la unión neuromuscular. La membrana postsináptica presenta numerosas invaginaciones del sarcolema con una elevada concentración de receptores de acetilcolina en su superficie. El sarcoplasma de la unión es fundamental para el sostén estructural y metabólico de la unión.

La **miastenia gravis** es la enfermedad hereditaria más frecuente de la transmisión neuromuscular. Se caracteriza por una reducción de la concentración de receptores de acetilcolina en la membrana postsináptica a consecuencia de una respuesta autoinmunitaria.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de la unión neuromuscular en un músculo esquelético

Véase Netter. Histología esencial 4.16 y 4.17

4.6. Músculo cardiaco



1. Capilar (célula endotelial)
2. Colágeno

3. Fibroblasto
4. Sarcolema
5. Disco intercalar
6. Mitocondria
7. Banda Z
8. Miofibrilla
9. Célula de músculo cardiaco

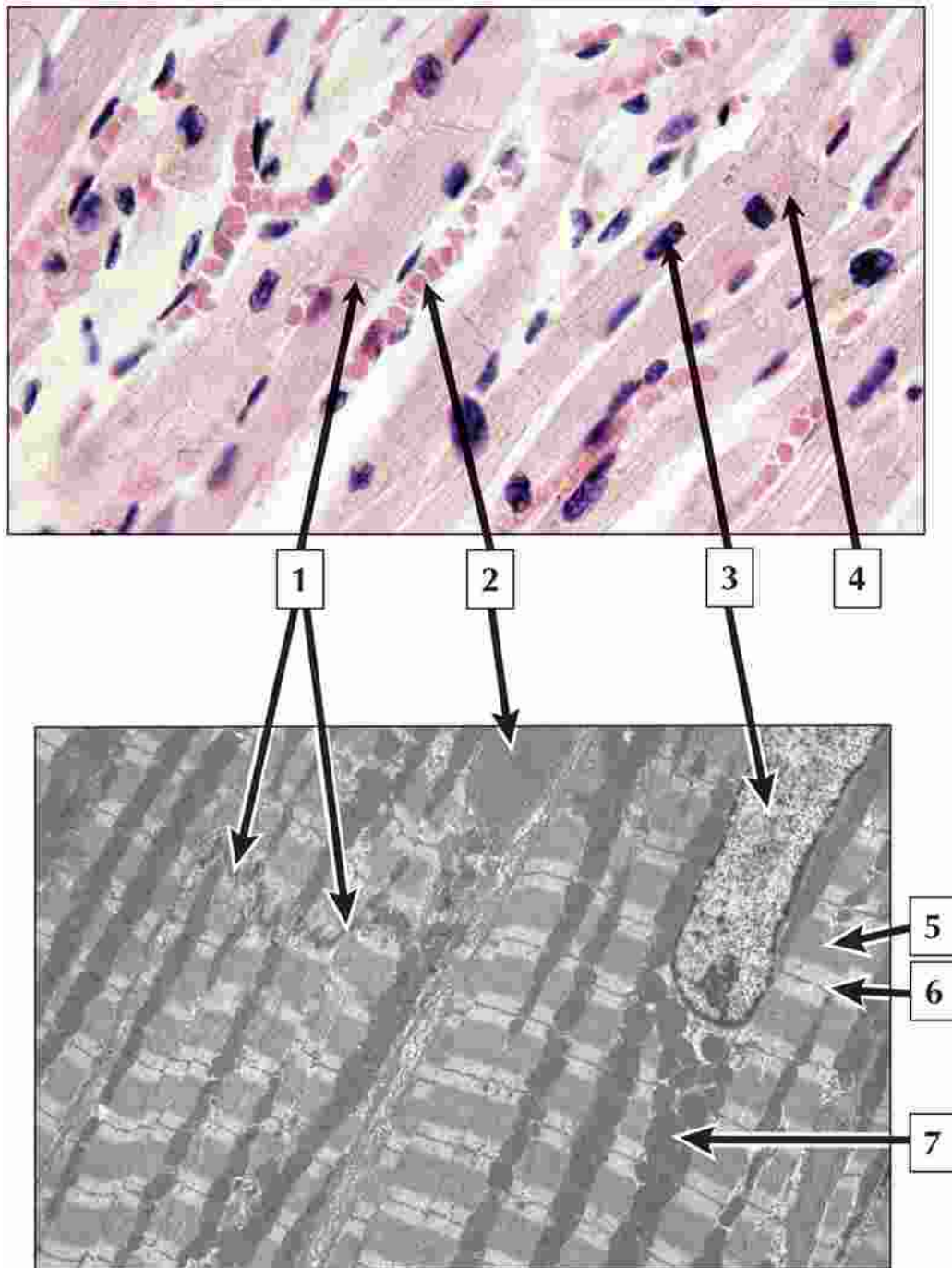
Comentario: El músculo cardiaco es el músculo estriado involuntario que forma el miocardio de las paredes cardiacas. Las células de músculo cardiaco (también conocidas como *cardiomiocitos* o *células miocárdicas*) presentan la misma organización básica de miofibrillas, miofilamentos y estriaciones cruzadas que el músculo esquelético. A diferencia del músculo esquelético, las células del músculo cardiaco son más pequeñas y poseen un solo núcleo situado en el centro, aunque en ocasiones pueden ser binucleadas. Las células se mantienen juntas por uniones especializadas llamadas *discos intercalares*.

La **miocardiopatía hipertrófica** es una enfermedad primaria del miocardio que a menudo es causa de muerte súbita de origen cardiaco. Casi siempre se trata de un trastorno familiar (55%) que se transmite con un patrón autosómico dominante. La proliferación e hipertrofia anómalas de las células del músculo cardiaco provocan un engrosamiento de las paredes ventriculares y una desorganización de los cardiomiocitos al perder su disposición normal.

Esquema de la organización básica del músculo cardiaco

Véase Netter. Histología esencial 4.19

4.7. Músculo cardiaco



1. Disco intercalar
2. Eritrocito en un capilar
3. Núcleo de la célula del músculo cardiaco
4. Lipofuscina

- 5. Banda A
- 6. Banda Z
- 7. Mitocondria

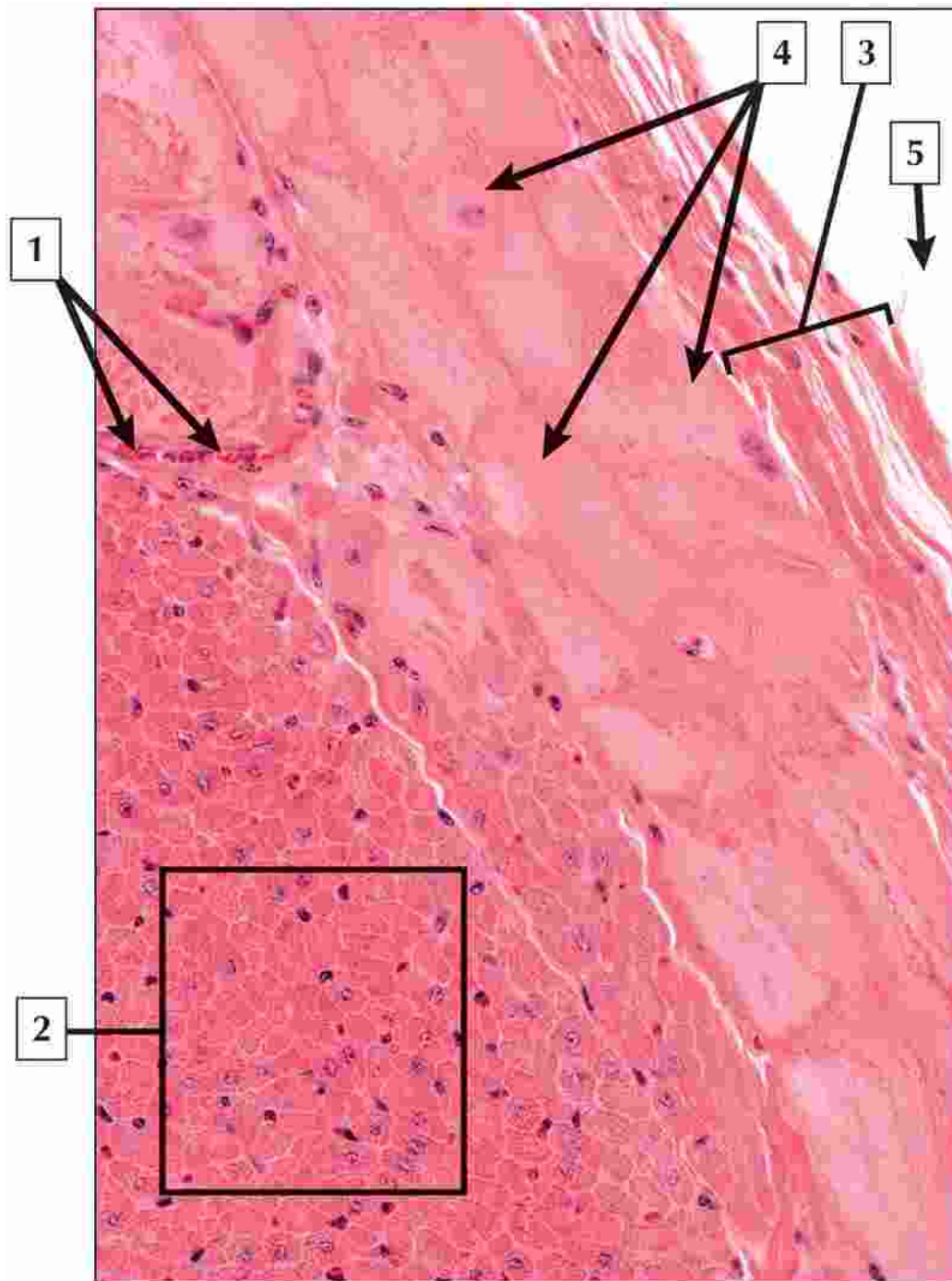
Comentario: Las células del músculo cardíaco tienen un tamaño intermedio entre el de las células del músculo esquelético y las del músculo liso. Su citoplasma es eosinófilo en los cortes teñidos con H+E debido al elevado contenido de proteínas contráctiles. El intersticio contiene numerosos capilares llenos de eritrocitos. Los discos intercalares establecen un acoplamiento mecánico y eléctrico entre las células, permitiendo que funcionen de manera coordinada. El disco es una combinación de tres especializaciones de unión: desmosomas, *fascia adherens* y uniones comunicantes.

La **miocardiopatía dilatada** familiar, una forma hereditaria de insuficiencia cardíaca, se debe a mutaciones de las proteínas del citoesqueleto que alteran la morfología de los discos intercalares al disociar las uniones entre los miocitos y alterar la organización miofibrilar y la función contráctil. El debilitamiento de las uniones provoca una elongación y un adelgazamiento excesivos de la pared ventricular.

Imágenes al microscopio óptico y al microscopio electrónico de un corte longitudinal de músculo cardíaco

Véase Netter. Histología esencial 4.19 y 4.20

4.8. Sistema de conducción cardíaca



1. Vaso sanguíneo (capilar)
2. Miocardio (fibras de músculo cardiaco)
3. Endocardio
4. Fibras de Purkinje

5. Luz del ventrículo (cavidad cardiaca)

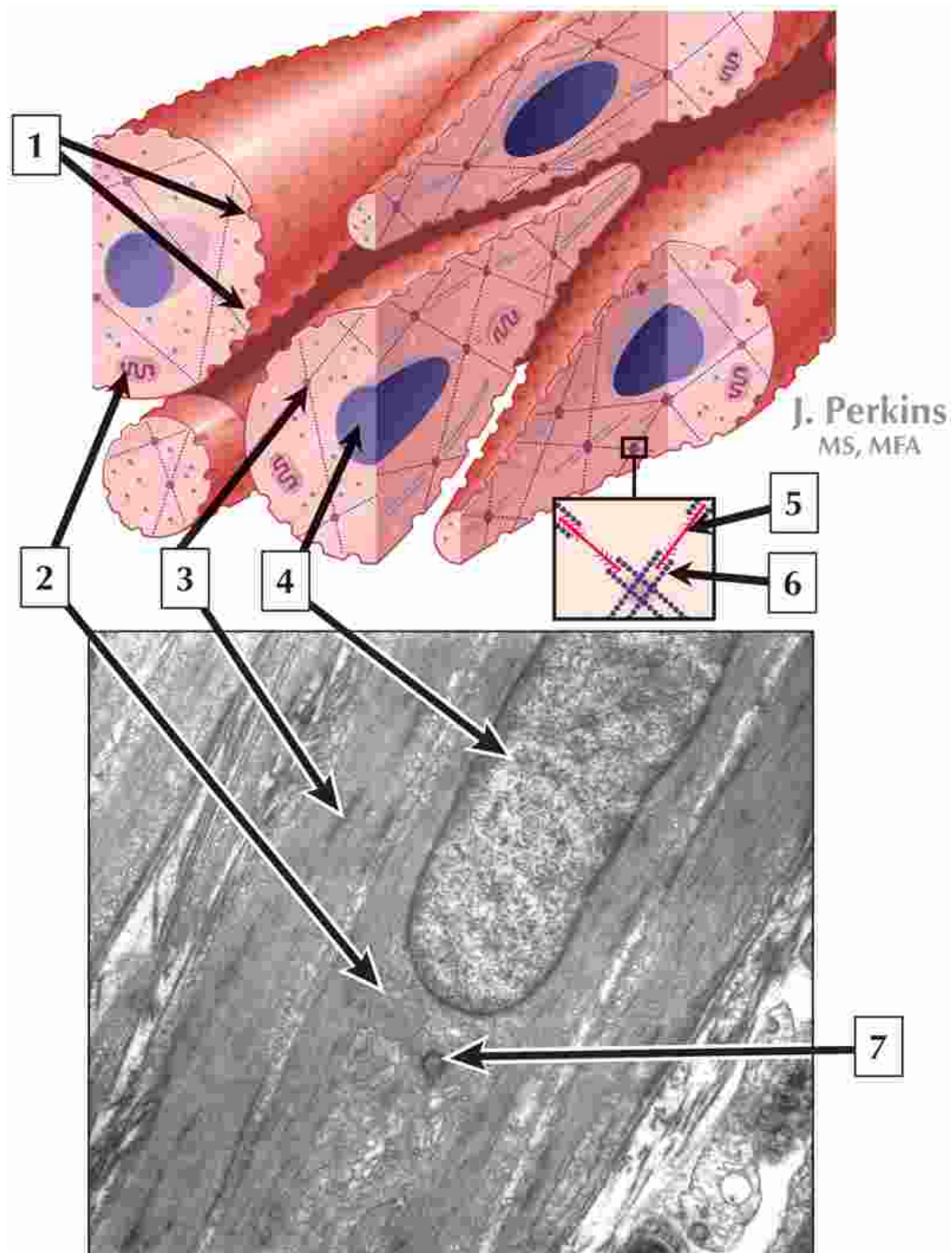
Comentario: Las **fibras de Purkinje**, que son células de músculo cardiaco modificadas, se encuentran dispersas a lo largo de la parte más interna del miocardio, adyacente al endocardio. Se localizan sobre todo en el tabique interventricular, donde se organizan en haces bien diferenciados integrados en tejido conjuntivo. Forman parte del sistema de conducción cardiaca, que incluye fibras especializadas en la conducción de impulsos eléctricos. Las fibras de Purkinje son más grandes y gruesas que las células de músculo cardiaco normales y presentan miofibrillas en torno a la periferia celular. Su contenido de glucógeno es mayor que el de las células de músculo cardiaco normales, por lo que muestran un aspecto pálido y desteñido en las preparaciones convencionales con H+E.

La **taquicardia ventricular** (ritmo cardiaco más rápido de lo normal que se origina en uno de los ventrículos) es un trastorno de la conducción cardiaca que puede derivar en una **fibrilación ventricular** (ritmo cardiaco anormal desorganizado) mucho más grave. Muchas *arritmias ventriculares* se inician en las fibras de Purkinje a través de un aumento del *automatismo*, debido a sus propiedades únicas de propagación del impulso y a su distribución anatómica.

Imagen al microscopio óptico de las fibras de Purkinje en el subendocardio del ventrículo

Véase Netter. Histología esencial 4.24

4.9. Músculo liso



1. Caveolas
2. Mitocondria
3. Cuerpo denso
4. Núcleo

5. Miosina (filamento grueso)
6. Actina (filamento delgado)
7. Centriolo

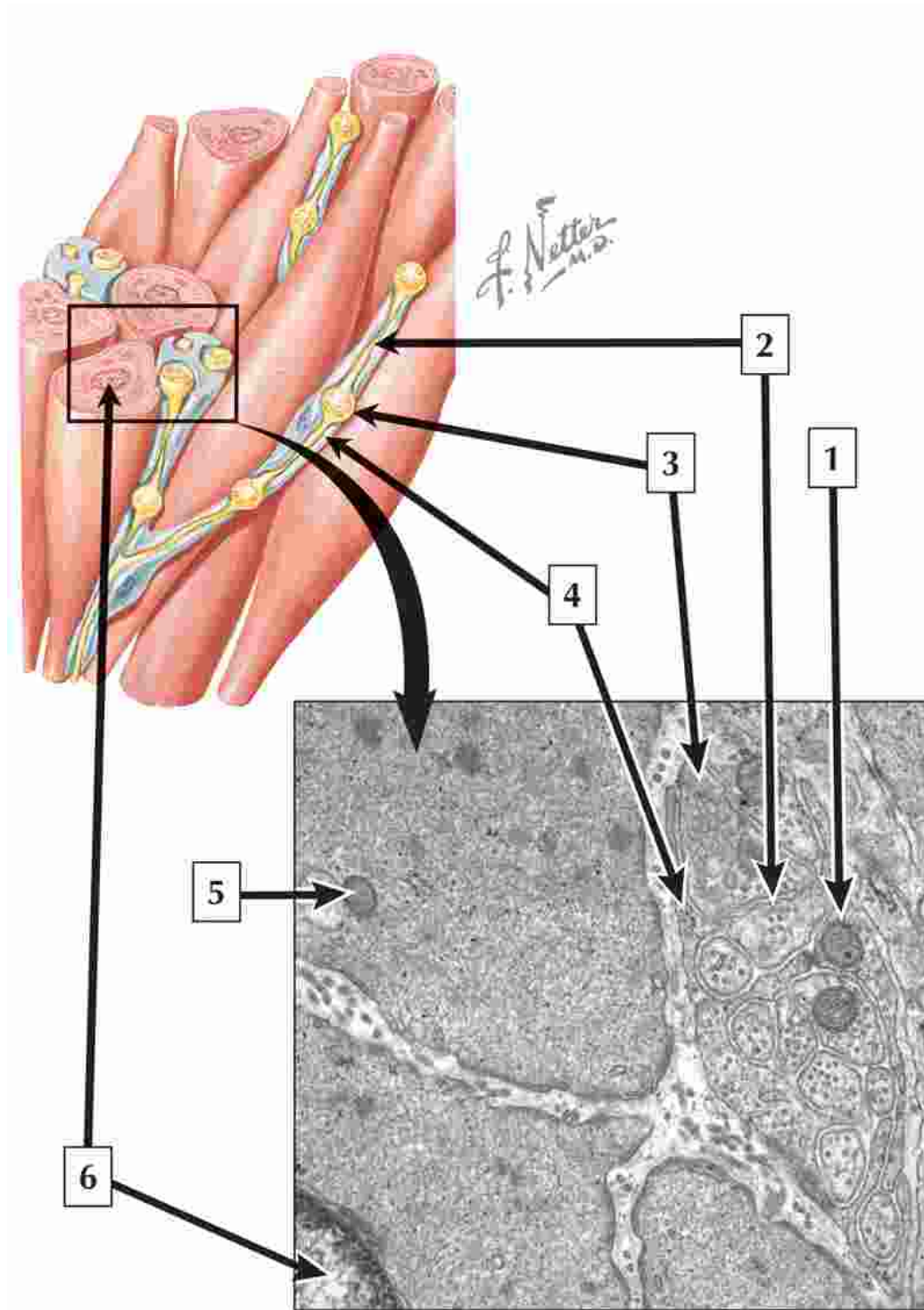
Comentario: La velocidad de contracción del músculo liso es mucho menor y más variable, aunque puede mantenerse durante periodos prolongados. Carece de estriaciones visibles, pero es capaz de producir una fuerza contráctil comparable a la del músculo esquelético. En el sarcoplasma predominan los filamentos con miosina y actina, junto con una red de filamentos intermedios que contienen desmina o vimentina. Los cuerpos densos son exclusivos del músculo liso y se encuentran por todo el citoplasma o fijados bajo la superficie del sarcolema, donde se anclan los filamentos delgados e intermedios a la membrana celular. La fijación de los filamentos delgados a los cuerpos densos y la proteína que contienen, llamada α -actina, recuerdan a lo observado en las bandas Z del músculo esquelético.

El **asma** y la **hipertensión** a menudo se deben a una contracción mantenida del músculo liso bronquial o vascular, respectivamente. Las células de músculo liso que rodean las vías respiratorias o los vasos sanguíneos pueden experimentar hiperplasia o hipertrofia, contribuyendo a la obstrucción de la luz.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de un corte longitudinal de músculo liso

Véase Netter. Histología esencial 4.27

4.10. Músculo liso



1. Mitocondria de la célula de Schwann
2. Axón amielínico
3. Varicosidad axonal

4. Célula de Schwann
5. Mitocondria de la célula de músculo liso
6. Núcleo de la célula de músculo liso

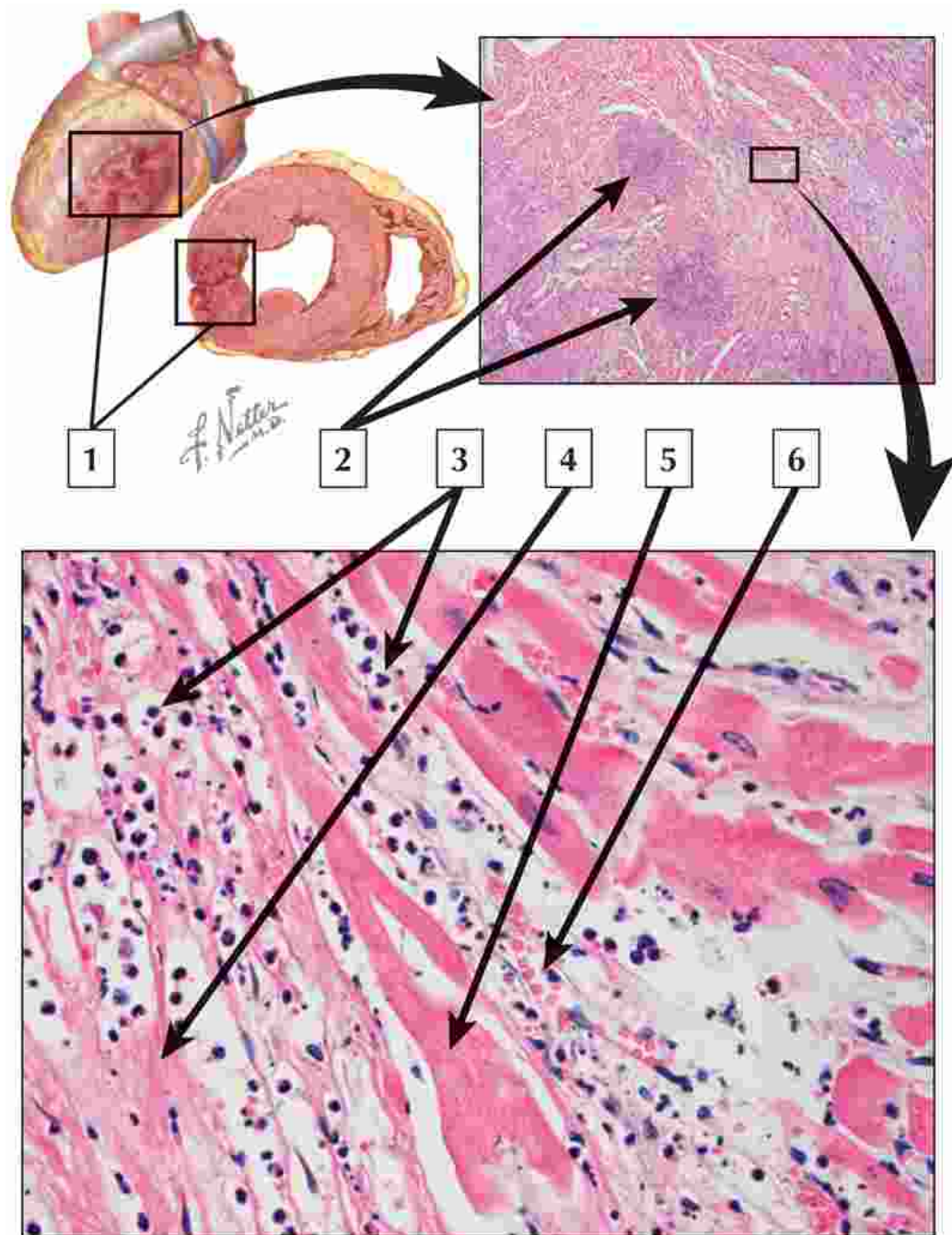
Comentario: La mayor parte de la actividad del músculo liso está regulada por el sistema nervioso autónomo (involuntario). Las varicosidades axonales son dilataciones que contienen vesículas llenas de acetilcolina, noradrenalina u otros neurotransmisores. Las uniones comunicantes entre las células de músculo liso permiten la propagación del impulso nervioso entre células adyacentes, dando lugar a contracciones sincrónicas. La contracción también puede estimularse por factores extrínsecos (p. ej., la oxitocina en el útero durante el parto). Además, algunas sustancias locales, como la histamina y la serotonina, o factores físicos como el estiramiento, pueden influir en la actividad del músculo liso.

La **vasoconstricción** del músculo liso vascular es estimulada por la unión de la noradrenalina a los receptores adrenérgicos situados en la superficie de las células de músculo liso. Se utilizan **alfabloqueantes** para inhibir la unión de la noradrenalina a su receptor, lo que reduce el tono del músculo liso y aumenta el diámetro del vaso.

Esquema del patrón de inervación del músculo liso e imagen al microscopio electrónico de varias células de músculo liso muy cerca de los axones neuronales

Véase Netter. Histología esencial 4.29

4.11. Infarto de miocardio



1. Infarto agudo de miocardio transparietal
2. Infiltrados de células inflamatorias
3. Leucocitos polimorfonucleares (PMN)
4. Tejido fibrótico (colágeno)
5. Célula de músculo cardíaco en degeneración (banda de contracción)

6. Capilar

Comentario: El **infarto de miocardio (IM)** está causado por una **isquemia** (falta de riego sanguíneo) miocárdica intensa y prolongada que da lugar a la pérdida de la contractilidad cardíaca y a la muerte (**necrosis**) de los cardiomiocitos. Los cambios ultraestructurales iniciales de la necrosis de las células musculares consisten en la ruptura del sarcolema, el agotamiento del glucógeno y la tumefacción de las mitocondrias. En presencia de un IM agudo (menos de 3-5 días de evolución) se observa un **infiltrado inflamatorio** compuesto principalmente por leucocitos polimorfonucleares (**neutrófilos**). Las características clave de la necrosis de los cardiomiocitos son la presencia de fibras «onduladas», pérdida de las estriaciones, bandas de contracción, **pícnosis** y pérdida de núcleos (**cariolisis**). Estos cambios van acompañados de edema intersticial, hemorragia, infiltración por macrófagos, aparición de tejido de granulación fibrovascular y fibrosis miocárdica.

Incidencia y tratamiento: Cada año, más de 33 millones de personas de todo el mundo sufren un IM, lo que causa unos 13 millones de muertes. La mayoría de los IM se deben a **aterosclerosis** de las arterias coronarias. Los hombres presentan un riesgo más elevado que las mujeres a lo largo de la vida, pero se trata de la principal causa de muerte entre las mujeres de edad avanzada. Las opciones de tratamiento dirigidas a reducir la mortalidad (p. ej., nuevos **fármacos antiisquémicos** y **endoprótesis farmacoactivas más invasivas**) varían en función de la gravedad de los síntomas.

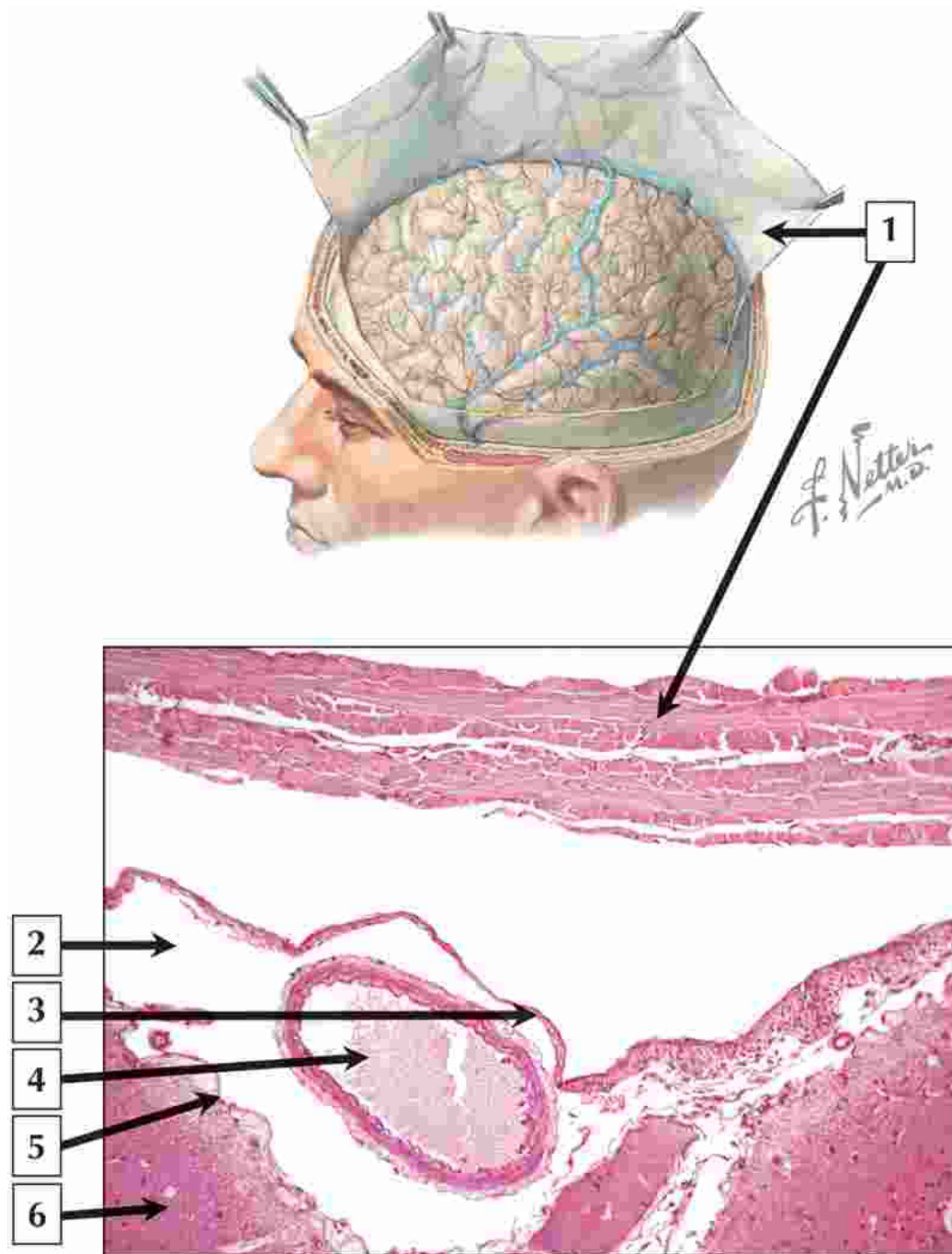
Esquema de un infarto agudo de miocardio transparietal e imágenes al microscopio óptico a bajo y a gran aumento de un infarto agudo de miocardio

Véase Netter. Histología esencial 4.30

5: Tejido nervioso

- 5.1 Meninges
- 5.2 Cerebro
- 5.3 Cerebelo
- 5.4 Neurona
- 5.5 Neurona
- 5.6 Sinapsis en el sistema nervioso central
- 5.7 Barrera hematoencefálica
- 5.8 Plexo coroideo
- 5.9 Médula espinal
- 5.10 Nervio periférico
- 5.11 Nervio periférico
- 5.12 Ganglios periféricos
- 5.13 Enfermedad de Alzheimer

5.1. Meninges



1. Duramadre
2. Espacio subaracnoideo
3. Aracnoides
4. Luz de una arteria cerebral
5. Piamadre

6. Tejido nervioso

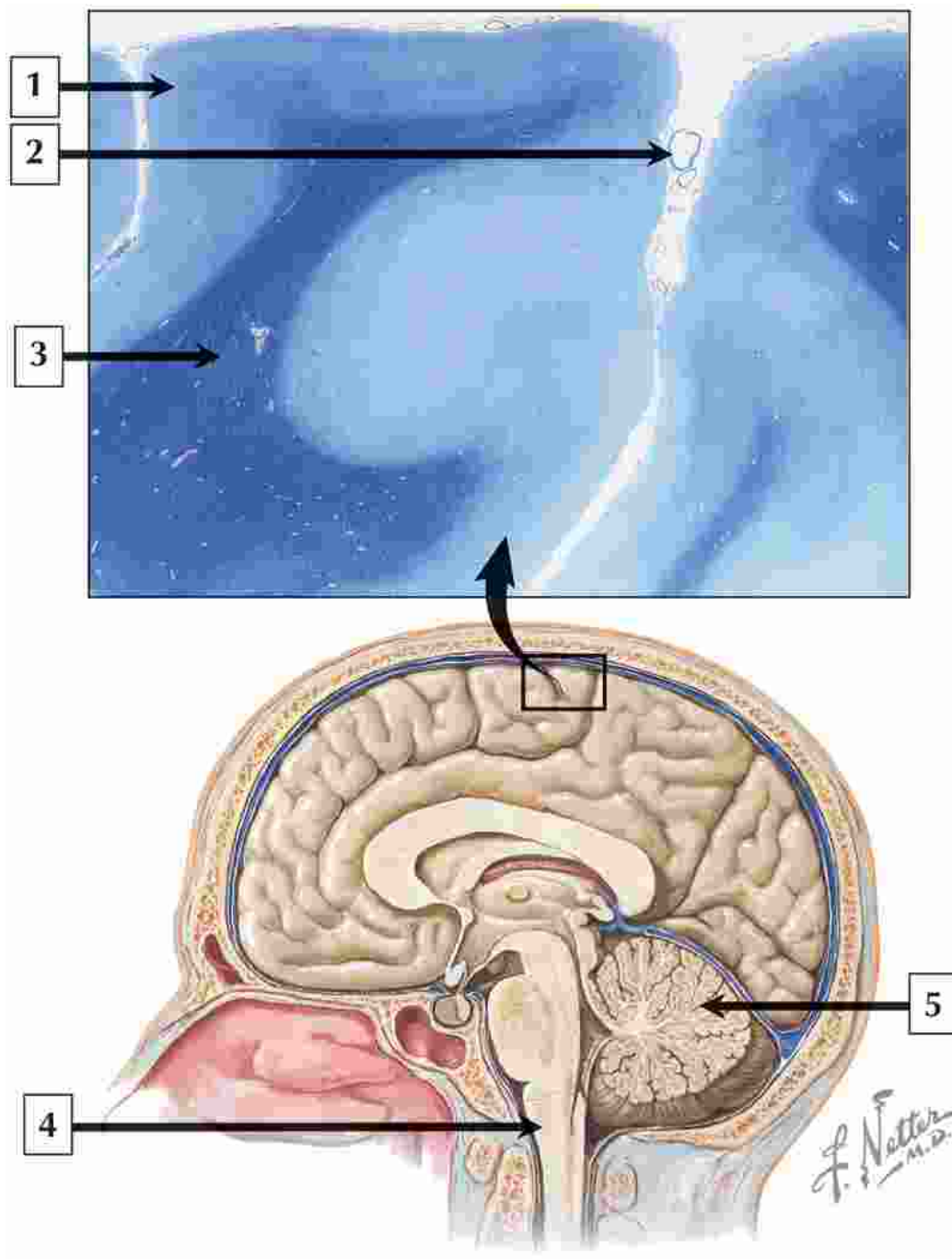
Comentario: La duramadre reviste el encéfalo, la médula espinal y los nervios ópticos. Se trata de un tejido conjuntivo denso fibroso compuesto por haces entrelazados de colágeno y fibras elásticas asociados a fibroblastos planos. La aracnoides y la piamadre son más delgadas y delicadas que la duramadre y se conocen conjuntamente como *leptomeninges*. El espacio subaracnoideo está lleno de líquido cefalorraquídeo y contiene ramas de las arterias y venas cerebrales.

La **meningitis** es una inflamación de las meninges. Suele estar causada por bacterias o virus, aunque también puede deberse a otros patógenos, como hongos o parásitos. La meningitis bacteriana es menos frecuente que la vírica y es potencialmente mortal. Se caracteriza por la presencia de exudados de leucocitos polimorfonucleares en el sistema nervioso central, mientras que la meningitis vírica cursa con infiltrados de linfocitos en el encéfalo y una elevación de la cifra de linfocitos T en el líquido cefalorraquídeo.

Esquema de la duramadre desplegada hacia atrás e imagen al microscopio óptico de las meninges que recubren el encéfalo de un simio

Véase Netter. Histología esencial 5.3

5.2. Cerebro



1. Sustancia gris
2. Vaso sanguíneo
3. Sustancia blanca
4. Bulbo raquídeo
5. Cerebelo

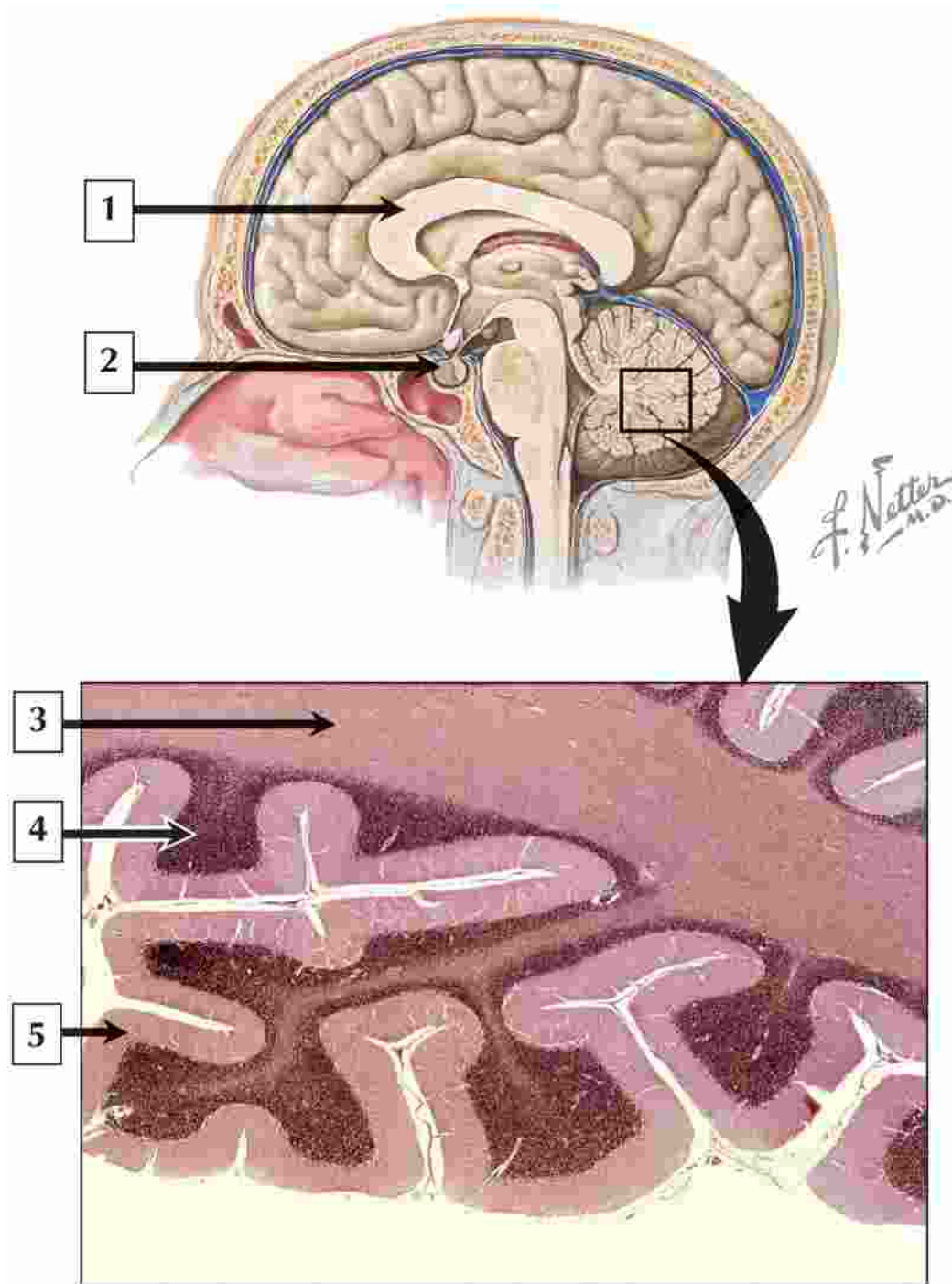
Comentario: El cerebro consiste en dos hemisferios con una corteza externa de sustancia gris y una región central de sustancia blanca. La corteza cerebral tiene un grosor de 1,5-4,5 mm. La sustancia gris consta principalmente de los somas neuronales, prolongaciones neuronales amielínicas y células de la glía, mientras que la sustancia blanca contiene los tractos de fibras nerviosas mielinizadas y la neuroglía asociada. El sistema nervioso central contiene una rica red vascular compuesta por numerosos capilares, que son más abundantes en la sustancia gris. En la médula espinal, la sustancia gris se localiza en la parte interna, envuelta por una capa externa de sustancia blanca.

La **afectación de la mielina** es habitual en varias enfermedades neurológicas y da lugar a un bloqueo de la conducción axonal, daños secundarios en los axones y posiblemente déficits neurológicos permanentes. La **esclerosis múltiple** es una enfermedad desmielinizante causada por una reacción autoinmunitaria dirigida contra las vainas de mielina. La destrucción de las vainas ralentiza la conducción axonal y provoca reacciones inflamatorias en las zonas de degeneración.

Imagen al microscopio óptico del cerebro (teñido con azul rápido de Luxol) y esquema de un corte sagital medio del cráneo

Véase Netter. Histología esencial 5.1 y 5.4

5.3. Cerebelo



1. Cuerpo calloso
2. Hipófisis
3. Sustancia blanca
4. Capa de células granulares

5. Capa molecular

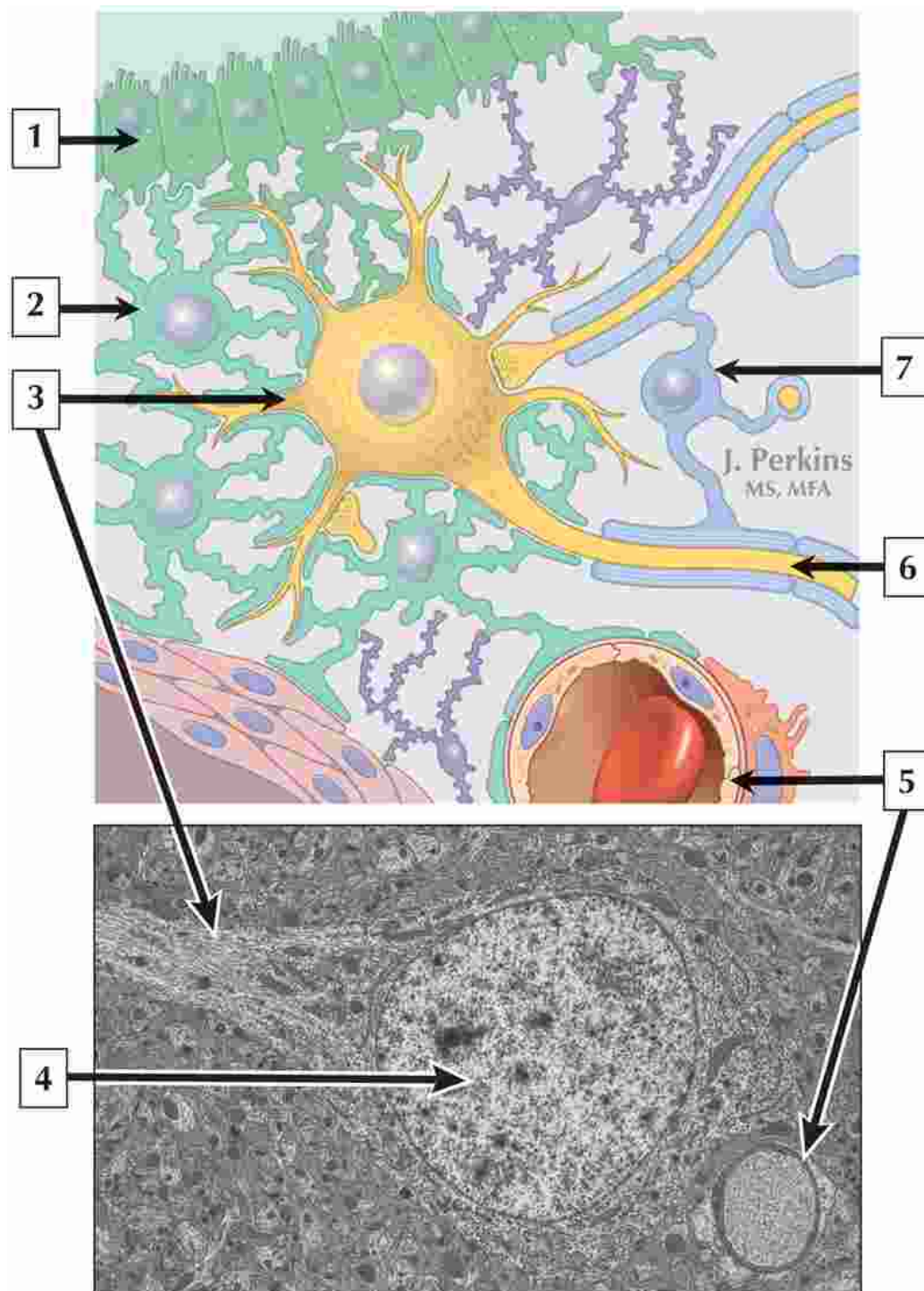
Comentario: El cerebelo es una parte bilateral simétrica del encéfalo con una superficie muy plegada con finos pliegues transversales que recuerdan a las hojas de un árbol. Consta de una capa superficial de corteza de sustancia gris y un centro medular de sustancia blanca. La corteza externa presenta una organización tr laminar notablemente uniforme: una capa molecular externa, una capa interna de células granulares y una monocapa intermedia de grandes neuronas piriformes llamadas *células de Purkinje*. La capa molecular es una zona pálida con relativamente pocos somas neuronales. Contiene una red de dendritas profusamente ramificada de células de Purkinje y representa básicamente un campo sináptico.

La **enfermedad de Huntington** es un trastorno autosómico dominante que afecta a las neuronas y provoca la atrofia de los núcleos caudado y putamen. La dilatación de los ventrículos encefálicos también es característica en esta enfermedad. Los síntomas clínicos consisten en movimientos espasmódicos, dificultad para hablar y alteraciones psicológicas.

Esquema de un corte sagital medio del cráneo e imagen al microscopio óptico del cerebelo

Véase Netter. Histología esencial 5.1 y 5.4

5.4. Neurona



1. Epéndimo
2. Astrocito
3. Dendrita de una neurona

4. Eucromatina nuclear
5. Endotelio de un capilar
6. Axón
7. Oligodendrocito

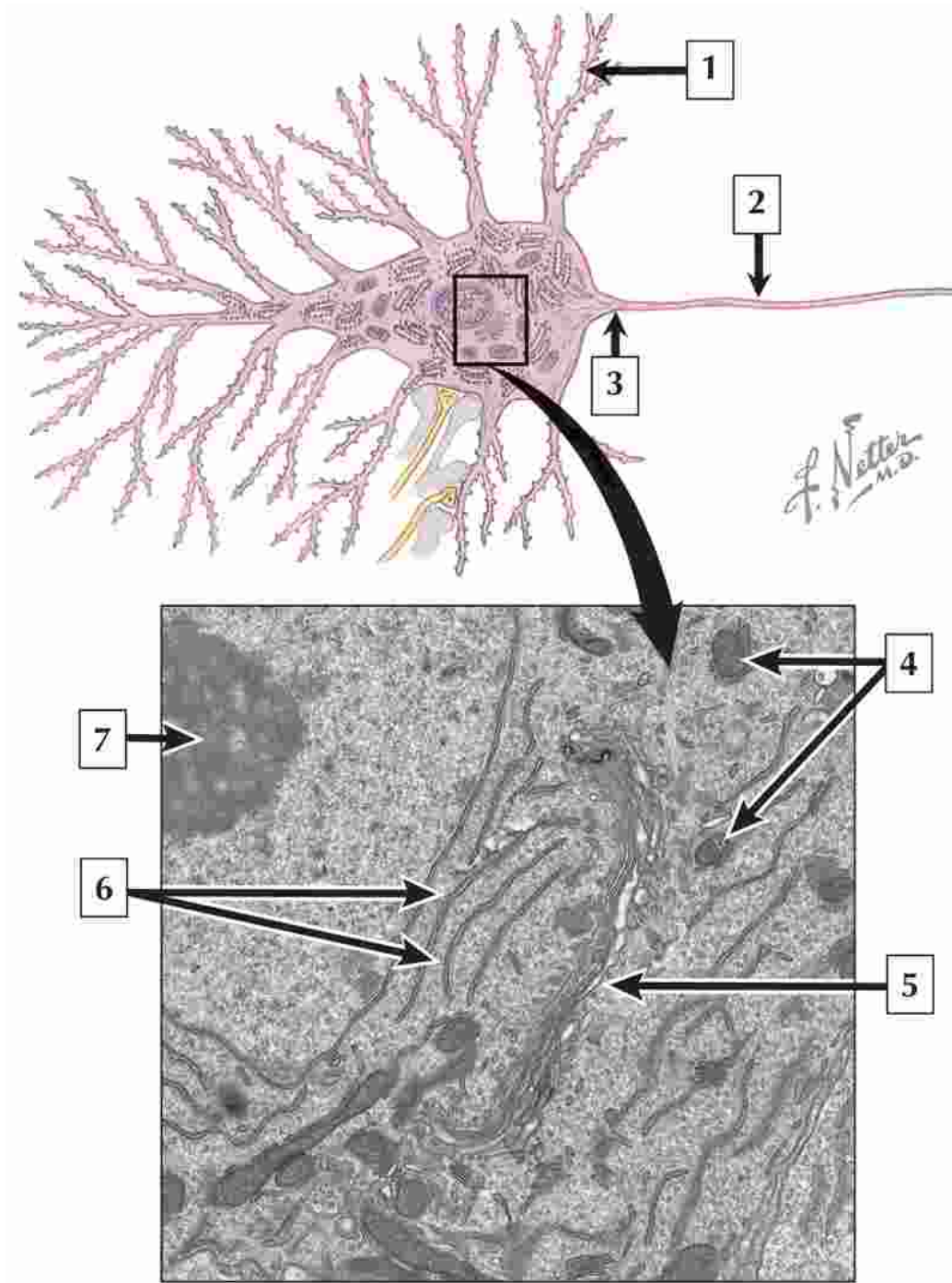
Comentario: El soma es el centro trófico de la neurona y su forma y tamaño varían enormemente dependiendo del tipo de neurona y de su localización específica dentro del sistema nervioso central. Como reflejo de su función en la regulación y la transcripción genéticas, el núcleo de una neurona típica es eucromático y posee pequeños parches de heterocromatina, desplazados hacia la periferia, justo debajo de la membrana nuclear. Por lo general, el núcleo es entre esférico y ovoideo, y es de tamaño grande en relación con el pericarion que lo rodea.

La **demencia senil** de tipo Alzheimer o **enfermedad de Alzheimer** se caracteriza por una pérdida de memoria progresiva. La característica histopatológica distintiva de la enfermedad de Alzheimer es el aumento del número de **placas neuríticas** o «**seniles**», sobre todo en la corteza cerebral. Estas placas consisten en procesos neuríticos tortuosos formados principalmente por terminaciones presinápticas degenerativas que rodean un núcleo central de amiloide. Otro signo histológico importante es la proliferación de ovillos neurofibrilares en el citoplasma.

Esquema de los principales tipos de células del encéfalo e imagen al microscopio electrónico de la corteza cerebral, en la que se muestra una neurona de la sustancia gris

Véase Netter. Histología esencial 5.7 y 5.11

5.5. Neurona



1. Dendrita
2. Axón
3. Cono axónico
4. Mitocondria

5. Aparato de Golgi
6. Retículo endoplasmático rugoso
7. Nucleolo

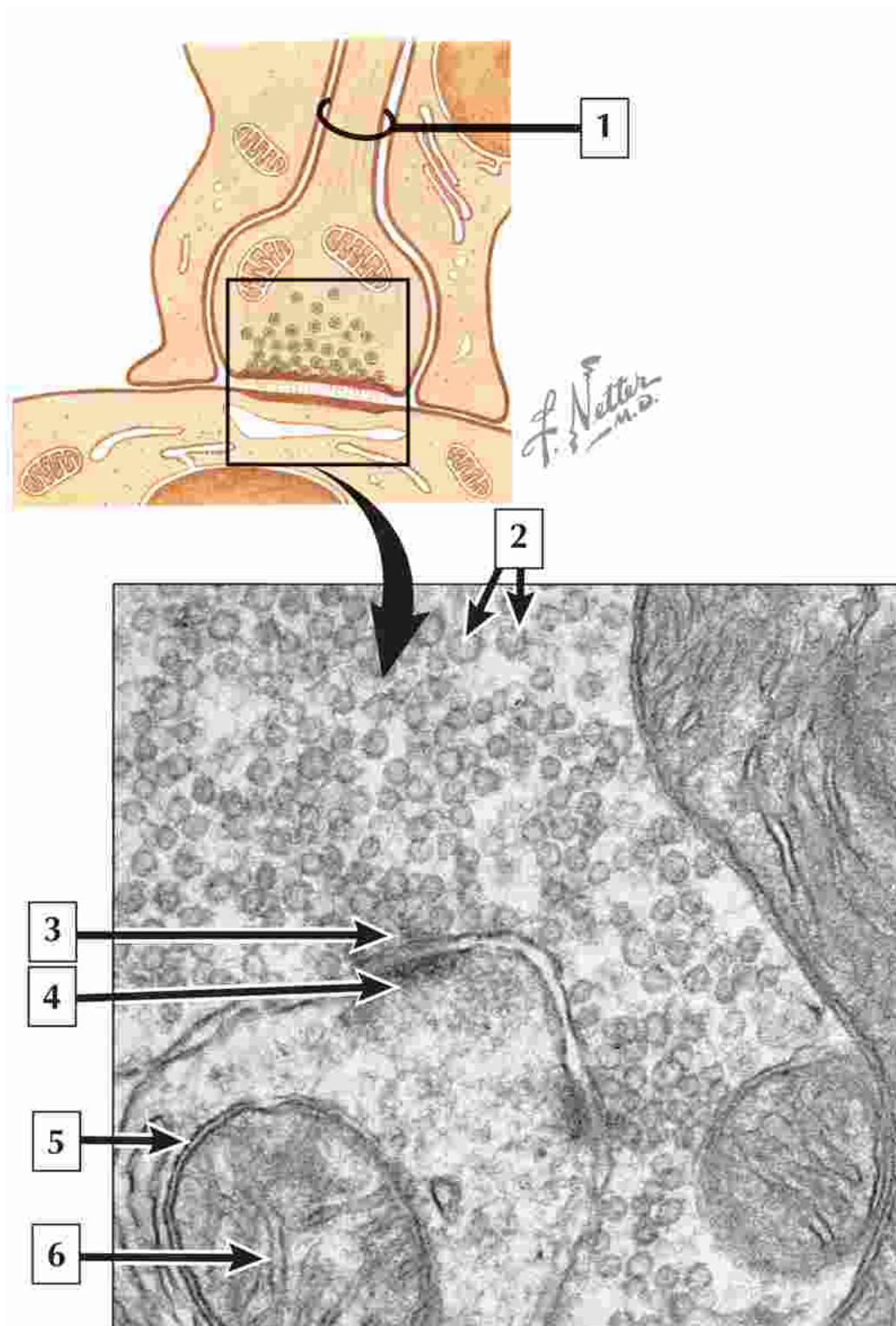
Comentario: En el citoplasma de las neuronas predominan numerosas cisternas planas de retículo endoplasmático rugoso, entre las cuales hay abundantes ribosomas libres, que se corresponden con la sustancia de Nissl basófila que se ve en las micrografías ópticas. Su función principal es la síntesis de proteínas para uso interno y exportación. Normalmente cerca del núcleo se observa un aparato de Golgi muy desarrollado con numerosas pilas de sacos planos, así como vesículas y vacuolas asociadas. Este orgánulo se encarga del empaquetamiento y la concentración de los productos de secreción y de la modificación postraducciona de las macromoléculas. También produce los lisosomas, que acumulan un pigmento de desgaste en estas células longevas conforme avanza la edad.

La **enfermedad de Parkinson** afecta a las motoneuronas del sistema nervioso central. Los síntomas principales consisten en una disminución de la función y la actividad de las neuronas dopaminérgicas encefálicas. Aunque la mayoría de los casos son idiopáticos (de origen desconocido), otros pueden deberse a toxinas, fármacos, traumatismos o mutaciones genéticas.

Esquema e imagen al microscopio electrónico del soma de una neurona de la corteza cerebral

Véase Netter. Histología esencial 5.6 y 5.8

5.6. Sinapsis en el sistema nervioso central



1. Axón

2. Vesículas sinápticas
3. Terminación presináptica
4. Terminación postsináptica
5. Membrana mitocondrial externa
6. Cresta mitocondrial

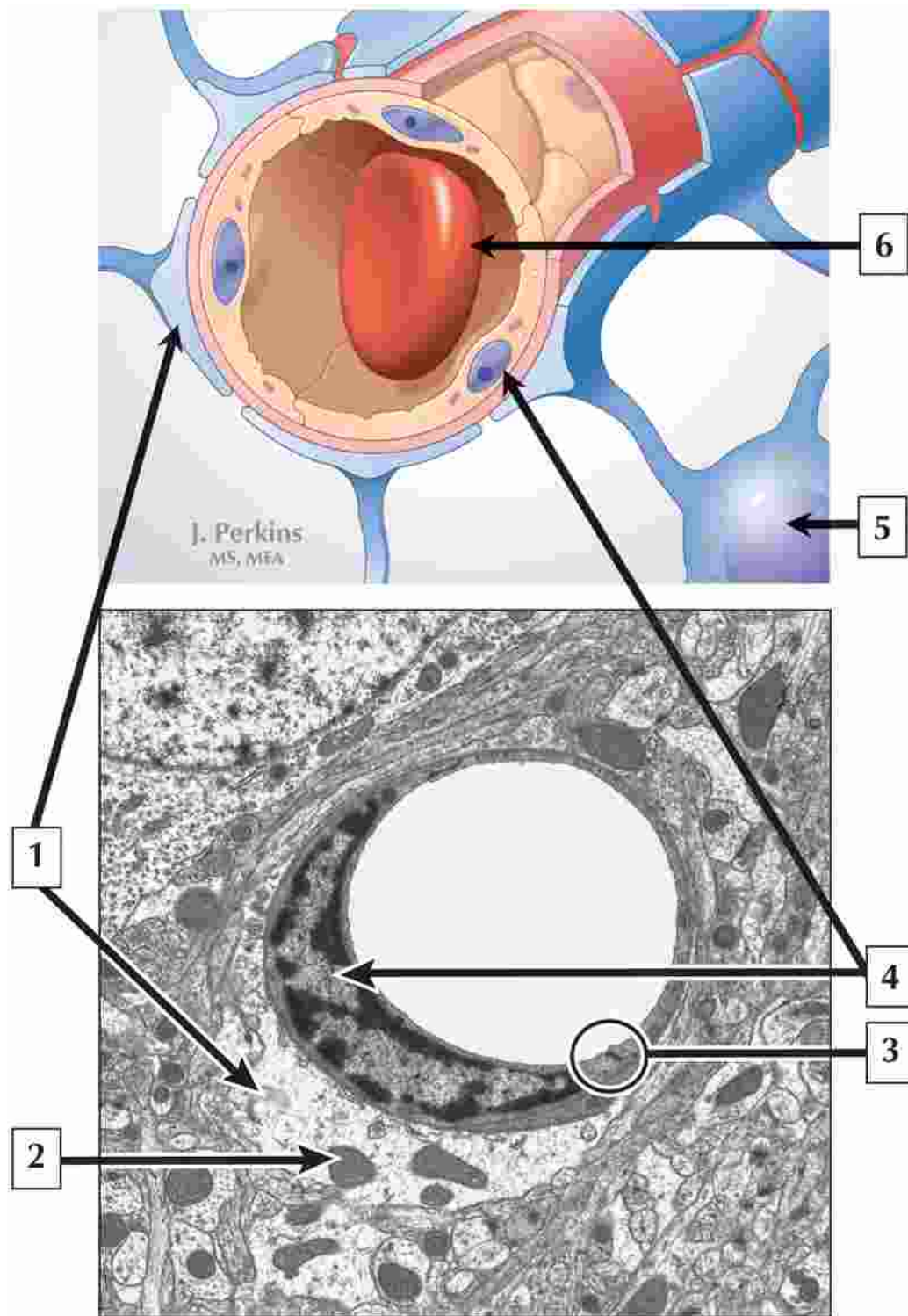
Comentario: Las sinapsis son sitios especializados para la transmisión química o eléctrica que permite la comunicación entre neuronas o entre las neuronas y otras células efectoras. En las sinapsis químicas, las especializaciones de las membranas presináptica y postsináptica contienen un material electrodensito que se extiende hacia el citoplasma subyacente y que suele ser más grueso en la región postsináptica. La llegada del potencial de acción hace que las vesículas presinápticas se fusionen con la membrana presináptica y descarguen su contenido de neurotransmisores en la hendidura sináptica. A continuación, el neurotransmisor difunde a través de la hendidura para unirse con las moléculas receptoras de la membrana postsináptica, provocando cambios de conductancia en dicha membrana.

Los **inhibidores de la monoaminoxidasa** son fármacos de uso habitual en el tratamiento de la depresión. Actúan a nivel de la sinapsis, bloqueando la enzima que normalmente descompone los neurotransmisores monoamínicos (noradrenalina, dopamina y serotonina), prolongando así la actividad de estos neurotransmisores en el encéfalo.

Esquema e imagen al microscopio electrónico a gran aumento de una sinapsis en el encéfalo

Véase Netter. Histología esencial 5.10

5.7. Barrera hematoencefálica



1. Podocito del astrocito
2. Mitocondria

3. Unión estrecha entre las células endoteliales
4. Núcleo (eucromatina) de la célula endotelial
5. Núcleo del astrocito
6. Eritrocito en la luz del capilar

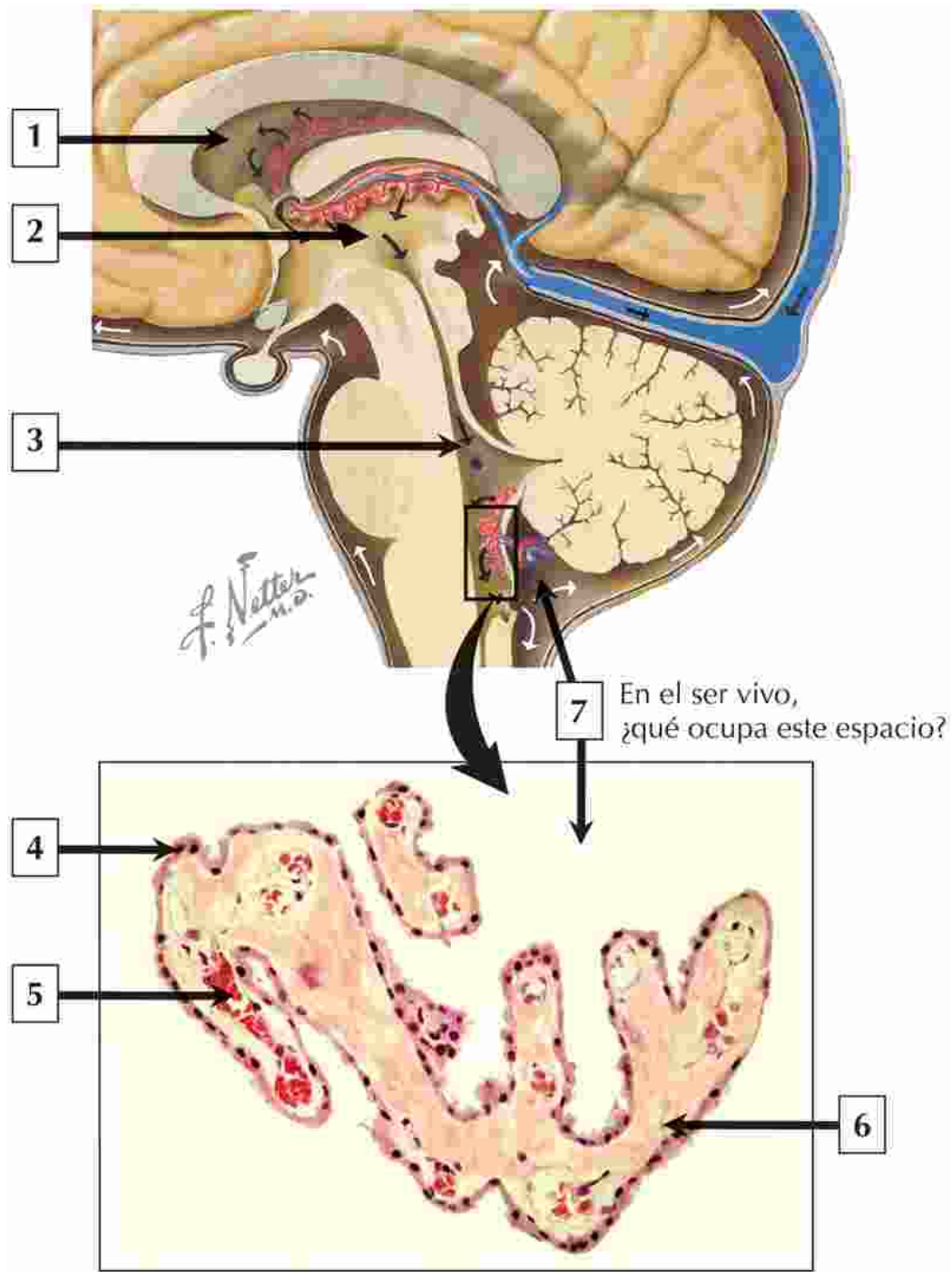
Comentario: La barrera hematoencefálica restringe el paso de grandes moléculas desde la luz de los capilares hacia el tejido circundante, pero permite el paso libre de los gases y determinadas moléculas, como la glucosa. Esta barrera protege a las neuronas del sistema nervioso central de toxinas, fármacos y otras sustancias potencialmente dañinas que pueda haber en el torrente sanguíneo. La mayoría de los antibióticos, como la penicilina, no atraviesan la barrera en cantidad suficiente debido a su gran tamaño molecular y bajo grado de liposolubilidad. En algunas regiones del encéfalo no existe esta barrera, sino capilares muy permeables y fenestrados. Estas regiones son la glándula pineal, la hipófisis posterior y parte del hipotálamo.

La **encefalitis** es una inflamación del parénquima encefálico. La encefalitis aguda suele deberse a una infección vírica, mientras que la forma que progresa hacia la formación de un absceso suele estar producida por bacterias que provocan una importante destrucción del tejido encefálico.

Esquema de la barrera hematoencefálica e imagen al microscopio electrónico de un capilar de la corteza cerebral

Véase Netter. Histología esencial 5.13 y 5.14

5.8. Plexo coroideo



1. Ventrículo lateral
2. Tercer ventrículo
3. Cuarto ventrículo
4. Epéndimo (modificado); epitelio cúbico simple

5. Capilar (fenestrado)
6. Tejido conjuntivo laxo
7. Líquido cefalorraquídeo

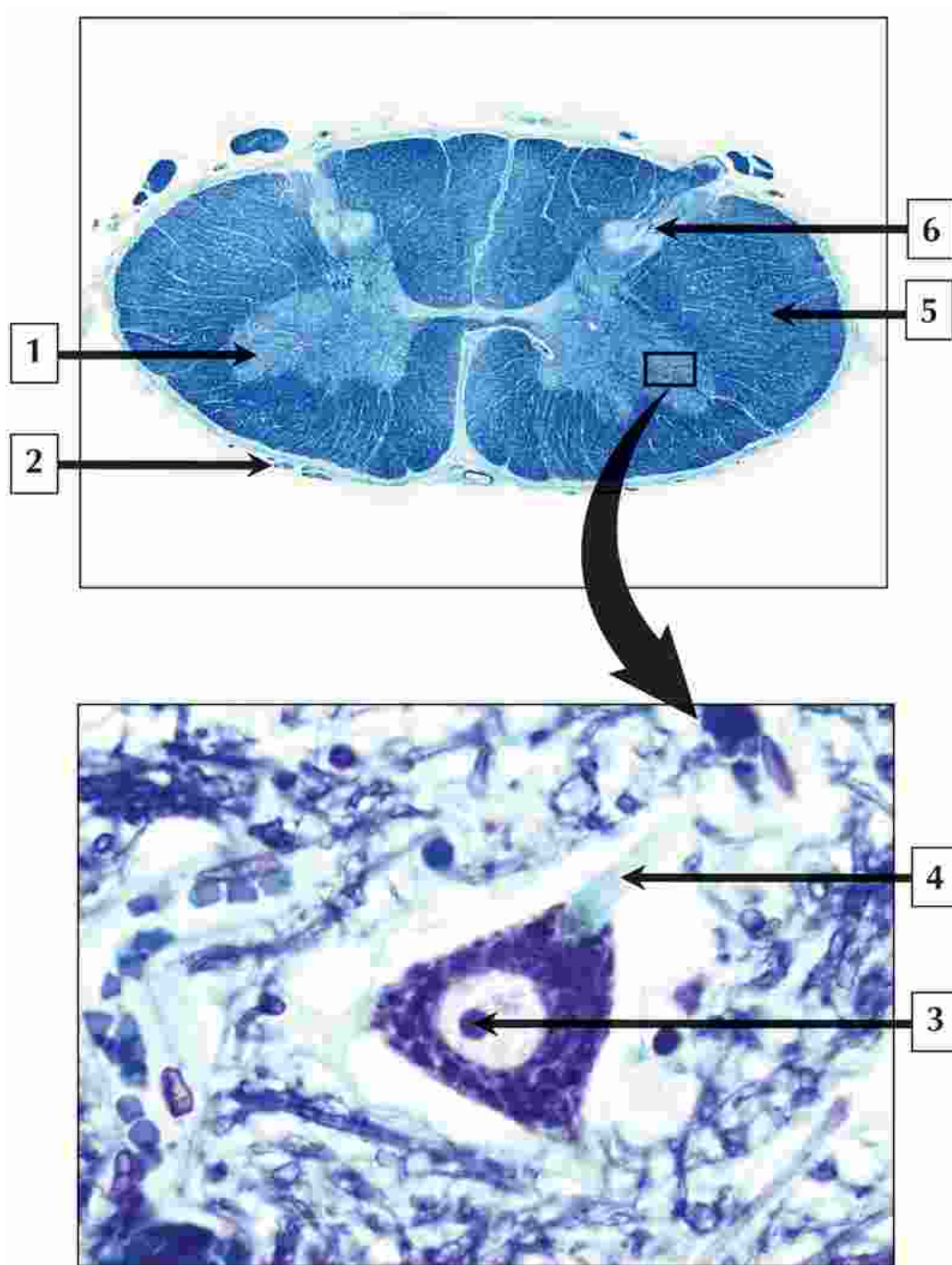
Comentario: El plexo coroideo es un tejido muy especializado situado en el techo del tercer y cuarto ventrículos del encéfalo y en las paredes de los ventrículos laterales. Produce el líquido cefalorraquídeo, que circula por los ventrículos, el conducto central de la médula espinal y el espacio subaracnoideo. El plexo coroideo consiste en pliegues muy ramificados, semejantes a hojas, de la piamadre vascularizada recubierta por un epéndimo modificado (epitelio cúbico simple o cilíndrico bajo), que es un epitelio secretor y transportador de iones y que descansa sobre una delgada membrana basal. Un núcleo de tejido conjuntivo de la piamadre contiene una tortuosa red de grandes capilares fenestrados muy permeables.

Los **ependimomas** son tumores gliales derivados de las células del epéndimo del sistema nervioso central (SNC). Se clasifican en cuatro subtipos, que constituyen el 6-9% de las neoplasias primarias del SNC. Las lesiones intracraneales, que se originan en el techo del cuarto ventrículo, suelen afectar a niños, mientras que los tumores de la médula espinal son más habituales en adultos.

Esquema de un hemicorte del SNC e imagen al microscopio óptico de un penacho del plexo coroideo

Véase Netter. Histología esencial 5.18

5.9. Médula espinal



1. Asta ventral (anterior)
2. Piamadre
3. Núcleo de la motoneurona
4. Axón
5. Sustancia blanca

6. Asta dorsal (posterior)

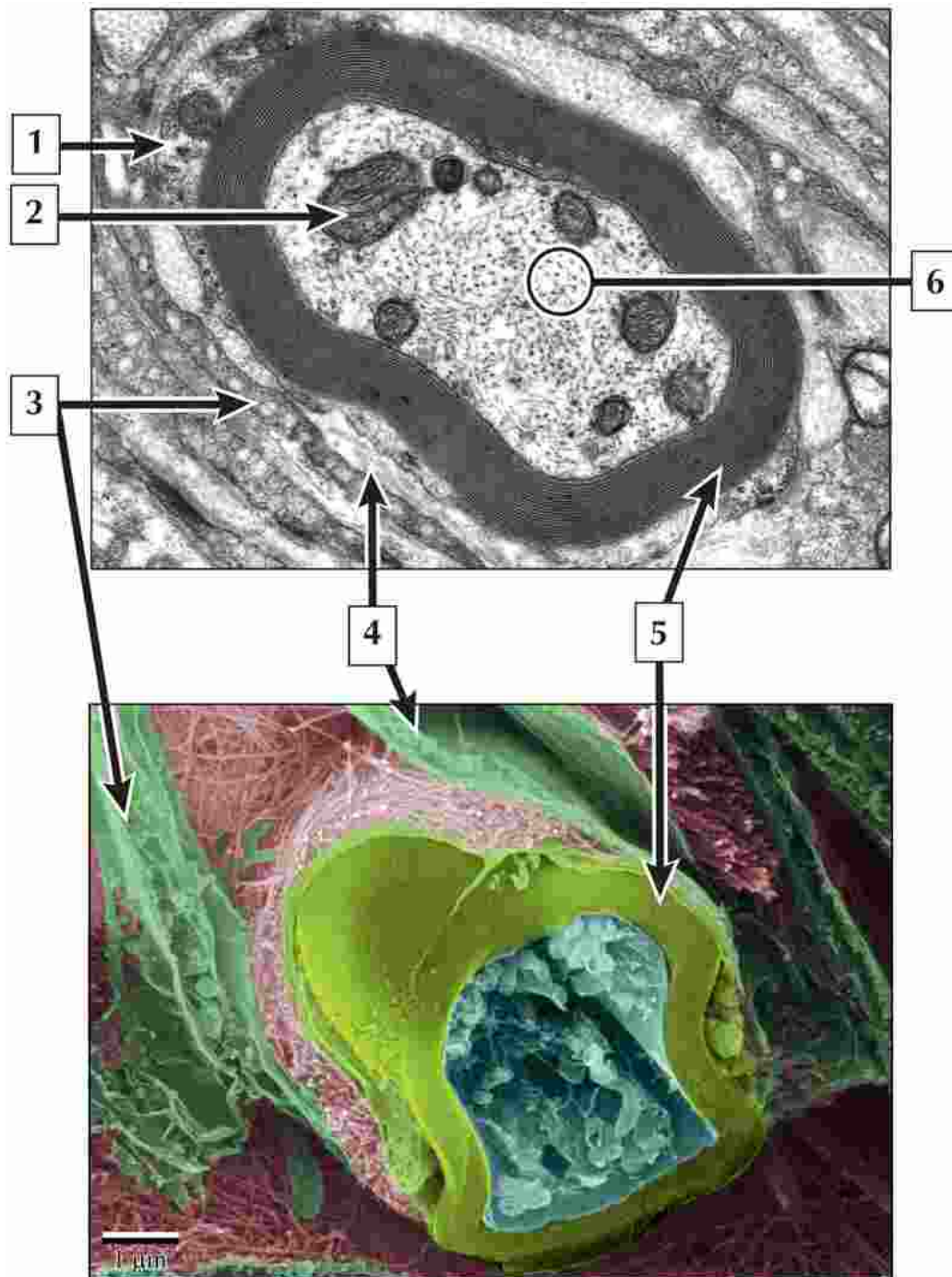
Comentario: La sustancia blanca consta de unas vías ascendentes y descendentes de fibras nerviosas mielínicas, mientras que la sustancia gris consiste básicamente en somas y fibras nerviosas amielínicas. La sustancia gris tiene dos astas ventrales y dos astas dorsales conectadas en el centro por un istmo, llamado comisura gris. Los somas de las motoneuronas pueden identificarse fácilmente en el asta anterior gracias a su tamaño relativamente grande y a la sustancia de Nissl presente en su citoplasma. Las fibras nerviosas sensitivas entran a la médula espinal por las astas dorsales, y las fibras de las motoneuronas salen por las astas ventrales en haces bien definidos llamados nervios raquídeos.

La **esclerosis lateral amiotrófica**, también conocida como **enfermedad de Lou Gehrig**, es un trastorno neuromuscular progresivo causado por la destrucción de neuronas específicas del encéfalo y la médula espinal. Pertenece al grupo de trastornos conocido como **enfermedades de la motoneurona** y provoca la pérdida del control nervioso de los músculos esqueléticos, con la consiguiente degeneración y atrofia de las fibras musculares. En último término se ven afectados los músculos respiratorios, por lo que la muerte sobreviene debido a la incapacidad para respirar.

Imagen al microscopio óptico de la médula espinal a bajo y gran aumento

Véase Netter. Histología esencial 5.22

5.10. Nervio periférico



1. Célula de Schwann
2. Mitocondria
3. Célula perineural
4. Fibrillas de colágeno del endoneuro

- 5. Vaina de mielina
- 6. Neurofilamentos

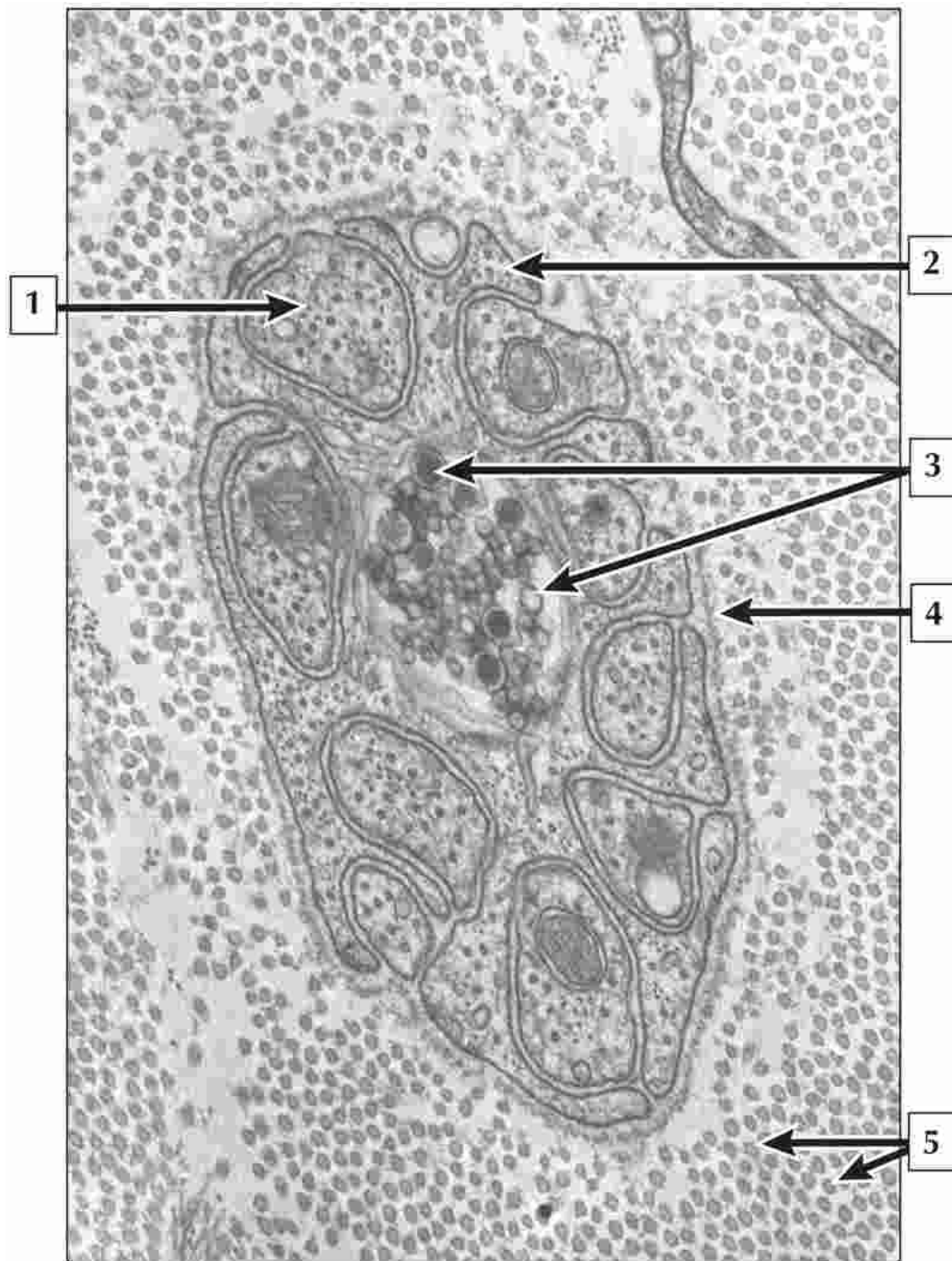
Comentario: Las regiones internodulares de los nervios mielínicos del sistema nervioso periférico están rodeadas por capas concéntricas de membrana plasmática de la célula de Schwann, que se enrolla alrededor de la fibra nerviosa durante el desarrollo. La mielina es una lipoproteína con una elevada proporción de lípidos en relación con las proteínas. El mayoritario componente lipídico de la mielina consiste en fosfolípidos, glicolípidos y colesterol. Alrededor de los nervios se encuentra el perineuro, un tejido conjuntivo de soporte que contiene células perineurales metabólicamente activas que restringen el paso de una amplia variedad de macromoléculas, regulando así el microambiente interno del nervio.

El **síndrome de Guillain-Barré** es una rara **polineuropatía** aguda que progresa muy rápidamente y que se caracteriza por disfunción motora, sensitiva y del sistema nervioso autónomo. Se trata de un **trastorno autoinmunitario** que puede aparecer después de una **infección vírica** respiratoria o gastrointestinal o después de recibir una vacuna. La mayoría de los pacientes presentan un profundo retraso de la conducción de las fibras nerviosas a consecuencia de la desmielinización de los axones.

Imágenes al microscopio electrónico (ME) y al ME de barrido de alta resolución de una fibra nerviosa mielínica del sistema nervioso periférico

Véase Netter. Histología esencial 5.25

5.11. Nervio periférico



1. Fibra nerviosa amielínica
2. Célula de Schwann
3. Vesículas sinápticas
4. Lámina basal de la célula de Schwann
5. Fibrillas de colágeno

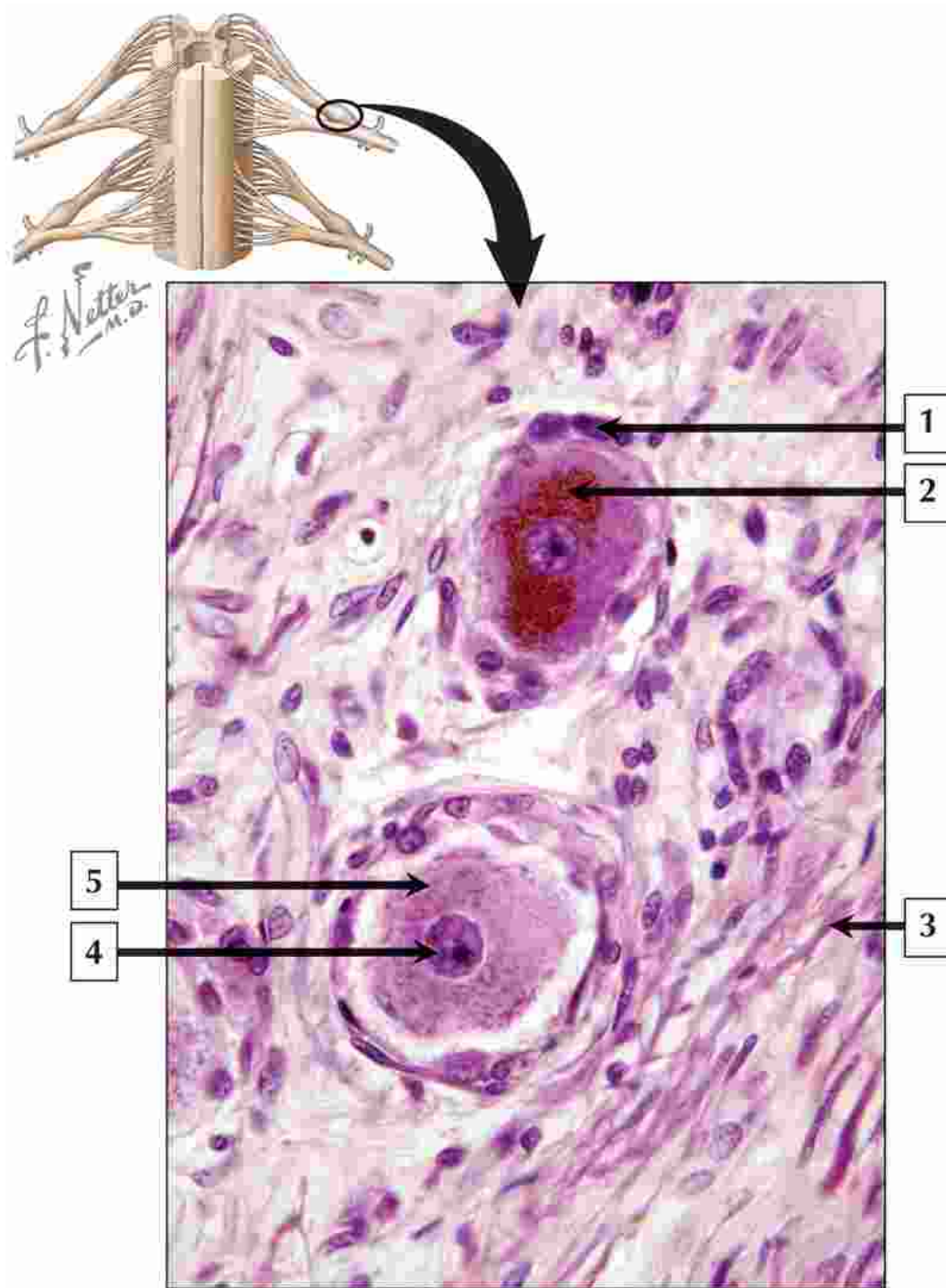
Comentario: La asociación de las células de Schwann con las fibras nerviosas es distinta dependiendo de si la fibra es mielínica o amielínica. En el sistema nervioso periférico, las fibras nerviosas de diámetro pequeño, compuestas tanto por axones como por dendritas, se mantienen agrupadas por una célula de Schwann que las envuelve completa o parcialmente en invaginaciones a modo de surcos que se abren a la superficie. Las células de Schwann asociadas a las fibras nerviosas amielínicas pueden rodear hasta 20 fibras, y la superficie externa de la célula de Schwann está cubierta por una lámina basal. El tejido conjuntivo endoneural circundante contiene fibrillas de colágeno. La velocidad de conducción de las fibras amielínicas es de 0,2-2 m/s.

La **regeneración** de los nervios periféricos después de una lesión parece depender en gran medida de la célula de Schwann y de su lámina basal. En el segmento distal, las células de Schwann se dividen y al entrar en contacto con el axón forman un brote en el extremo proximal del nervio, se diferencian y empiezan a producir mielina. Las señales que envía el axón a la célula de Schwann determinan si el axón será mielínico o amielínico.

Imagen al microscopio electrónico de una célula de Schwann asociada a varias fibras nerviosas amielínicas y a una varicosidad del axón

Véase Netter. Histología esencial 5.24

5.12. Ganglios periféricos



1. Célula satélite
2. Lipofuscina en el pericarion
3. Fibra nerviosa (axón)
4. Núcleo de la neurona

5. Sustancia de Nissl

Comentario: Los ganglios son acumulaciones de somas neuronales localizadas fuera del sistema nervioso central. Engloban los ganglios sensitivos de los pares craneales, los ganglios de la raíz dorsal de los nervios raquídeos y los ganglios del sistema nervioso autónomo en distintas localizaciones periféricas. Todos ellos derivan de la cresta neural. Los somas incluidos en los ganglios sensitivos de los pares craneales o los nervios raquídeos suelen ser pseudounipolares, mientras que los de los ganglios del sistema nervioso autónomo son multipolares. Por lo general, los ganglios del sistema nervioso autónomo contienen sinapsis colinérgicas entre las neuronas preganglionares y posganglionares. En los ganglios de los nervios raquídeos no se producen sinapsis. En el interior del ganglio, una sola capa de células satélite derivadas de la cresta neural suele rodear cada soma neuronal. Las células satélite son células de Schwann modificadas que forman un revestimiento continuo alrededor de los somas de las células ganglionares.

Para el tratamiento del dolor se utilizan los **bloqueantes nerviosos**, que inhiben selectivamente la transmisión de los nervios sensitivos o de los ganglios. Para ello se emplean anestésicos de acción breve o prolongada, así como otras sustancias, como corticoides, opioides o alcohol.

Esquema de la médula espinal e imagen al microscopio óptico de un ganglio de la raíz dorsal

Véase Netter. Histología esencial 5.22 y 5.28

5.13. Enfermedad de Alzheimer



1. Ventrículo lateral (dilatado)
2. Capilar
3. Surco (ensanchado)
4. Placas seniles (neuríticas)
5. Núcleos de las células de la glía

6. Neuronas con ovillos neurofibrilares argirófilos

Comentario: La **enfermedad de Alzheimer** (que se caracteriza por una pérdida de memoria progresiva, el deterioro de las habilidades cognitivas y la alteración del estado de ánimo y la conducta) es cada vez más frecuente en los países desarrollados, a medida que las poblaciones envejecen. Los principales rasgos anatómicos consisten en grados variables de **atrofia cortical** regional, ensanchamiento de los surcos y contracción de las circunvoluciones. Aunque el diagnóstico inicial se basa en la evaluación clínica y las técnicas de neurorradiología (p. ej., RM, PET), el diagnóstico definitivo se establece a través del estudio microscópico del cerebro tras la autopsia, siendo la característica histopatológica distintiva el aumento del número de **placas neuríticas o seniles**, sobre todo en la corteza cerebral, que se demuestran mediante impregnación con plata de cortes incluidos en parafina (es decir, la tinción de Bielschowsky). Su tamaño oscila entre 20 y 200 μm y consisten en procesos neuríticos tortuosos formados principalmente por **terminaciones presinápticas degenerativas** que rodean un **núcleo central de amiloide** compuesto en su mayor parte por el **péptido β -amiloide**. En la periferia de la placa pueden aparecer astrocitos y microglíocitos reactivos. Otro signo histológico importante es la proliferación de **ovillos neurofibrilares** en el citoplasma. Al microscopio electrónico se observa que están compuestos por pares de fibrillas anómalas (de 10 nm de diámetro) que se enrollan helicoidalmente con una periodicidad regular. Su principal componente es la proteína asociada a los microtúbulos **tau**, que está hiperfosforilada y provoca la alteración del transporte axónico.

Esquema de la anatomía patológica macroscópica de un cerebro con enfermedad de Alzheimer e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de un cerebro con enfermedad de Alzheimer (tinción de Bielschowsky)

Véase Netter. Histología esencial 5.30

6: Cartílago y hueso

6.1 Cartílago hialino articular

6.2 Cartílago hialino

6.3 Fibrocartílago

6.4 Cartílago elástico

6.5 Condrocito

6.6 Placa epifisaria

6.7 Hueso esponjoso

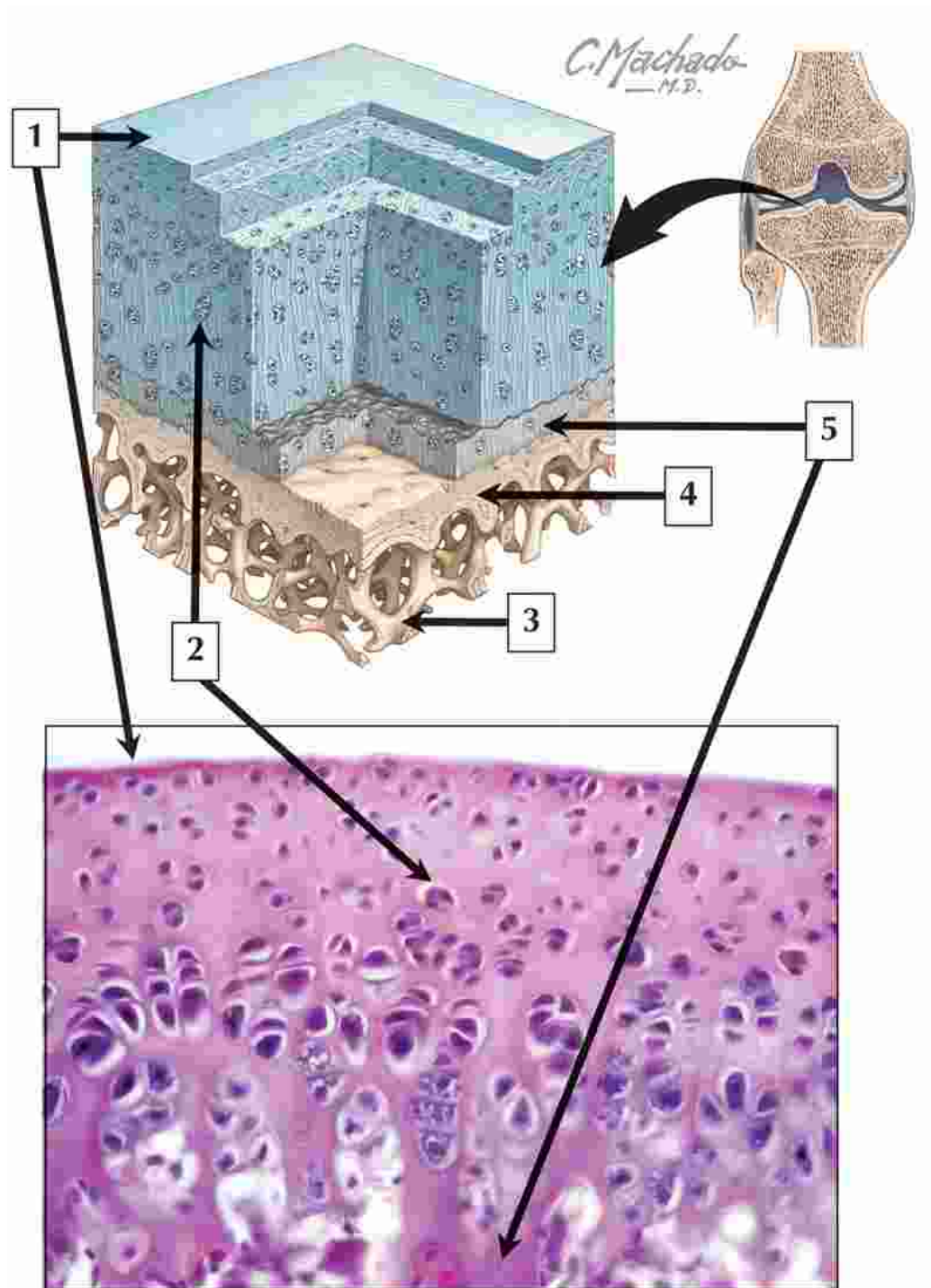
6.8 Células del hueso

6.9 Hueso compacto

6.10 Membrana sinovial

6.11 Osteosarcoma

6.1. Cartílago hialino articular



1. Superficie articular
2. Condrocito
3. Hueso esponjoso

4. Hueso subcondral
5. Zona de cartílago calcificado

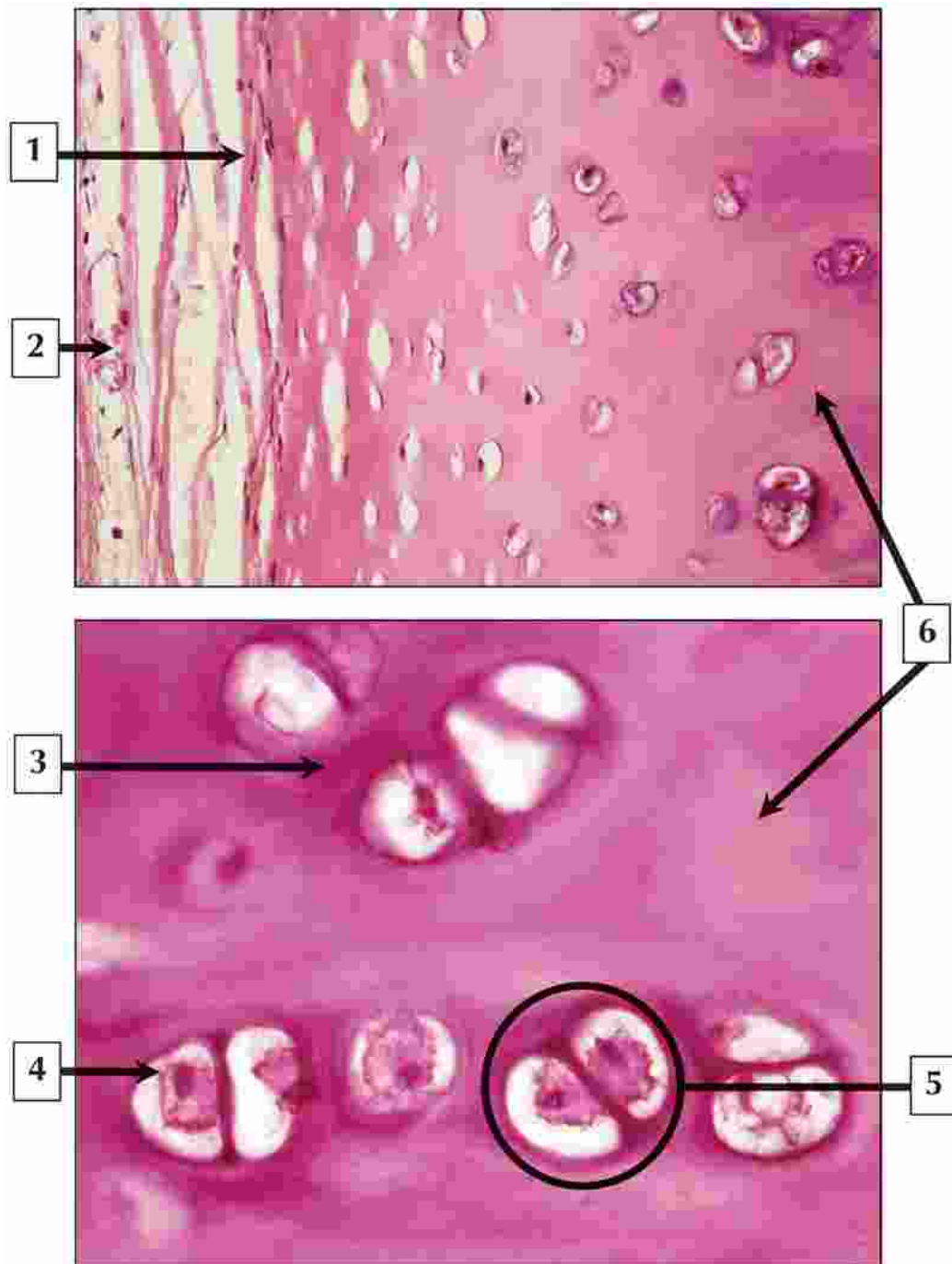
Comentario: El cartílago es un tejido conjuntivo especializado y se clasifica en tres tipos: cartílago hialino, cartílago elástico y fibrocartílago. El cartílago hialino es el más frecuente y característico. Se encuentra en las articulaciones, las placas epifisarias y las suturas de los huesos y proporciona un sostén semirrígido a las paredes de las vías respiratorias altas. El cartílago hialino articular consta de cuatro zonas mal delimitadas. La zona más superior y superficial forma la superficie de deslizamiento de la articulación y contiene condrocitos pequeños y redondeados orientados paralelamente a la superficie, mientras que, en las zonas más profundas, los condrocitos son más grandes y redondos y se disponen en columnas verticales. La zona más profunda contiene cartílago calcificado, que separa el cartílago hialino del hueso subcondral.

La **artrosis** es la forma más frecuente de artritis y se trata básicamente de una enfermedad del cartílago articular. Se caracteriza por la **degradación de la matriz extracelular** y la alteración del metabolismo de los condrocitos a causa de una disminución del contenido de glucosaminoglicanos de la matriz acompañado por un aumento del contenido de agua. Según parece, el aumento de la actividad enzimática de las metaloproteinasas de la matriz desempeña un papel crucial en la degradación del cartílago.

Esquema del cartílago hialino articular e imagen al microscopio óptico del cartílago hialino articular de la articulación de la rodilla de una rata en desarrollo

Véase Netter. Histología esencial 6.1 y 6.2

6.2. Cartílago hialino



1. Pericondrio
2. Vaso sanguíneo (capilar) en el pericondrio
3. Matriz territorial
4. Condrocito

- 5. Grupo isógeno
- 6. Matriz interterritorial

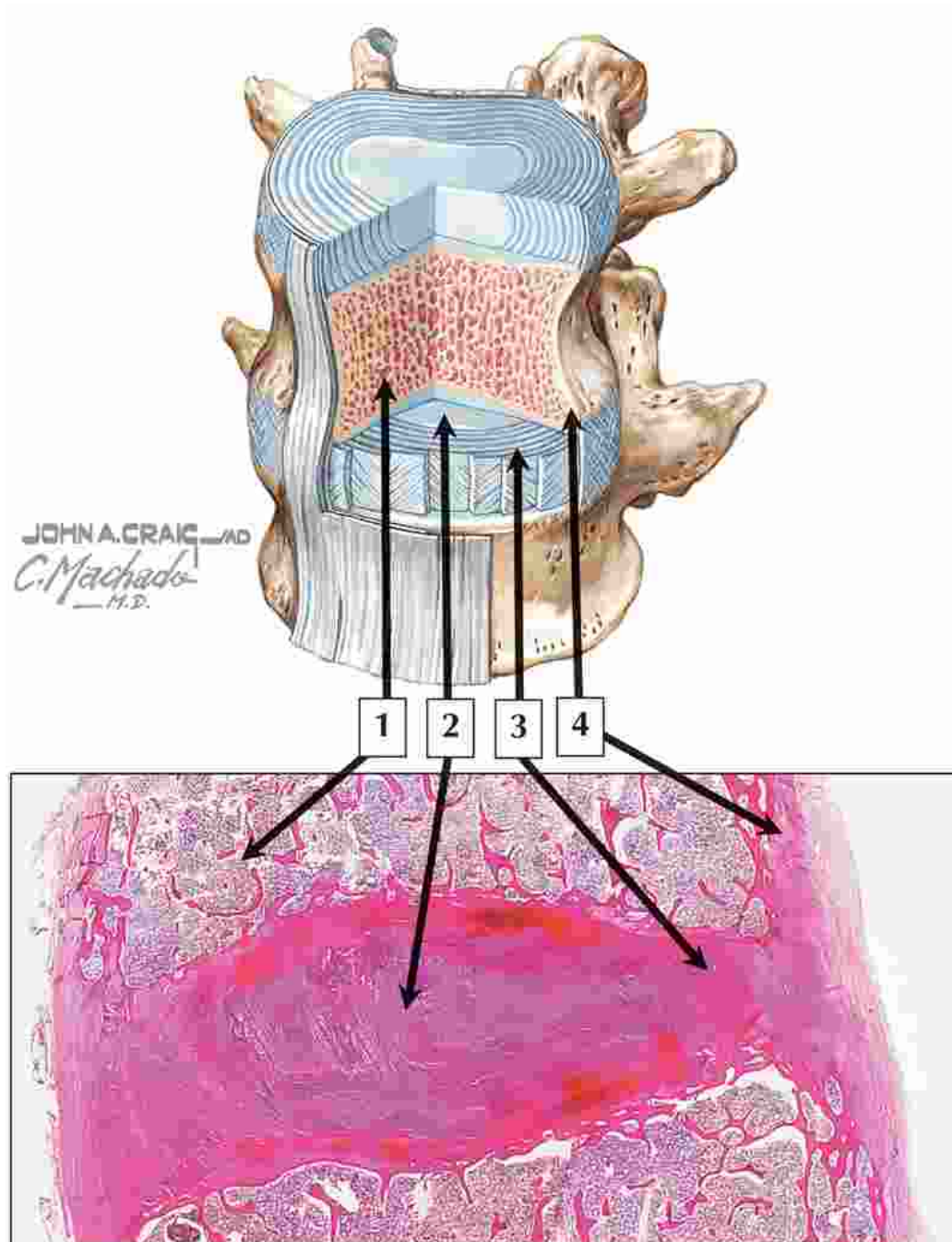
Comentario: Además de en las superficies articulares, el cartílago hialino también se localiza en los extremos de las costillas (a la altura de su unión al esternón) y en las vías respiratorias altas (segmentos traqueales y bronquiales). En estas localizaciones, el cartílago está rodeado por un pericondrio. Los vasos sanguíneos del pericondrio proporcionan oxígeno y nutrientes, que llegan por difusión al cartílago avascular. Los condrocitos del cartílago hialino a menudo adoptan una disposición en pares o en grupos de cuatro a seis células, formando un grupo isógeno, ya que consisten en la descendencia de un solo condrocito durante el desarrollo. La matriz está compuesta por fibras de colágeno de tipo II, agua y sustancia fundamental. Las fibras de colágeno aportan el componente eosinófilo de la matriz, pero no son visibles al microscopio óptico porque su índice refractivo es similar al de la sustancia fundamental. La basofilia de la matriz interterritorial del cartílago hialino se debe a la presencia de glucosaminoglicanos, como el condroitín sulfato, en la sustancia fundamental.

Las **lesiones del cartílago hialino** precisan un diagnóstico diferencial exacto para determinar su pronóstico y tratamiento. Los **condromas** son neoplasias benignas del cartílago, mientras que los **condrosarcomas** (de los que hay varios tipos distintos) son **tumores malignos**. Se diagnostican mediante **biopsia, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM)**. El tratamiento actual consiste en la cirugía radical combinada con **quimioterapia**.

Imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento del cartílago hialino de la tráquea

Véase Netter. Histología esencial 6.3

6.3. Fibrocartílago



1. Hueso esponjoso de la vértebra
2. Núcleo pulposo
3. Anillo fibroso
4. Hueso compacto de la vértebra

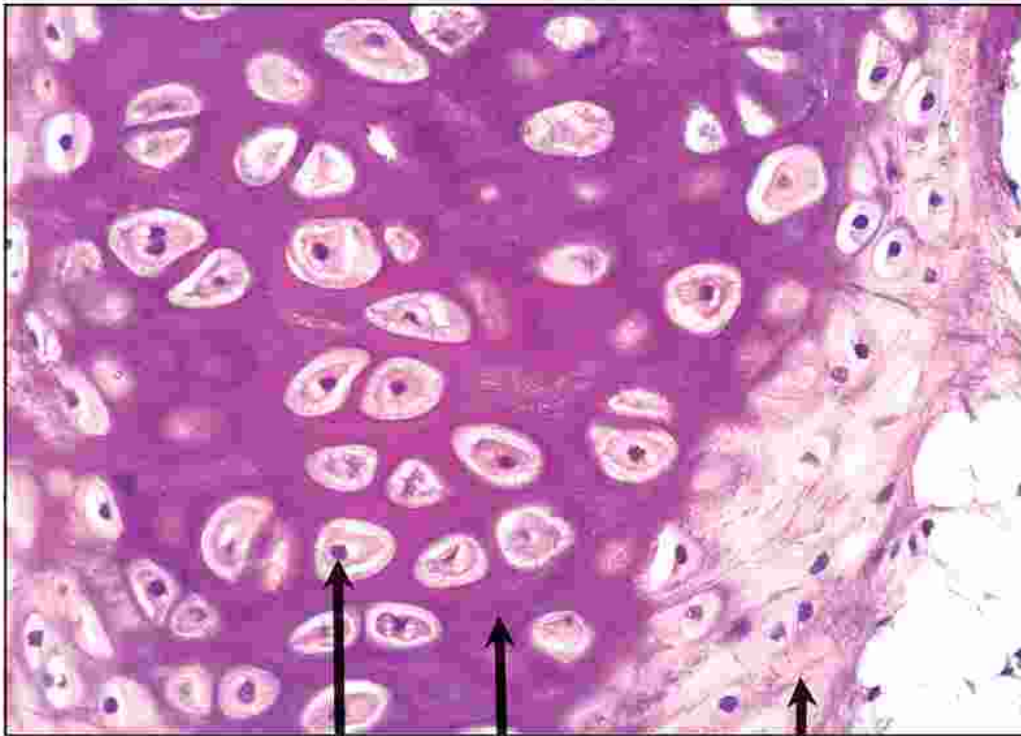
Comentario: El fibrocartílago se encuentra en el anillo fibroso de los discos intervertebrales, la sínfisis del pubis, los meniscos de las diartrosis y los puntos de anclaje de los tendones al hueso. Se trata de un tejido intermedio entre el tejido conjuntivo denso regular, similar en muchos aspectos al de un tendón o ligamento, y el cartílago hialino. Desde el punto de vista funcional, combina la resistencia a la tracción, la firmeza y la perdurabilidad de un tendón con la resistencia a la compresión del cartílago. A diferencia de los otros dos tipos de cartílago, el fibrocartílago no posee un pericondrio bien definido, sino que se funde imperceptiblemente con el tejido conjuntivo o el cartílago hialino circundantes. Su matriz es intensamente eosinófila debido a la presencia de numerosas fibras de colágeno.

La **hernia discal** es un trastorno habitual del disco intervertebral que puede causar dolor o adormecimiento considerables si el disco que sobresale entra en conflicto de espacio con un nervio o con la médula espinal. Se debe a la pérdida general de elasticidad del disco y a la posterior rotura del anillo fibroso, que permite que el núcleo pulposo sobresalga a través del anillo fibroso hacia la zona circundante de la columna vertebral.

Esquema e imagen al microscopio óptico de un disco intervertebral

Véase Netter. Histología esencial 6.5

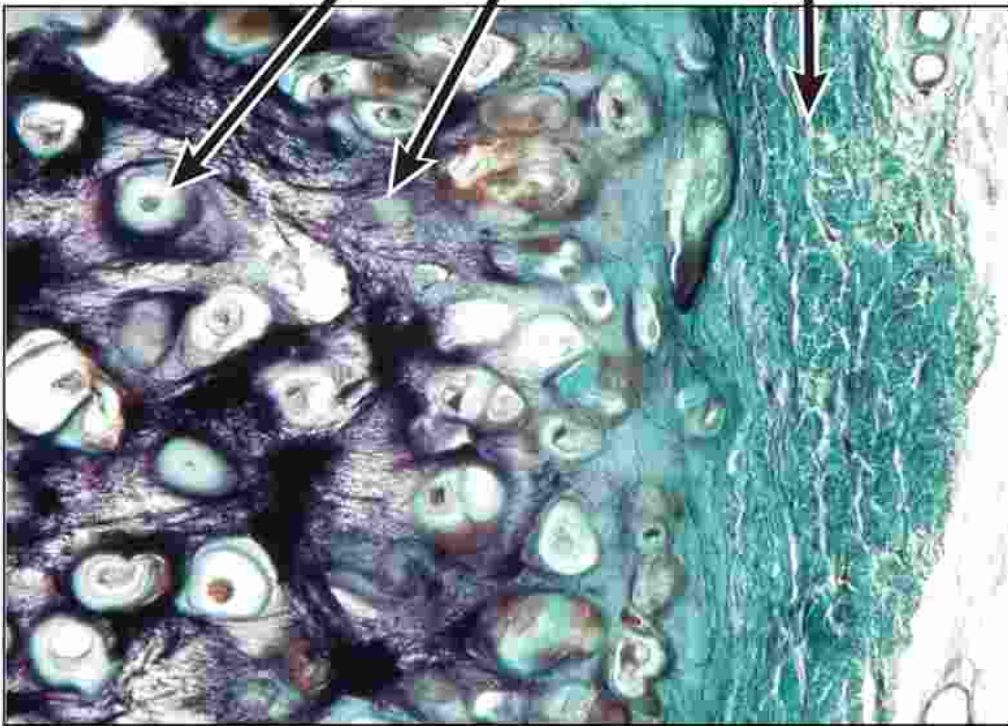
6.4. Cartílago elástico



1

2

3



1. Condrocito
2. Matriz
3. Pericondrio

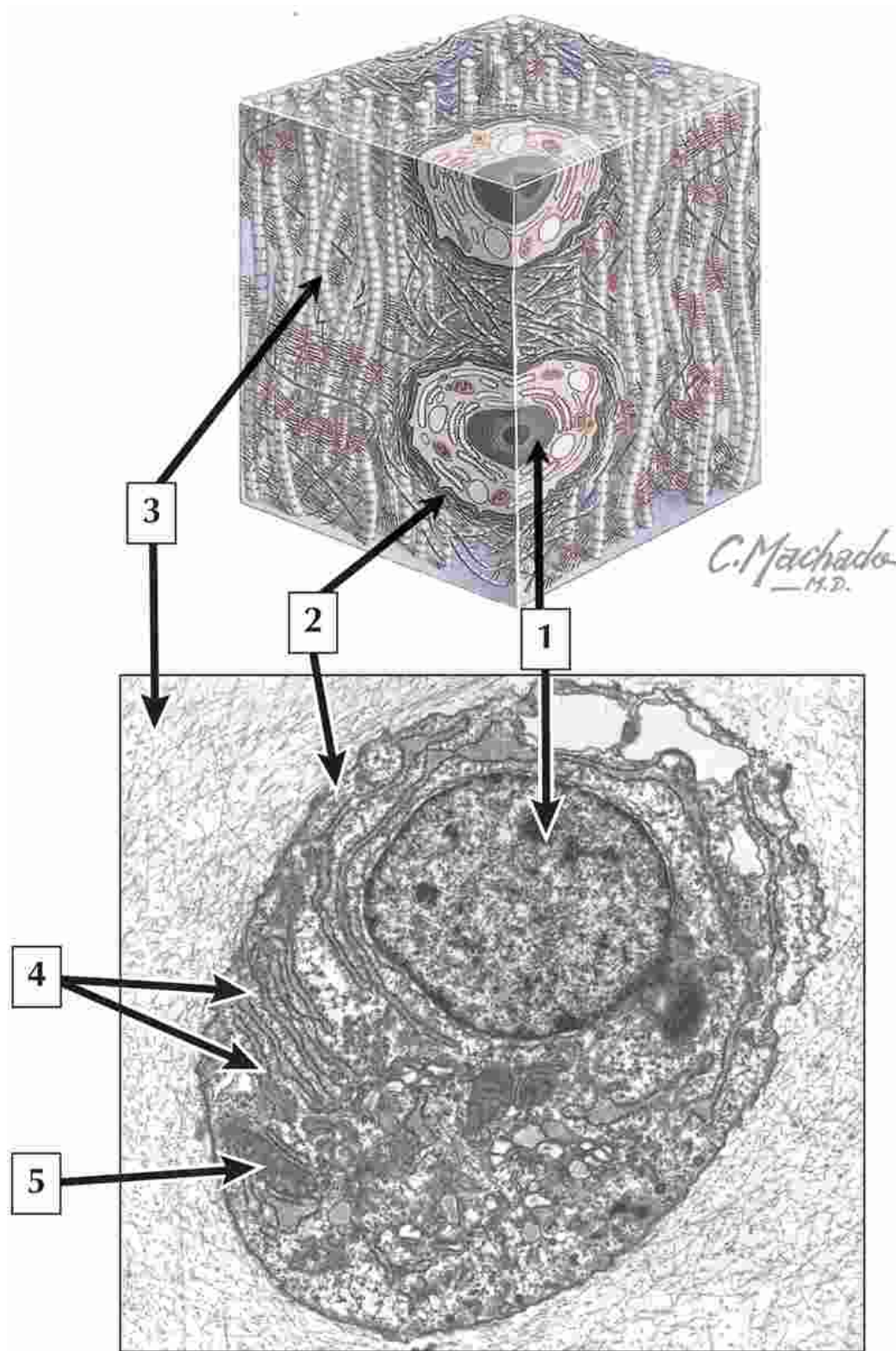
Comentario: El cartílago elástico proporciona integridad estructural al pabellón auricular, la epiglotis y la trompa de Eustaquio. Es flexible y recupera fácilmente su forma original después de doblarse o distorsionarse, y es más elástico que los otros dos tipos de cartílago. Su matriz contiene una densa red entrelazada de fibras elásticas dentro de una pequeña cantidad de sustancia fundamental extracelular amorfa. La red de fibras elásticas es más densa en el interior que en la periferia. Los condrocitos del cartílago elástico son esféricos y se localizan dentro de lagunas. Tienen un aspecto similar al de los condrocitos del cartílago hialino, salvo por el hecho de que están más apiñados y a menudo ocupan una laguna de forma individual. Se observan pocos grupos isógenos de condrocitos. El elevado índice refractivo de las fibras elásticas confiere un patrón de tinción ligeramente eosinófilo en las preparaciones convencionales. Al utilizar métodos especiales que tiñen la elastina de forma selectiva, se aprecian mejor la ramificación y las anastomosis de las fibras elásticas.

Los **trastornos del cartílago elástico** son poco frecuentes. No obstante, pueden aparecer **pseudoquistes** (o **condromalacia quística**) en el cartílago elástico del pabellón auricular o de la epiglotis. Un pseudoquiste es una tumefacción intracartilaginosa benigna y no inflamatoria que se acompaña de fibrosis y formación de tejido de granulación. Aunque su etiología es desconocida, probablemente se debe a la **isquemia** del pericondrio, que en condiciones normales vasculariza este tipo de cartílago.

Imágenes al microscopio óptico del cartílago elástico de la epiglotis teñido con hematoxilina y eosina y con la tinción de van Gieson para elastina

Véase Netter. Histología esencial 6.6

6.5. Condrocito



1. Núcleo
2. Membrana plasmática del condrocito
3. Matriz
4. Retículo endoplasmático rugoso
5. Mitocondria

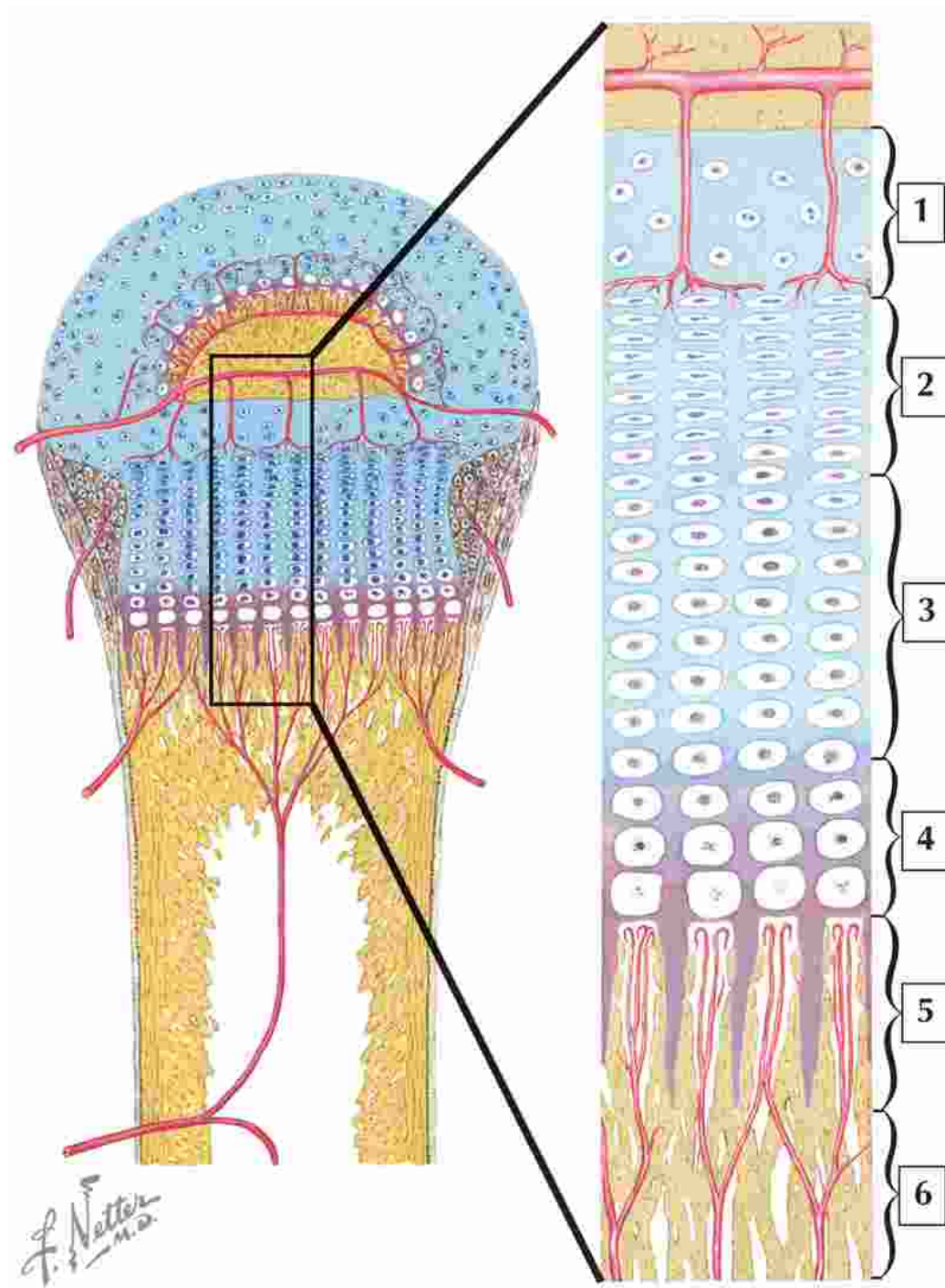
Comentario: Los condrocitos comparten características ultraestructurales con otras células del tejido conjuntivo, como los fibroblastos y los osteoblastos. Sintetizan y secretan proteínas (p. ej., colágeno) y sustancia fundamental (p. ej., proteoglicanos, glucosaminoglicanos, glicoproteínas). En el cartílago hialino, las fibrillas de colágeno de tipo II predominan en la matriz y forman una red tridimensional laxa. En la estabilización de las fibrillas de colágeno de tipo II intervienen al menos otros dos tipos de colágeno (IX y XI).

La **proliferación y actividad de los condrocitos**, sobre todo de los situados en las placas epifisarias, muestran un elevado nivel de respuesta a factores del crecimiento, como el factor de crecimiento insulínico 1 (IGF-1). La hormona del crecimiento (somatotropina) secretada por la hipófisis anterior estimula la producción de IGF-1 por las células hepáticas. En presencia de una **deficiencia de hormona del crecimiento**, la producción de IGF-1 se ve alterada, lo que da lugar a una ralentización de la elongación y la maduración de los huesos. Se puede tratar con hormonas del crecimiento sintéticas que activan la producción de IGF-1, con la consiguiente proliferación de los condrocitos.

Esquema del cartílago hialino e imagen al microscopio electrónico de un condrocito del cartílago hialino de la tráquea

Véase Netter. Histología esencial 6.1 y 6.7

6.6. Placa epifisaria



1. Zona de reserva
2. Zona proliferativa
3. Zona de maduración e hipertrofia
4. Zona de calcificación provisional

5. Zona de osificación (esponjosa primaria)
6. Zona de osificación (esponjosa secundaria)

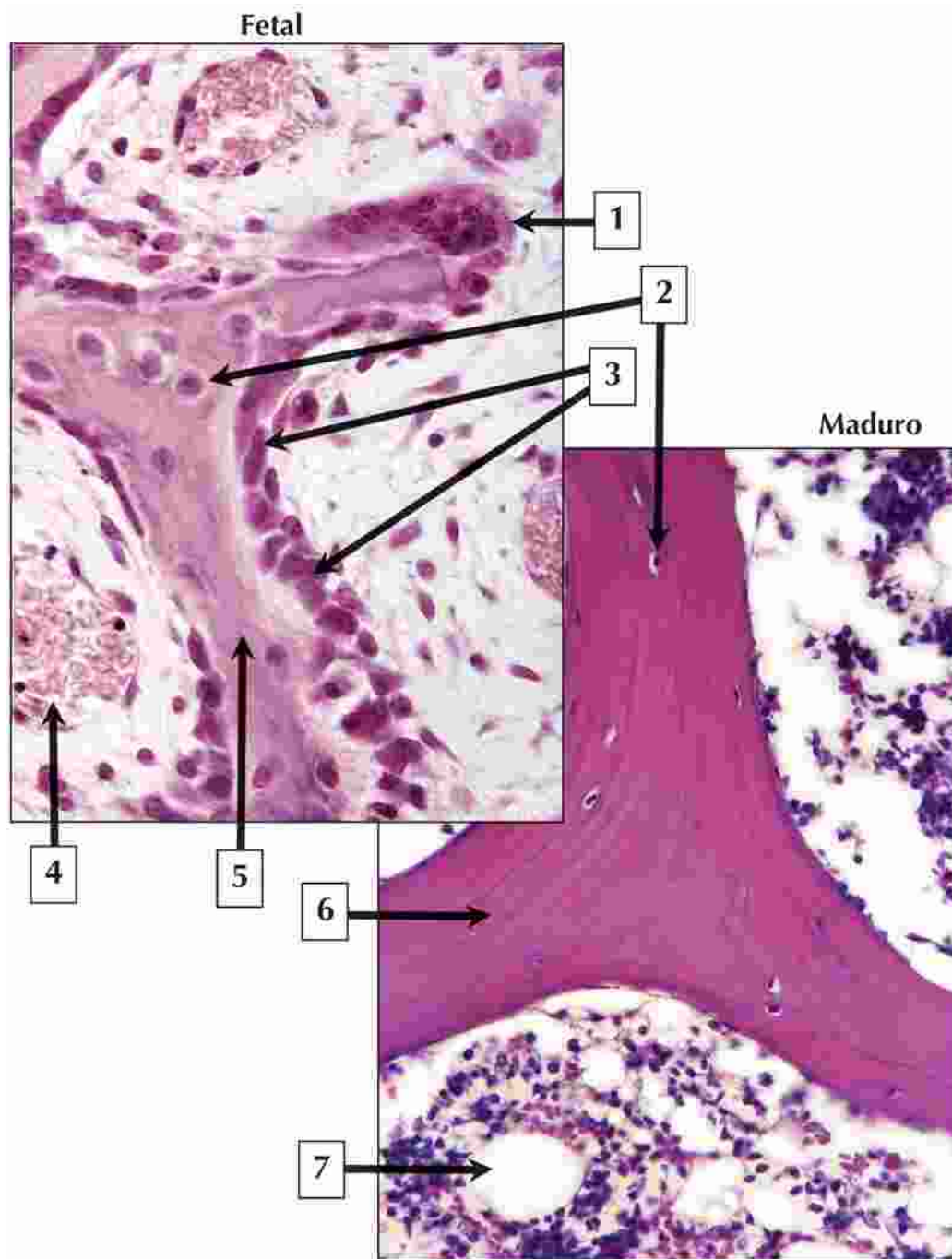
Comentario: En el feto, el cartílago hialino forma un esqueleto provisional, que es sustituido por hueso durante la osificación endocondral. Desde poco después del nacimiento hasta la adolescencia, el cartílago hialino es un componente integral de las placas epifisarias, que controlan el crecimiento y la forma de los huesos largos. Las placas epifisarias cartilaginosas se limitan a sus dos extremos y proporcionan el almacén temporal en el que se deposita el hueso. La placa favorece el crecimiento por aposición del cartílago hialino en el extremo más próximo a la epífisis. A continuación se produce la reabsorción del cartílago en las regiones inferiores y su sustitución por hueso esponjoso primario en la región más profunda, la metáfisis.

La **acondroplasia** es un raro trastorno autosómico dominante que afecta a las placas epifisarias de los huesos largos en desarrollo. Los condrocitos de las placas epifisarias no proliferan en la osificación endocondral, lo que provoca la fusión prematura de las epífisis con las diáfisis. Los huesos de la cara y el cráneo normalmente se desarrollan por osificación intramembranosa, por lo que no se ven afectados. La falta de elongación de los huesos largos da lugar a una forma de **enanismo**, caracterizada por extremidades cortas con un tamaño normal del cuerpo.

Esquema de la placa epifisaria de un hueso largo

Véase Netter. Histología esencial 6.11 y 6.12

6.7. Hueso esponjoso



1. Osteoclasto
2. Osteocito
3. Osteoblastos
4. Vaso sanguíneo
5. Hueso reticular (trabécula)

6. Hueso laminar (trabécula)

7. Adipocito

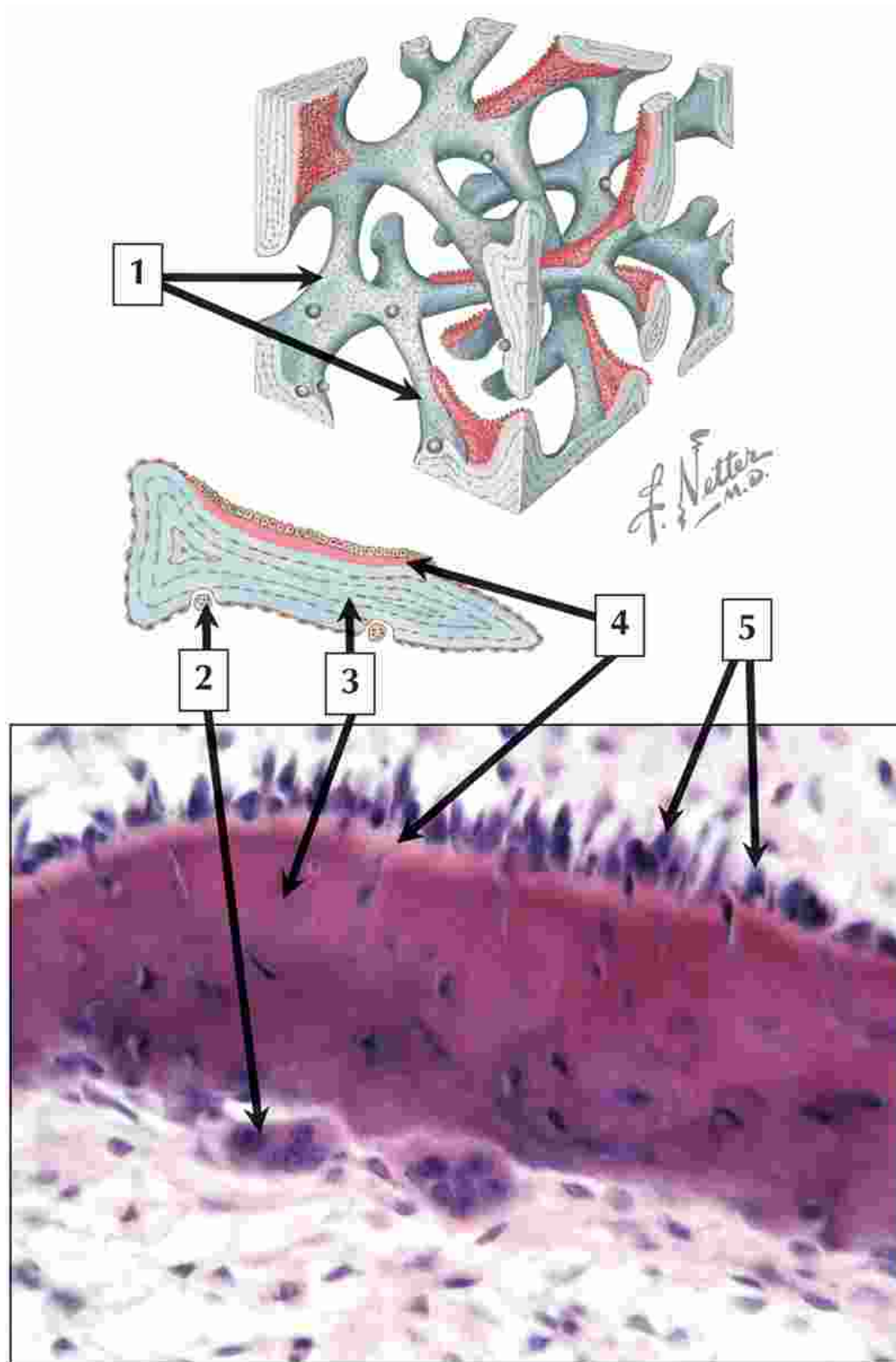
Comentario: La orientación de las fibras de colágeno en la matriz ósea determina si el hueso es primario (reticular) o maduro (laminar). El hueso reticular se encuentra en los huesos de los fetos y los niños pequeños y presenta fibras de colágeno gruesas orientadas aleatoriamente. El hueso laminar comienza a formarse poco después del nacimiento y a los 4 años ha sustituido por completo al hueso reticular. Las trabéculas del hueso maduro están formadas por hueso laminar y son intensamente eosinófilas. Los osteocitos, pequeños y fusiformes, y las lagunas en las que se asientan están integrados en la matriz.

La **osteomalacia** es un trastorno del metabolismo óseo causado por una **deficiencia de vitamina D**. En los niños se denomina **raquitismo** y se caracteriza por la presencia de cantidades excesivas de osteoide sin mineralizar, ya que el mineral no se deposita en la matriz ósea, formada con normalidad. El osteoide constituye menos del 5% del hueso normal, pero en la osteomalacia y el raquitismo representa el 40-50%. A consecuencia de ello, la resistencia del hueso disminuye, dando lugar a fracturas y dolor óseo.

Imágenes al microscopio óptico de un hueso fetal, en la que se muestra una trabécula ósea en desarrollo, y de una trabécula de hueso esponjoso maduro

Véase Netter. Histología esencial 6.13

6.8. Células del hueso



1. Trabéculas del hueso esponjoso
2. Osteoclasto
3. Matriz ósea
4. Osteoide (hueso recién sintetizado)
5. Osteoblastos

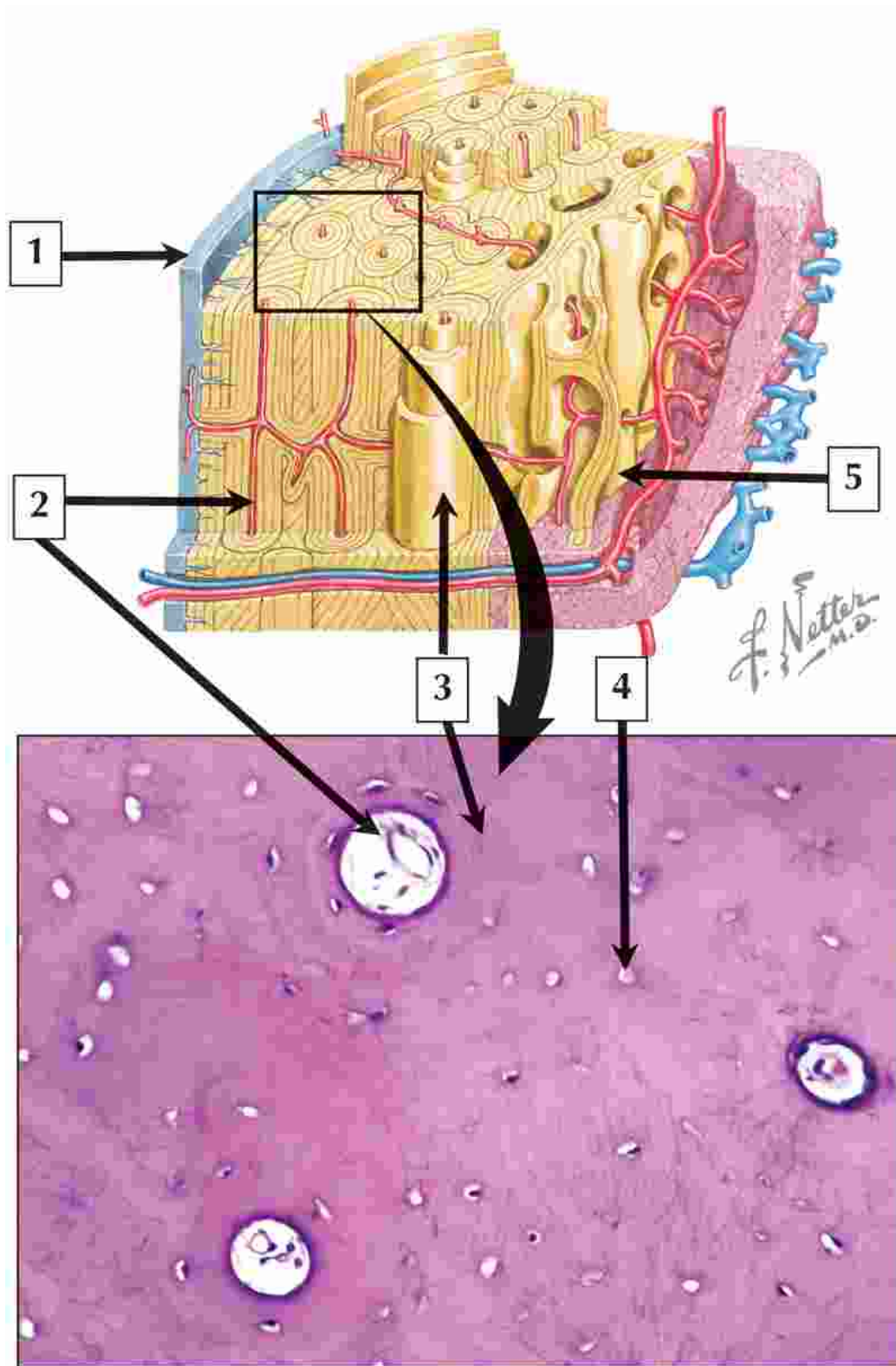
Comentario: Los osteoblastos son células formadoras de hueso que derivan de las células progenitoras presentes en el tejido conjuntivo circundante y en la médula ósea. Son células polarizadas que sintetizan y secretan osteoide sin mineralizar, que posteriormente se mineraliza. Sus principales componentes son el colágeno de tipo I y las glicoproteínas osteocalcina y osteopontina. Los osteoblastos también sintetizan fosfatasa alcalina, una proteína de la superficie celular que promueve la mineralización y la formación de hidroxapatita en la matriz ósea. A medida que la osificación progresa, los osteoblastos que quedan atrapados en la matriz ósea se denominan *osteocitos*. Los osteoclastos son células multinucleadas especializadas cuyo principal cometido es reabsorber el hueso al mantener un pH bajo en la cavidad de reabsorción.

La **enfermedad de Paget (osteodistrofia deformante)** se debe a un desequilibrio entre la actividad de los osteoclastos y la de los osteoblastos en el proceso de remodelado óseo. El hueso nuevo que se deposita es blando y poroso, por lo que se dobla y fractura con facilidad. En esta enfermedad es característica la afectación de un número reducido de huesos.

Esquema del hueso esponjoso (trabecular) e imagen al microscopio óptico de una trabécula del hueso esponjoso

Véase Netter. Histología esencial 6.14

6.9. Hueso compacto



1. Periostio
2. Capilar en un conducto de Havers
3. Láminas concéntricas
4. Osteocito
5. Trabécula

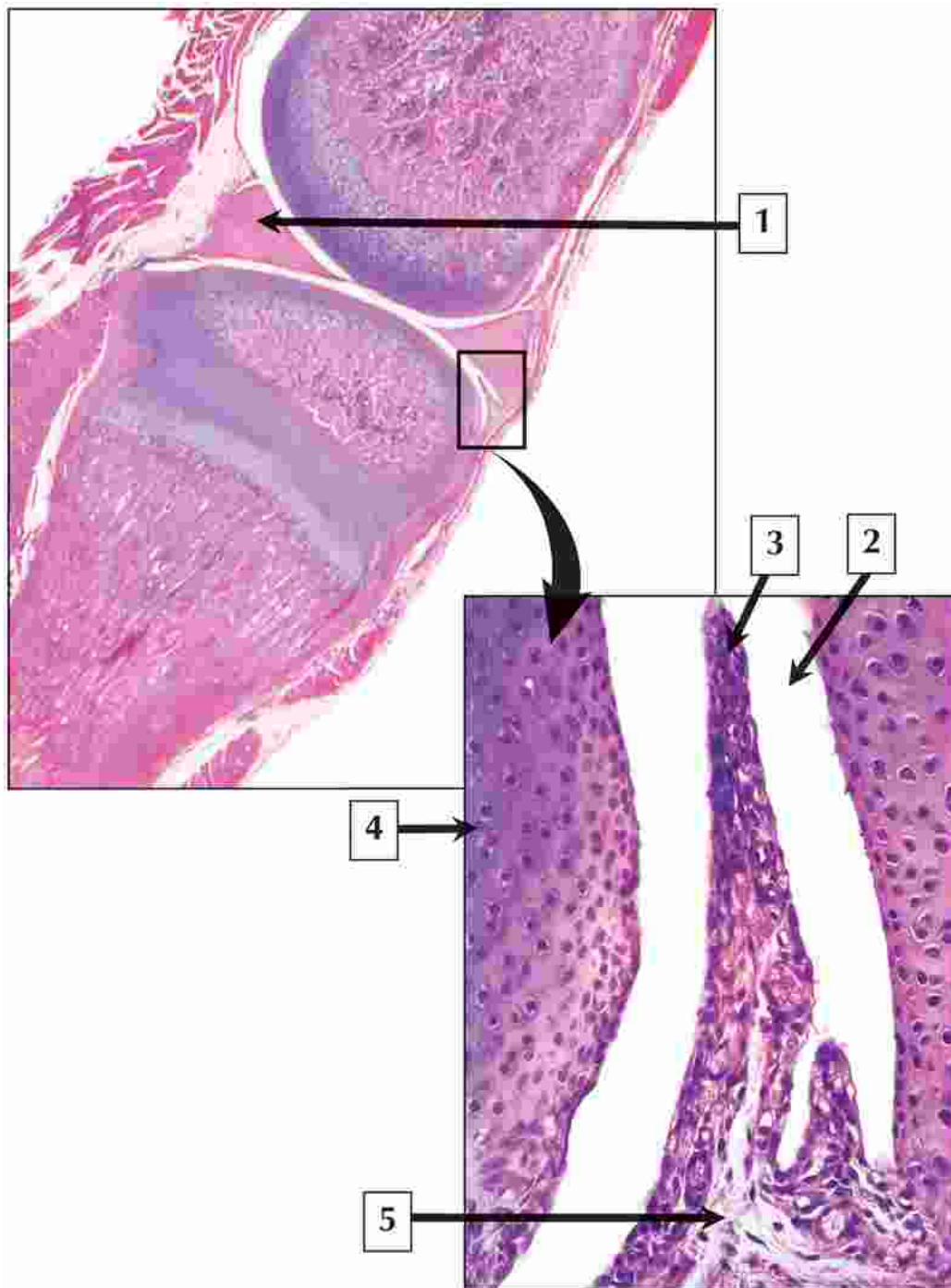
Comentario: La mayoría de los huesos contienen hueso compacto (cortical) y esponjoso (trabecular). Su cantidad relativa y distribución dentro del hueso varían con la edad y la función del hueso. El hueso compacto se limita a la estructura externa o corteza del hueso. Está compuesto por muchos sistemas de Havers u osteonas adyacentes, que muestran un aspecto redondo u ovalado al corte transversal y que suelen orientarse paralelos al eje principal del hueso. Cada osteona es una unidad cilíndrica de aproximadamente 250 μm de diámetro que consiste en un conducto de Havers central, que contiene pequeños vasos sanguíneos y nervios, y que está rodeado por 4-20 láminas concéntricas.

La **osteoporosis** es una enfermedad sistémica del esqueleto caracterizada por la pérdida de masa ósea y el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo que aumenta la fragilidad ósea y predispone a las fracturas. Esta enfermedad se debe a un desequilibrio entre la reabsorción y la formación de hueso. El **tratamiento de reposición hormonal** en mujeres posmenopáusicas es eficaz para reducir la velocidad de la pérdida ósea, pero puede tener efectos secundarios perjudiciales para el sistema cardiovascular. La administración de calcitonina también inhibe la reabsorción ósea y puede prevenir la pérdida de hueso posmenopáusica.

Esquema de la región cortical del hueso e imagen al microscopio óptico de un hueso compacto

Véase Netter. Histología esencial 6.15 y 6.16

6.10. Membrana sinovial



1. Menisco
2. Cavidad sinovial
3. Vellosidad sinovial de la membrana sinovial
4. Cartílago hialino articular

5. Capa subíntima de tejido conjuntivo laxo

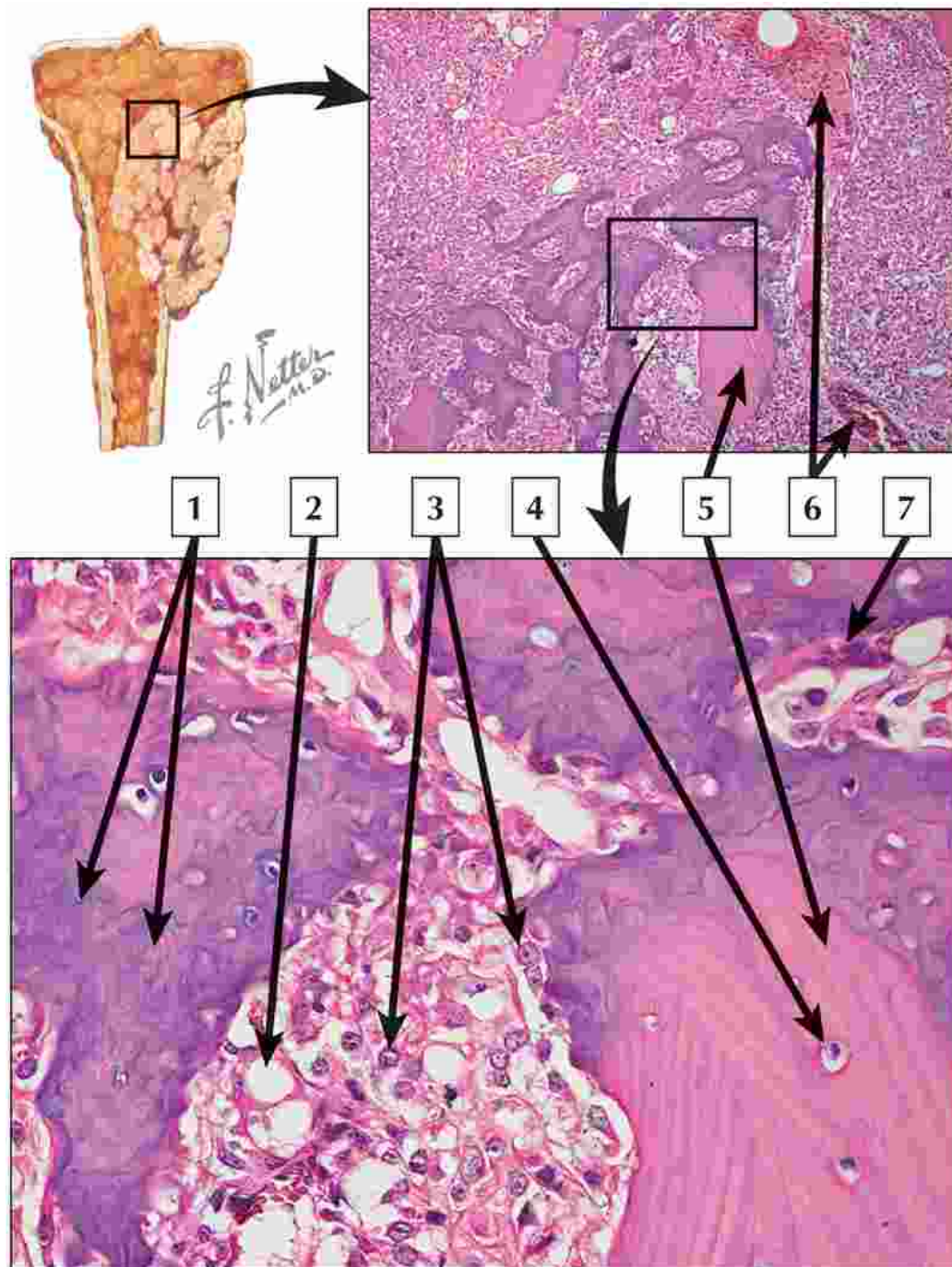
Comentario: La membrana sinovial es un delicado revestimiento muy vascularizado de las diartrosis. Las células de la capa íntima de revestimiento, llamadas *sinoviocitos*, son células de tejido conjuntivo modificado, no células epiteliales. Forman una o dos capas celulares a lo largo de la superficie luminal, en lo que parece una «membrana» celular epitelial continua, pero los sinoviocitos no están conectados por uniones intercelulares y carecen de membrana basal. Existen dos tipos de células de revestimiento: los sinoviocitos de tipo A (20-30%), que son macrófagos modificados derivados de los monocitos de la sangre, y los sinoviocitos de tipo B, que son fibroblastos modificados que sintetizan y secretan glucosaminoglicanos y glicoproteínas. El líquido sinovial es básicamente un ultrafiltrado de la sangre con las secreciones de los sinoviocitos de tipo B.

La **artritis reumatoide** es una enfermedad inflamatoria crónica sistémica que tiene importantes efectos en las diartrosis. Los primeros cambios consisten en daños de la microvasculatura sinovial, tumefacción endotelial e hiperplasia de los sinoviocitos de tipo A y B. La capa subíntima está caracterizada por agregados de linfocitos T CD4⁺ e infiltrados difusos de linfocitos CD8⁺.

Imagen al microscopio óptico (MO) de la articulación de la rodilla de una rata e imagen al MO a gran aumento de una membrana sinovial

Véase Netter. Histología esencial 6.24

6.11. Osteosarcoma



1. Matriz cartilaginosa
2. Adipocito
3. Células tumorales
4. Osteocito (en su laguna)

5. Matriz ósea (trabécula)
6. Sinusoide (vaso sanguíneo)
7. Osteoclasto

Comentario: Los **osteosarcomas (sarcomas osteogénicos)** aparecen principalmente en las metáfisis de los huesos largos. Las células tumorales depositan **osteoide** anómalo e **inmaduro** en un patrón semejante a un encaje o en forma de trabéculas de hueso reticular dispuestas caprichosamente. El estroma también puede estar ocupado por **tejido fibroso** y cantidades variables de **matriz cartilaginosa**; la invasión vascular y la necrosis son frecuentes. Al microscopio óptico, las células tumorales son **polimórficas** (anaplásicas) y tienen **núcleos hipercromáticos**; algunas de ellas son células gigantes multinucleadas y otras presentan figuras mitóticas atípicas. Aunque no se han aclarado los mecanismos patogénicos, los defectos de la transducción de señales asociados a mutaciones en varios supresores tumorales (p. ej., genes del retinoblastoma y *p53*) podrían contribuir a sus propiedades metastásicas sumamente agresivas.

Incidencia y tratamiento: Los osteosarcomas son los tumores malignos óseos primarios más frecuentes y normalmente se manifiestan durante el estirón puberal y en adultos jóvenes. La clasificación citológica de las biopsias es importante para la clasificación tumoral y para determinar la quimioterapia adyuvante más eficaz que se añadirá a la cirugía. La supervivencia de los pacientes que padecen este trastorno ha aumentado considerablemente en los últimos años gracias a la eficacia de la quimioterapia en combinación con estrategias terapéuticas neoadyuvantes y multimodales.

Esquema de un osteosarcoma tibial e imágenes al microscopio óptico, a bajo y gran aumento, de un osteosarcoma en un hombre de 18 años

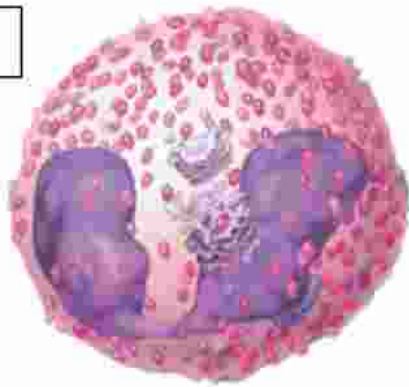
Véase Netter. Histología esencial 6.26

7: Sangre y médula ósea

- 7.1 Elementos formes de la sangre
- 7.2 Eritrocitos y plaquetas
- 7.3 Neutrófilo
- 7.4 Eosinófilo
- 7.5 Basófilo
- 7.6 Linfocito
- 7.7 Monocito
- 7.8 Médula ósea
- 7.9 Megacariocito
- 7.10 Eritropoyesis y granulocitopoyesis
- 7.11 Mieloma múltiple

7.1. Elementos formes de la sangre

1



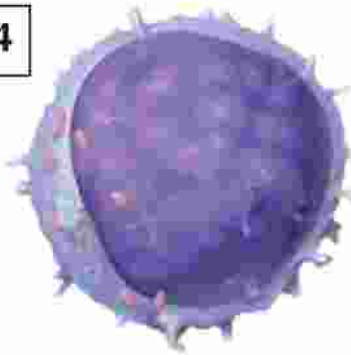
2



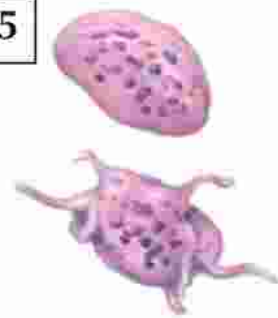
3



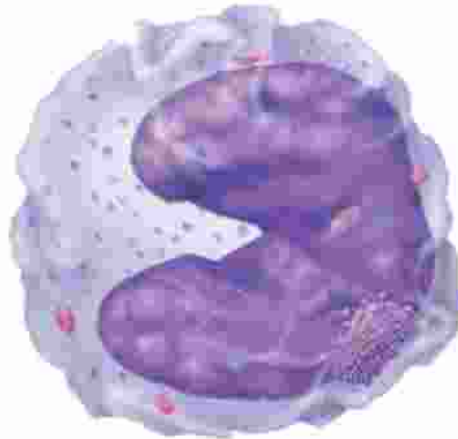
4



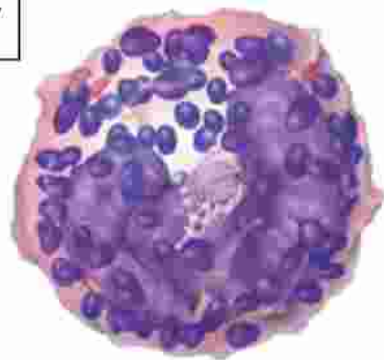
5



6



7



C. Machado
— M.D. —

1. Eosinófilo
2. Neutrófilo
3. Eritrocito

4. Linfocito
5. Plaquetas
6. Monocito
7. Basófilo

Comentario: Los elementos formes de la sangre constituyen en un adulto alrededor del 45% del volumen sanguíneo. El 55% restante corresponde al plasma, que está formado por varias proteínas como fibrinógenos, globulinas y albúmina, y una sustancia fundamental llamada *suero*. Los elementos celulares son los eritrocitos (o glóbulos rojos), los leucocitos granulares (neutrófilos, eosinófilos, basófilos) y agranulares (monocitos, linfocitos) y fragmentos de citoplasma circulantes llamados *plaquetas* (o trombocitos).

El **hemograma completo** es una prueba de cribado sumamente útil que mide el número de eritrocitos y leucocitos, la cantidad total de hemoglobina de la sangre y la proporción de la sangre que está compuesta por eritrocitos (el **hematocrito**). También ofrece más información acerca de los eritrocitos, como la hemoglobina corpuscular media y la concentración de hemoglobina corpuscular media. El hemograma completo también incluye el recuento de plaquetas. Se utiliza para diagnosticar y controlar muchos trastornos y enfermedades, como **infecciones agudas y crónicas**, **alergias** y distintos tipos de **anemias**.

Esquema de los elementos formes de la sangre

Véase Netter. Histología esencial 7.2

7.2. Eritrocitos y plaquetas



1 ¿Qué proteína es responsable del color rojo de los eritrocitos?

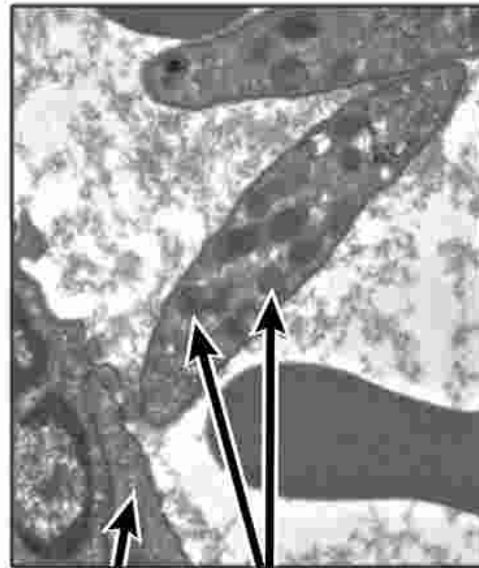
2 ¿Cuál es la duración aproximada de la vida de un eritrocito?



C. Machado
— M.D.

3 ¿Cuál es la función asociada a las plaquetas?

4 ¿De qué célula derivan las plaquetas?



5

6

1. Hemoglobina
2. 120 días
3. Coagulación de la sangre
4. Megacariocito
5. Célula endotelial

6. Gránulos densos de la plaqueta

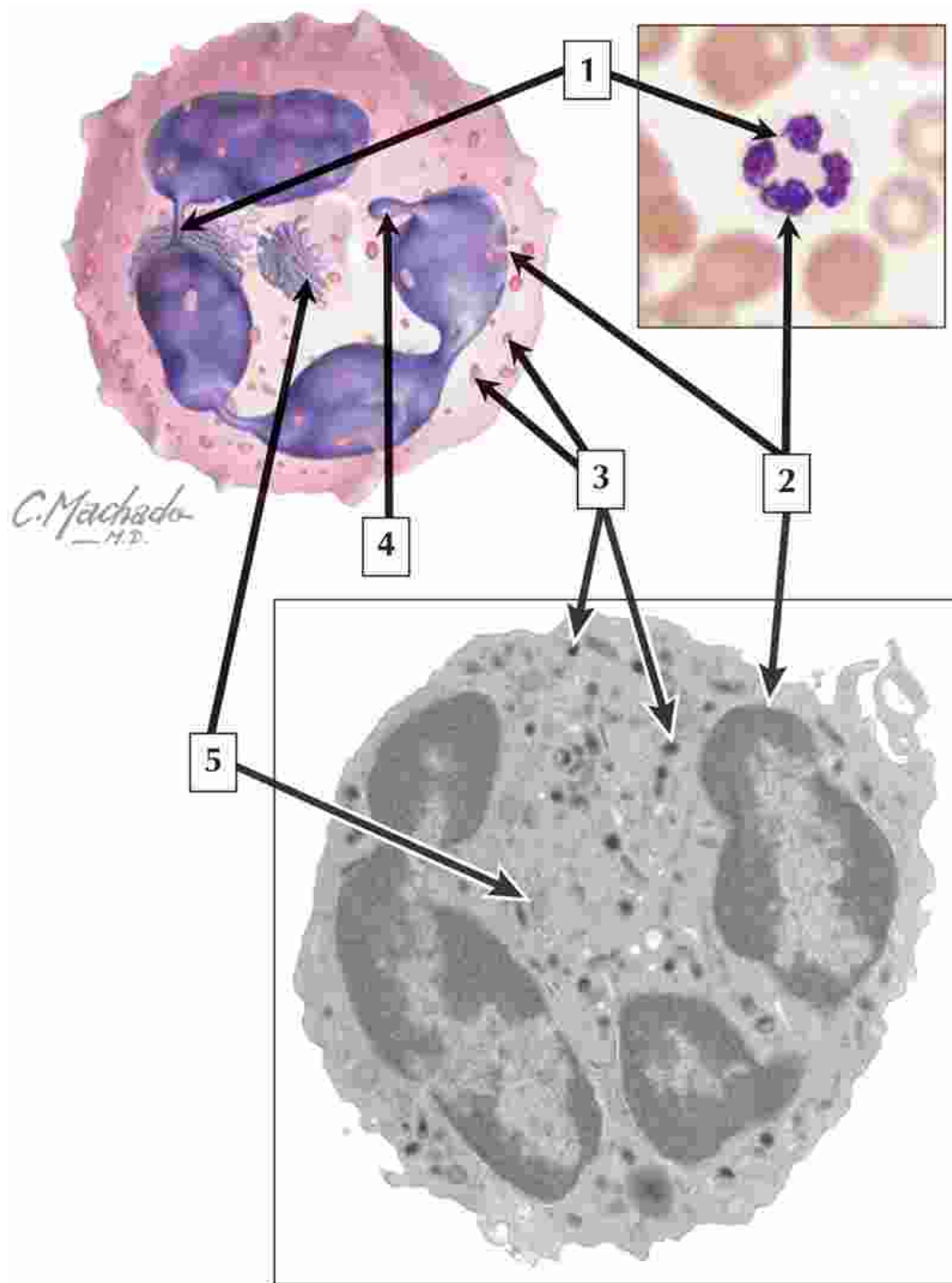
Comentario: Los eritrocitos son discos bicóncavos anucleados con un diámetro medio de 7,5 μm . Constituyen el 99% de los elementos formes. Por término medio, el número normal de eritrocitos por litro de sangre es de 5×10^{12} en hombres y $4,5 \times 10^{12}$ en mujeres. La forma bicóncava proporciona una amplia superficie para sus funciones principales: transportar O_2 de los pulmones a los tejidos y llevar el CO_2 de los tejidos a los pulmones para su eliminación. La hemoglobina es una proteína que contiene hierro, es la responsable del color rojo de los eritrocitos y se une rápidamente al O_2 para transportarlo. Las plaquetas son fragmentos citoplasmáticos móviles envueltos por una membrana plasmática, que se originan a partir de los megacariocitos en la médula ósea. Son los elementos formes de la sangre de menor tamaño y consisten en estructuras anucleadas con forma de plato. Su diámetro es de 2-3 μm y su cifra normal en la sangre es de 250.000 a 350.000 por mm^3 .

La **anemia** consiste en una deficiencia de eritrocitos o de hemoglobina; existen muchos tipos diferentes. Para establecer un diagnóstico correcto es preciso calcular el número de eritrocitos en sangre periférica, determinar la concentración de hemoglobina y analizar la morfología de los eritrocitos en extensiones de sangre.

Esquema de un eritrocito y una plaqueta, imagen al microscopio electrónico (ME) de barrido de varios eritrocitos e imagen al ME de varias plaquetas en una vénula

Véase Netter. Histología esencial 7.2, 7.3 y 7.9

7.3. Neutrófilo



1. Hebra de cromatina (que conecta los lóbulos del núcleo entre sí)
2. Lóbulo del núcleo
3. Gránulos específicos
4. Corpúsculo de Barr (presente solo en las mujeres)

5. Aparato de Golgi

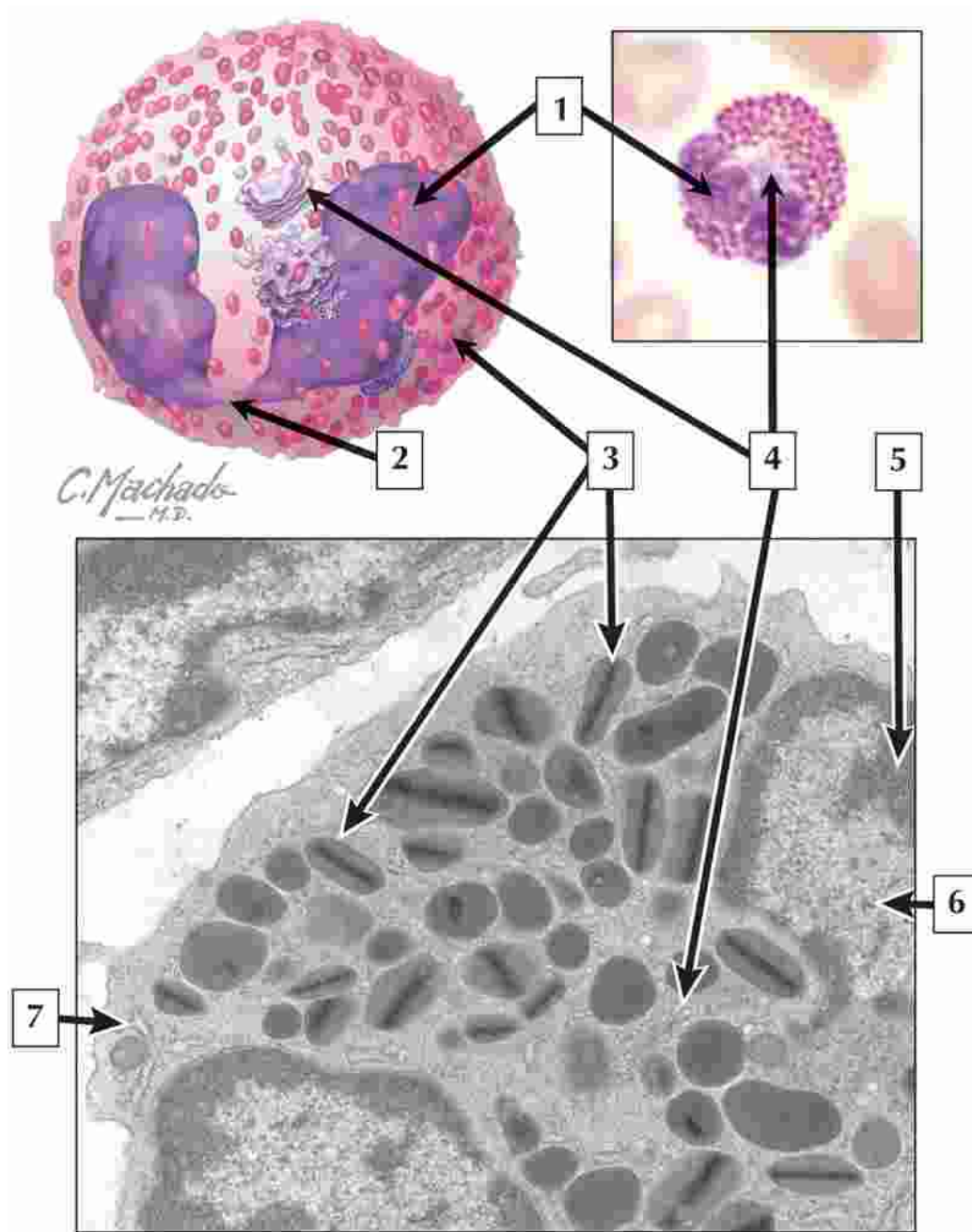
Comentario: Los neutrófilos son el tipo más numeroso de leucocitos y constituyen el 60-70% de la cifra total de leucocitos. También se denominan *leucocitos polimorfonucleares* debido a su morfología nuclear característica. Miden 9-12 μm de diámetro y su núcleo adopta muchas formas distintas, con un patrón grumoso y entre tres y cinco lóbulos conectados por finas hebras de cromatina. Las mujeres a menudo presentan un pequeño lóbulo en forma de palillo de tambor, llamado *corpúsculo de Barr*. No se observa en los hombres, por lo que puede resultar útil para determinar el sexo cromosómico. Los neutrófilos muestran un comportamiento ávidamente fagocítico (pueden llegar a vivir unos 4 días) y digieren bacterias, residuos celulares y partículas extrañas. Los gránulos específicos rodeados por membrana contienen enzimas bactericidas para la fagocitosis mediada por receptores.

La **neutropenia** es un descenso anómalo de la cifra de neutrófilos en sangre periférica. Los pacientes que padecen este trastorno tienen un número insuficiente de células disponibles para defender al organismo de las **infecciones bacterianas**. La neutropenia puede ser genética, farmacológica o estar causada por otros factores, pero a menudo se asocia a **enfermedades autoinmunitarias** y es un signo característico del **síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA)**.

Esquema, imagen al microscopio óptico de un neutrófilo en una extensión de sangre e imagen al microscopio electrónico de un neutrófilo

Véase Netter. Histología esencial 7.4

7.4. Eosinófilo



1. Lóbulo del núcleo
2. Hebra de cromatina
3. Gránulos específicos
4. Aparato de Golgi
5. Heterocromatina
6. Eucromatina

7. Retículo endoplasmático rugoso

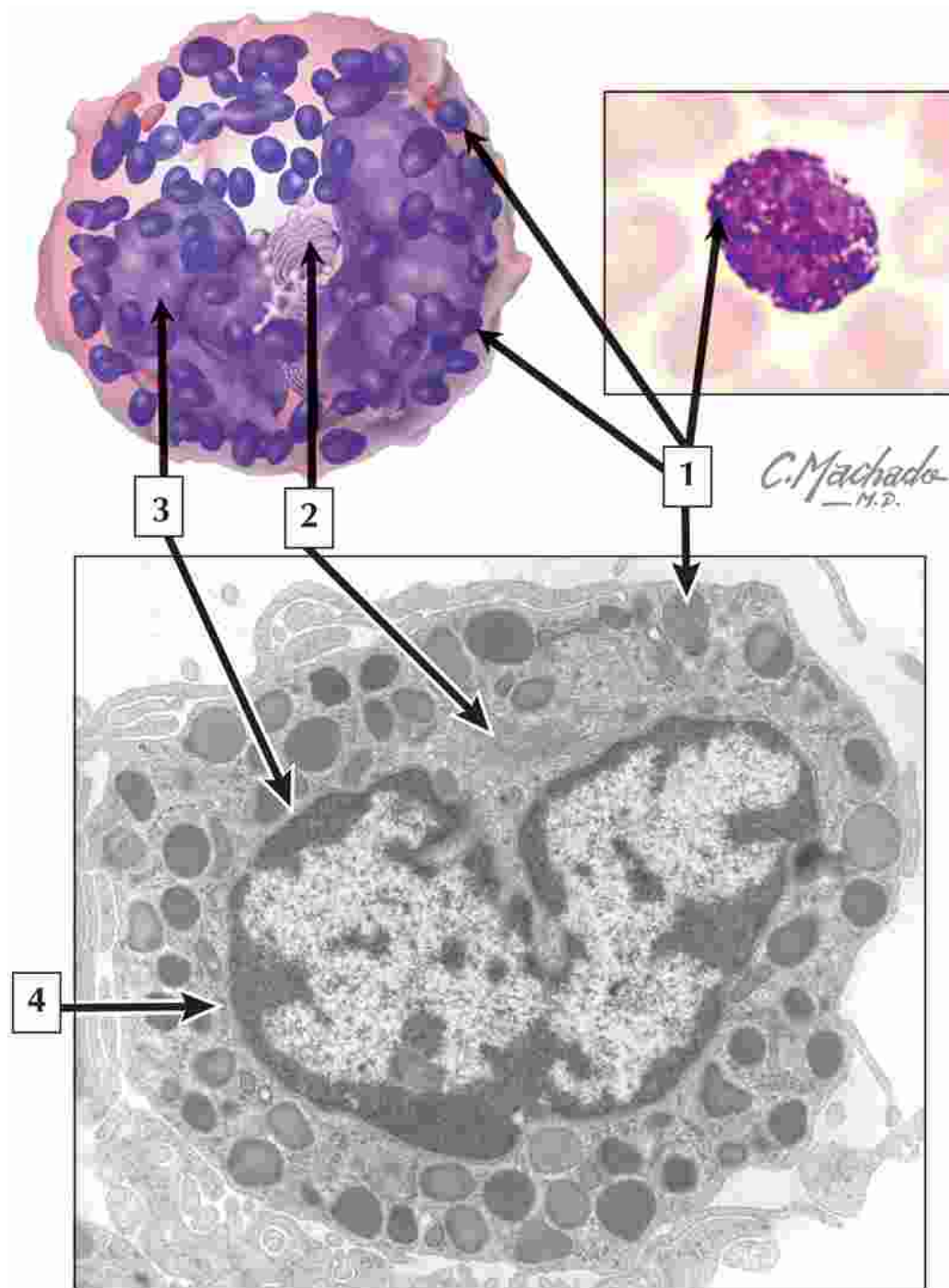
Comentario: Los eosinófilos constituyen el 1-3% de la cifra de leucocitos. Son algo más grandes que los neutrófilos, con un diámetro de 12-15 μm . Su núcleo es típicamente bilobulado y sus gránulos específicos son distintivos, con un tamaño uniforme y muy refringentes. Presentan afinidad por los colorantes ácidos, por lo que se tiñen de rosa a púrpura. Estos gránulos contienen distintas enzimas hidrolíticas. También secretan histaminasa, que inactiva la histamina producida por los basófilos y los mastocitos. Al microscopio electrónico se observa que los gránulos específicos están rodeados por membrana, tienen una forma irregular, de elipsoide a similar a un balón de *rugby*, y poseen un núcleo cristaloide interno.

La **eosinofilia** es una elevación del número absoluto de eosinófilos circulantes por encima de lo normal. Se produce en las reacciones alérgicas, las invasiones parasitarias y en algunas neoplasias malignas. Los eosinófilos desempeñan un papel crucial en el control de parasitosis como la **esquistosomiasis**. Destruyen las larvas de los helmintos mediante la liberación de moléculas tóxicas de los gránulos específicos.

Esquema, imagen al microscopio óptico de un eosinófilo en una extensión de sangre e imagen al microscopio electrónico de parte de un eosinófilo

Véase Netter. Histología esencial 7.5

7.5. Basófilo



1. Gránulos específicos
2. Aparato de Golgi
3. Núcleo
4. Retículo endoplasmático rugoso

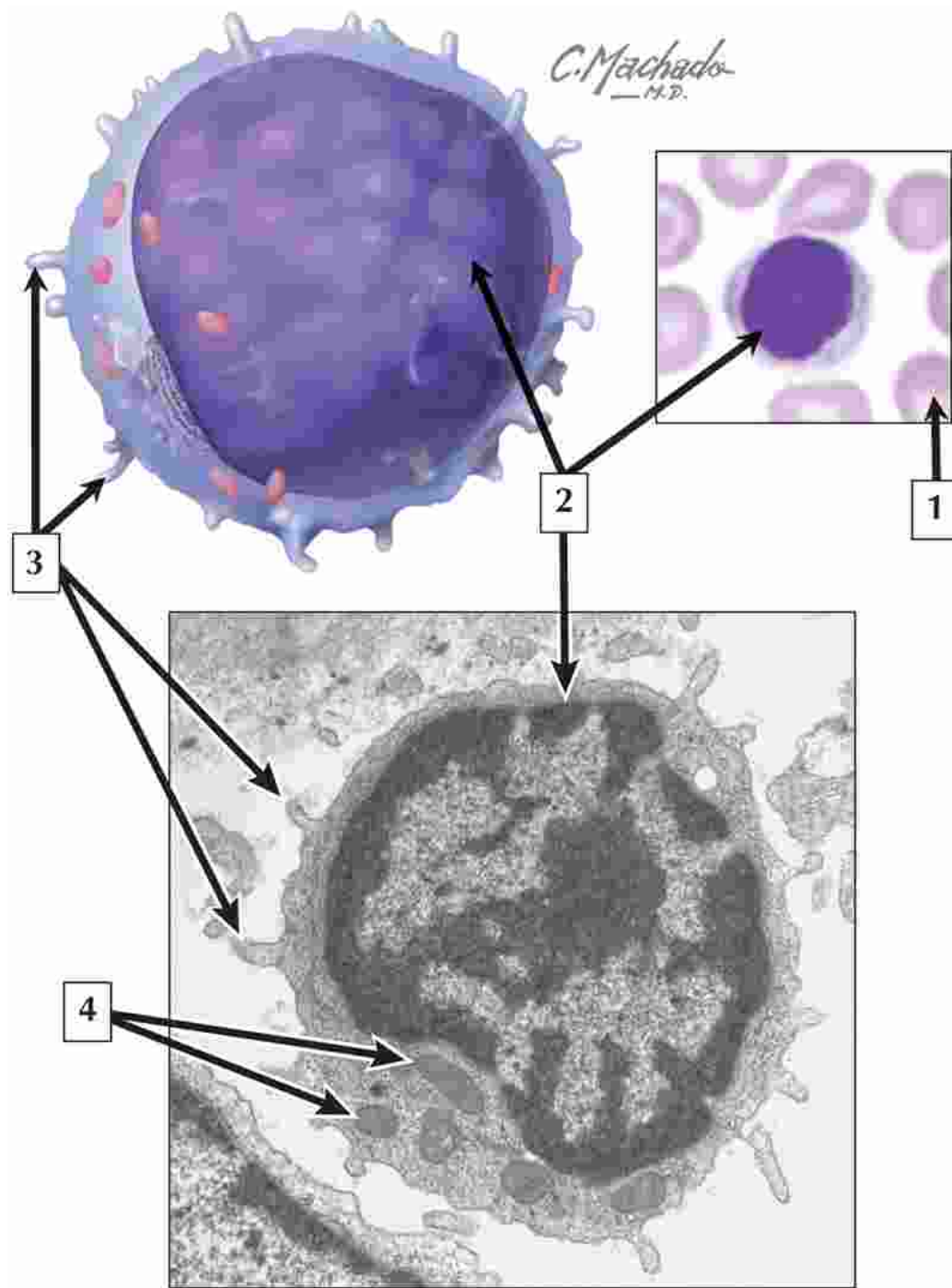
Comentario: Los basófilos son el tipo menos numeroso de leucocitos; constituyen menos del 1% de la cifra de leucocitos. Son los más pequeños de los granulocitos y miden 8-10 μm de diámetro. Poseen grandes gránulos específicos distintivos intensamente basófilos que ocupan el citoplasma. El núcleo suele ser irregular o bilobulado. En las extensiones de sangre, el núcleo suele quedar oculto por abundantes gránulos basófilos muy apiñados, que a menudo se tiñen más densamente que la cromatina nuclear. Estos gránulos contienen histamina y heparina; los basófilos también producen factor activador de las plaquetas y factor quimiotáctico de los eosinófilos, que ejercen potentes efectos farmacológicos fuera de la circulación.

La **basofilia** es un aumento de la cifra de basófilos en sangre periférica; rara vez se observa en la mayoría de las enfermedades benignas. Una basofilia leve puede formar parte de una respuesta inflamatoria general a algunas infecciones, como la **viruela**, la **varicela** o la **gripe**. También se produce en enfermedades alérgicas o inflamaciones de origen autoinmunitario, como la **artritis reumatoide** y la **colitis ulcerosa**.

Esquema, imagen al microscopio óptico de un basófilo en una extensión de sangre e imagen al microscopio electrónico de un basófilo

Véase Netter. Histología esencial 7.6

7.6. Linfocito



1. Eritrocito
2. Núcleo
3. Microvellosidades
4. Mitocondrias

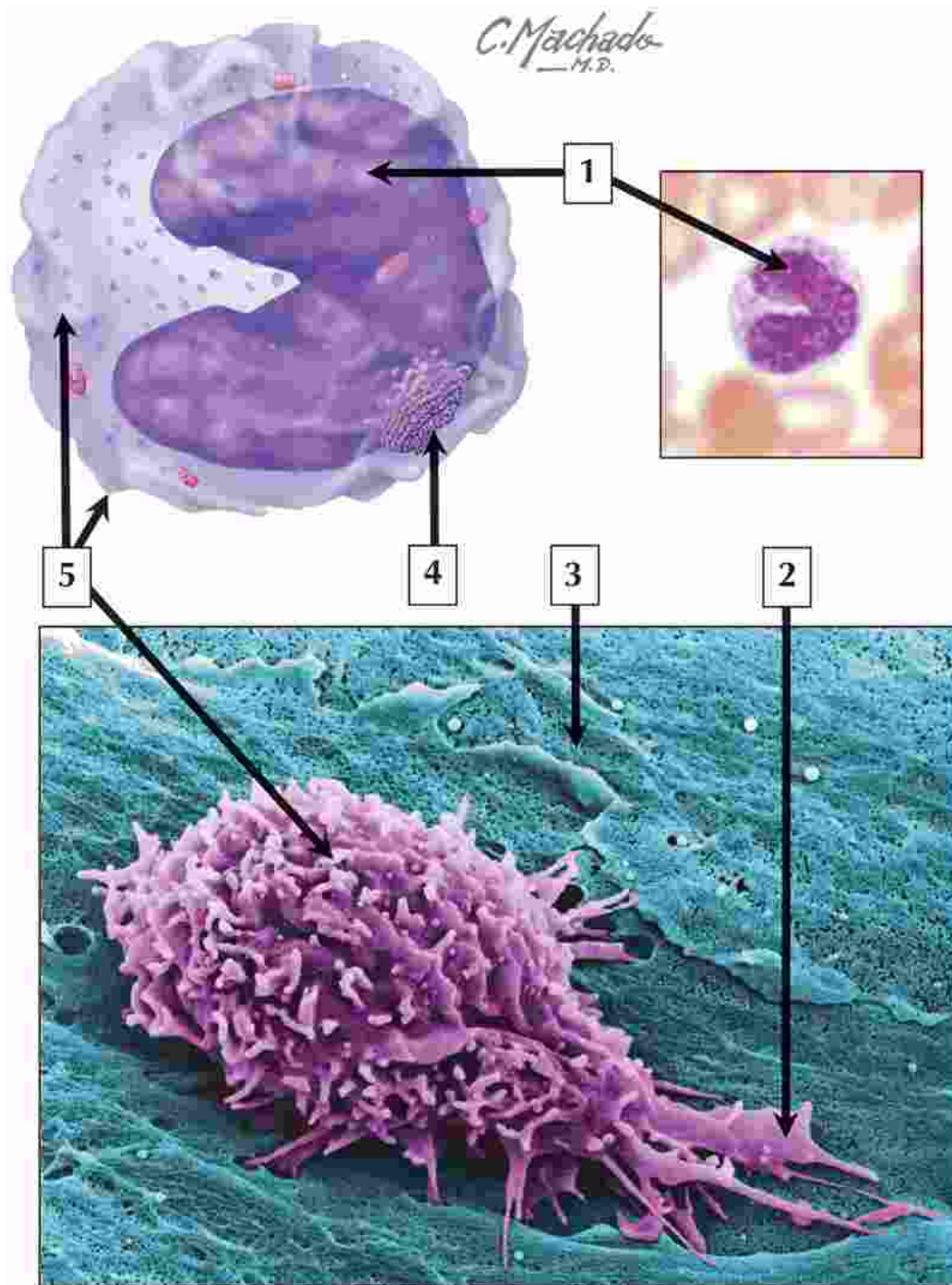
Comentario: Los linfocitos son los agranulocitos más numerosos y constituyen el 20-30% de la cifra de leucocitos. Su tamaño varía entre 7 y 16 μm y se clasifican en pequeños (7-10 μm) y medianos o grandes (11-16 μm). Son células esféricas con un núcleo densamente teñido y un delgado reborde de citoplasma gris azulado. Aunque todos los linfocitos derivan de las células madre de la médula ósea, los que se diferencian y maduran en el timo se denominan *linfocitos T*, mientras que los que se desarrollan en la médula ósea, donde adquieren antígenos de superficie específicos de la célula, son los *linfocitos B*. Los linfocitos T intervienen en la inmunidad celular, mientras que los linfocitos B intervienen en la inmunidad humoral (mediada por anticuerpos). La duración de la vida de los linfocitos varía entre pocos días y muchos años.

La **linfocitosis** es un aumento anómalo de la cifra absoluta de linfocitos en sangre periférica. Se observa a menudo en lactantes y adolescentes durante **infecciones** que provocarían típicamente una respuesta neutrófila en los adultos. De las muchas causas posibles, la más frecuente es la infección primaria por el **virus de Epstein-Barr (VEB)**. Esta enfermedad, también conocida como **mononucleosis infecciosa**, provoca una elevación de la cifra de linfocitos T circulantes en respuesta a la infección de los linfocitos B por el VEB.

Esquema, imagen al microscopio óptico de un linfocito grande en una extensión de sangre e imagen al microscopio electrónico de un linfocito

Véase Netter. Histología esencial 7.7

7.7. Monocito



1. Núcleo (en herradura)
2. Pseudópodo
3. Célula endotelial
4. Retículo endoplasmático rugoso

5. Rugosidades de la membrana

Comentario: Los monocitos son leucocitos agranulares; son los precursores inmediatos de las células del sistema fagocítico mononuclear. Constituyen el 3-8% de la cifra total de leucocitos y son los leucocitos más grandes que se observan en las extensiones de sangre. Miden 12-20 μm de diámetro. Normalmente circulan en el torrente sanguíneo durante solo 1-3 días y realizan casi todas sus funciones fuera de la circulación. Poseen movilidad activa y pasan de la sangre al tejido conjuntivo para convertirse en macrófagos (o fagocitos). Cada célula posee un núcleo de forma variable, pudiendo ser ovalado, arriñonado o en herradura. En contraste con la cromatina nuclear densa e intensamente teñida de los linfocitos, la cromatina nuclear de los monocitos es finamente granular, se tiñe pálidamente y presenta indentaciones.

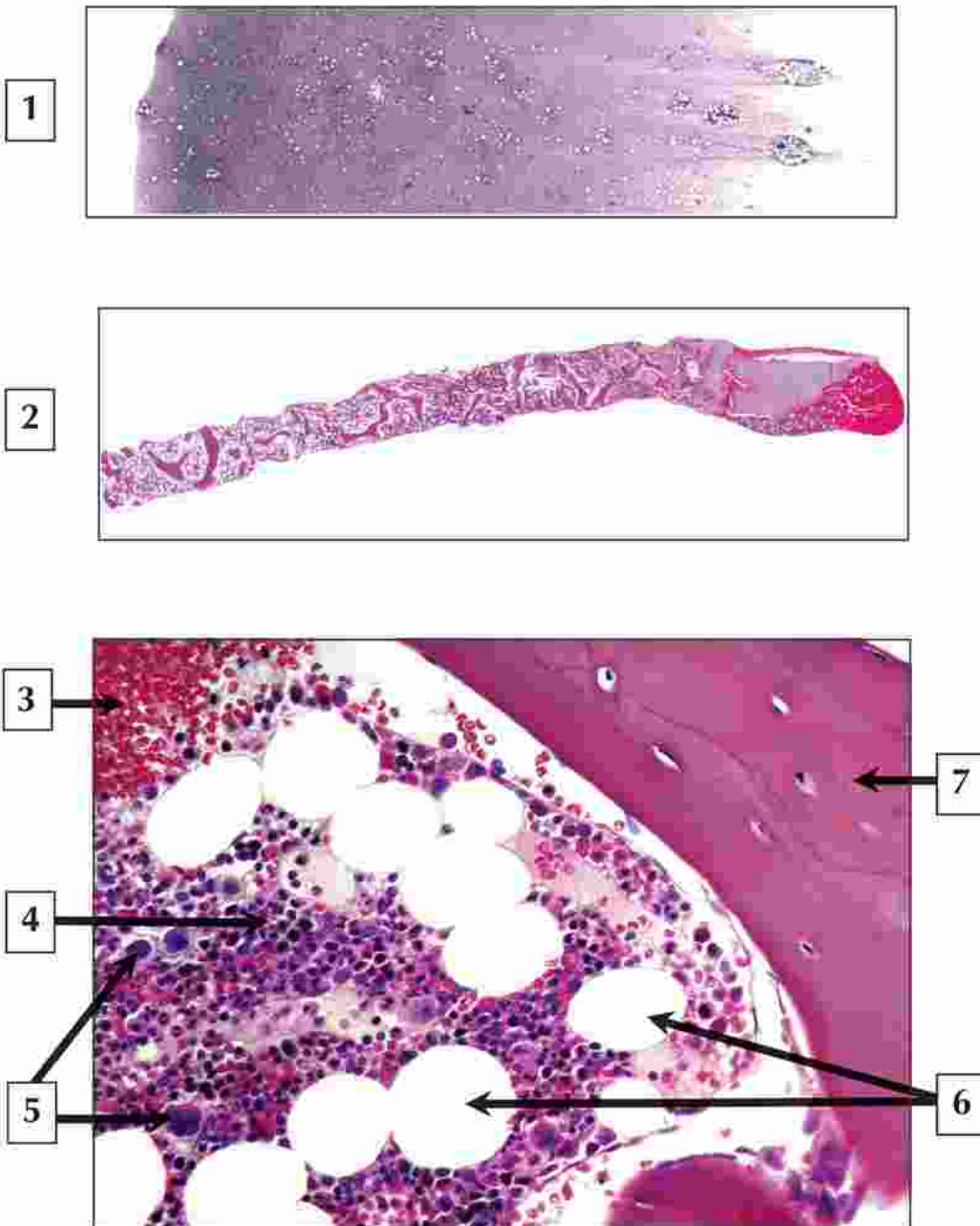
La **monocitosis** es una elevación anómala de la cifra de monocitos por encima de $0,8 \times 10^9/\text{l}$. Aunque la monocitosis es rara, puede estar causada por muchas enfermedades: **infecciones bacterianas crónicas, endocarditis bacteriana, tifus, paludismo, sífilis e infecciones por protozoos.**

Esquema, imagen al microscopio óptico de un monocito en una extensión de sangre e imagen al microscopio electrónico de un monocito que invade el endotelio de una vénula

Véase Netter. Histología esencial 7.8

7.8. Médula ósea

Identifique el tipo de preparaciones de médula ósea que se muestran en las imágenes 1 y 2.



1. Extensión de médula ósea
2. Corte de médula ósea obtenido mediante biopsia con trépano
3. Sinusoide venoso lleno de eritrocitos
4. Tejido hematopoyético

- 5. Megacariocitos
- 6. Adipocitos
- 7. Trabécula ósea

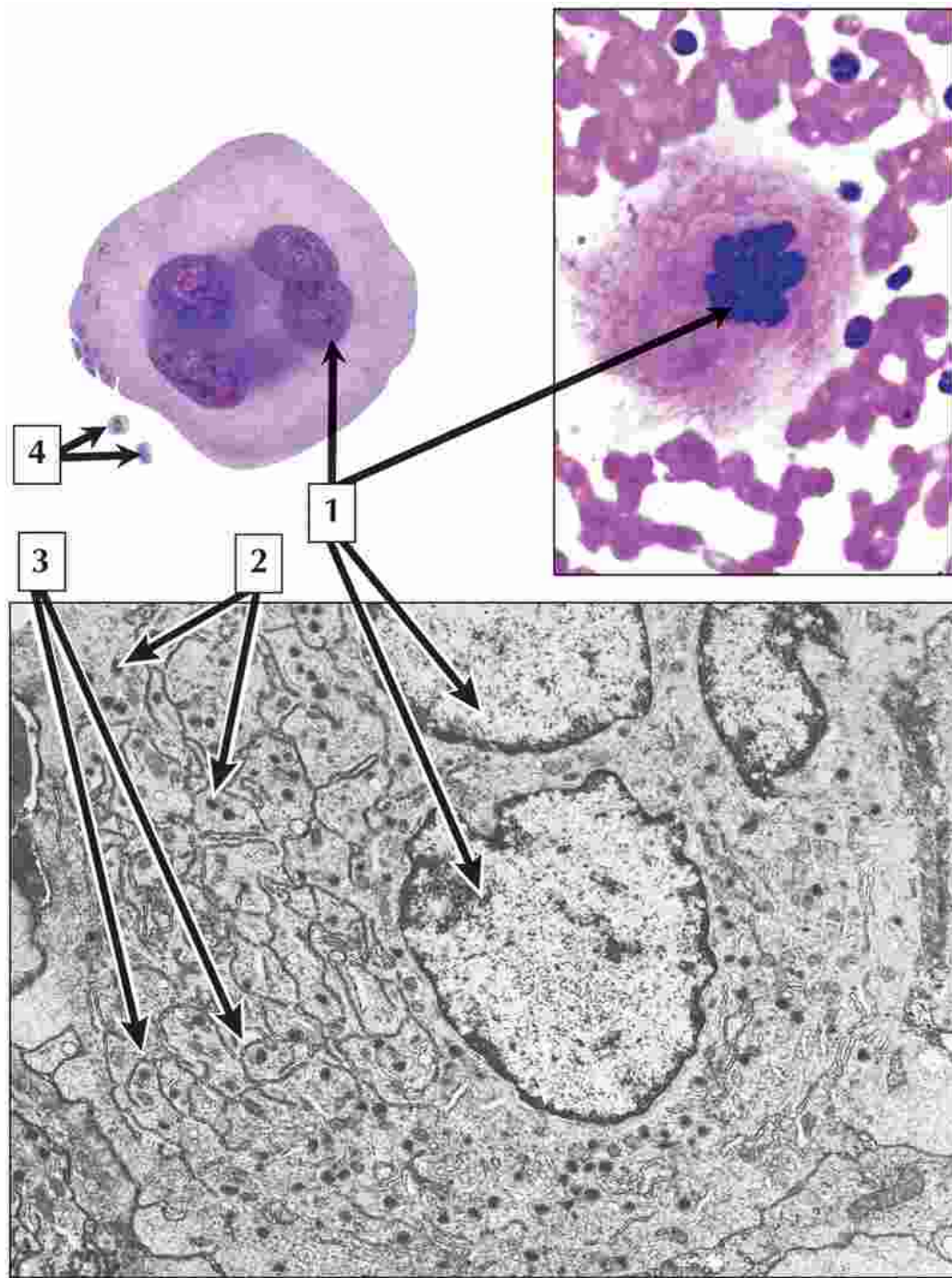
Comentario: La médula ósea es un tipo especial de tejido conjuntivo que consiste en un estroma de tejido conjuntivo laxo reticular y un parénquima de células hematopoyéticas dispuestas en cordones celulares irregulares o islotes separados por sinusoides venosos de paredes finas. Para obtener muestras de médula ósea y analizarlas se utilizan extensiones y biopsias con trépano (para preparar cortes de médula ósea). La localización ideal para practicar la aspiración y las biopsias con trépano es la cresta iliaca posterior. Otras localizaciones adecuadas son el esternón y la tibia. A partir del nacimiento, la hematopoyesis tiene lugar en la médula ósea; la hematopoyesis puede dividirse en eritropoyesis, granulocitopoyesis, monocitopoyesis, linfocitopoyesis y trombocitopoyesis.

El **trasplante de médula ósea** es una valiosa herramienta en medicina. Los trasplantes de células madre se utilizan para reconstituir la médula después de un tratamiento de **quimioterapia** o para reponer la pérdida primaria de células madre por una enfermedad. Los trasplantes pueden ser **autólogos** (de médula del propio paciente, obtenida antes de recibir el tratamiento) o **allogénicos** (de un donante compatible en cuanto al complejo principal de histocompatibilidad).

Imagen al microscopio óptico (MO) de una extensión de médula ósea, corte de una biopsia de médula ósea e imagen de gran aumento al MO de un corte de médula ósea

Véase Netter. Histología esencial 7.10 y 7.11

7.9. Megacariocito



1. Núcleos
2. Gránulos densos
3. Conductos de demarcación entre las plaquetas en formación
4. Plaquetas

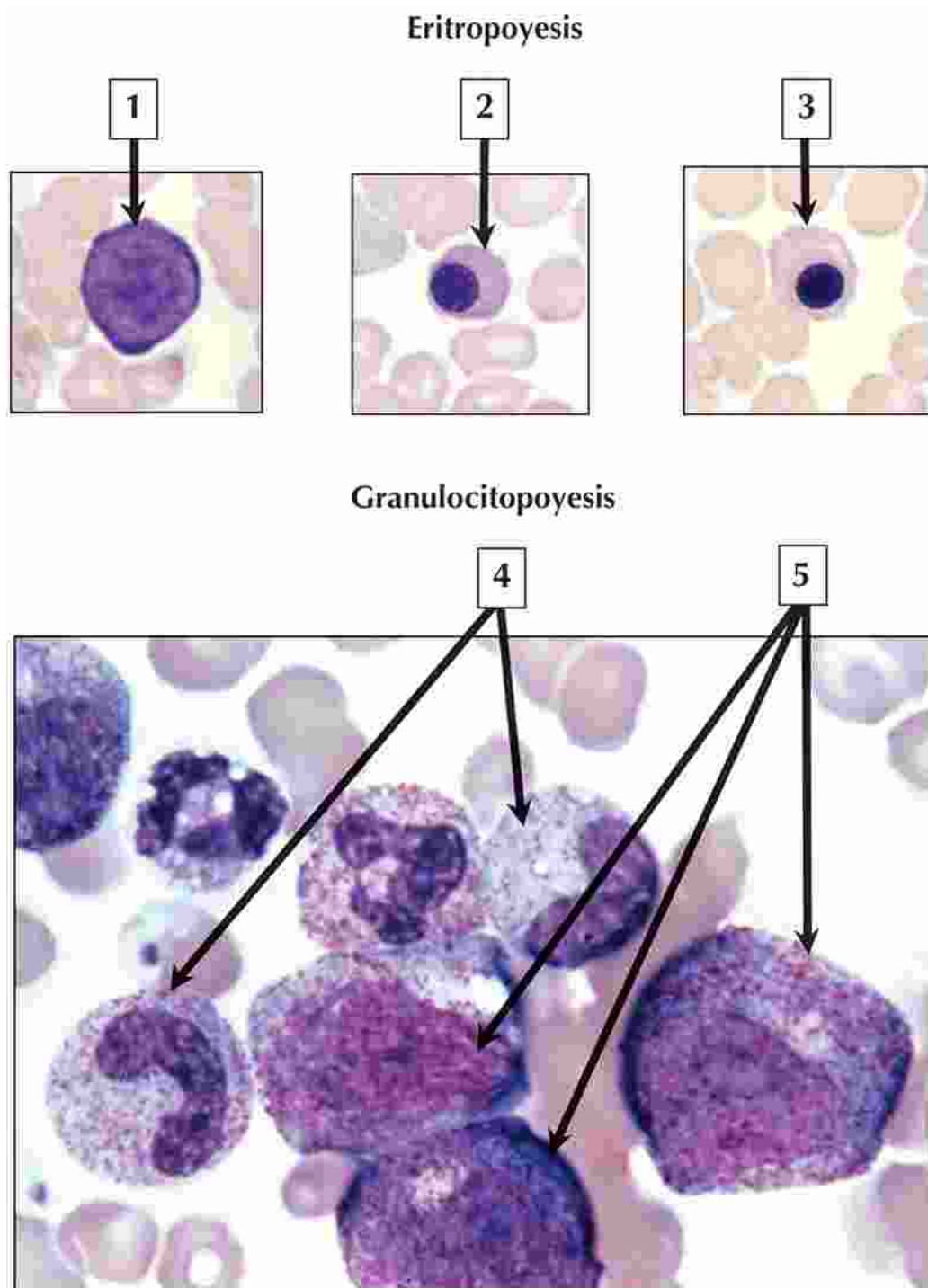
Comentario: Los megacariocitos son las células más grandes de la médula ósea, con un diámetro de 50-100 μm . Su núcleo lobulado contiene una cromatina densa. El núcleo poliploide característico se debe a la múltiple replicación del ADN nuclear sin división del citoplasma. Al microscopio óptico, el citoplasma homogéneo es ligeramente basófilo debido a la presencia de abundantes ribosomas libres y pequeños gránulos azurófilos. Las plaquetas se forman por la fragmentación del citoplasma a lo largo de unos conductos de demarcación situados en la periferia de estas células.

La **trombocitopenia** es una enfermedad que consiste en una disminución anómala de la cifra de plaquetas en la sangre. Las plaquetas son esenciales para la coagulación de la sangre, por lo que, si no se trata, este trastorno provoca **hemorragias**. Puede deberse a la incapacidad de la médula ósea para producir una cantidad suficiente de plaquetas o a una mayor velocidad de retirada de las plaquetas de la sangre. El descenso de la cifra de plaquetas es un efecto secundario habitual de la **radioterapia** y la **quimioterapia** administradas para el **linfoma** y otros tipos de **cáncer**, que destruyen los precursores celulares de la médula ósea.

Esquema, imagen al microscopio óptico de un megacariocito en una extensión de médula ósea e imagen al microscopio electrónico de parte de un megacariocito

Véase Netter. Histología esencial 7.12 y 7.15

7.10. Eritropoyesis y granulocitopoyesis



1. Proeritroblasto
2. Eritroblasto policromatófilo
3. Normoblasto (eritroblasto ortocromatófilo)

4. Metamielocito
5. Promielocitos

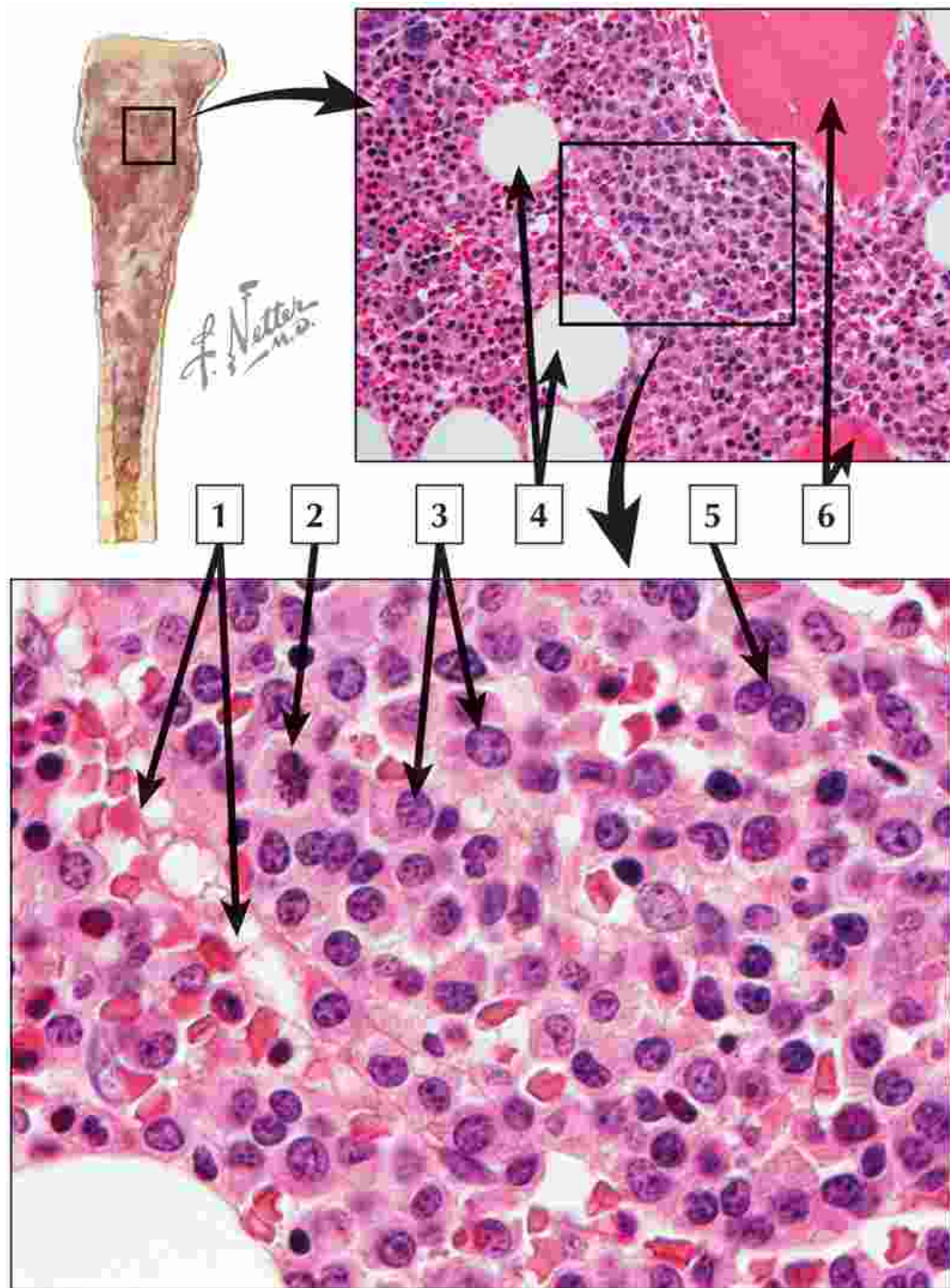
Comentario: En último término, todas las células sanguíneas maduras derivan de las células madre pluripotenciales de la médula ósea, que poseen capacidad de autorrenovación, replicación asimétrica y diferenciación. Existen cuatro tipos de unidades formadoras de colonias dedicadas a la producción de granulocitos y monocitos, eritrocitos, plaquetas y linfocitos, respectivamente. La secuencia de desarrollo de la serie eritroide es la siguiente: proeritroblasto, eritroblasto basófilo, eritroblasto policromatófilo, normoblasto y eritroblasto. La secuencia de la serie mieloide es la siguiente: mieloblasto, promielocito, mielocito, metamielocito, cayado y leucocito granular maduro (neutrófilo, eosinófilo o basófilo).

La **anemia aplásica** es un trastorno hematológico debido a insuficiencia medular. Suele definirse como una **pancitopenia** o disminución de la cifra de todas las células sanguíneas principales de las series eritroide y mieloide. Los signos clínicos habituales son la aparición de **hematomas** o **hemorragias** por la disminución de la cifra de plaquetas, **infecciones** por la disminución de los leucocitos y **letargo** por la disminución de las cifras de eritrocitos y hemoglobina.

Imágenes al microscopio óptico de varias extensiones de médula ósea en las que se muestran distintas células de la eritropoyesis y la granulocitopoyesis

Véase Netter. Histología esencial 7.13 y 7.14

7.11. Mieloma múltiple



1. Sinusoide (vaso sanguíneo)
2. Figura mitótica (célula tumoral en proceso de división)
3. Núcleos de las células plasmáticas (tumoraes)
4. Adipocitos

5. Célula tumoral binucleada
6. Trabéculas óseas

Comentario: El **mieloma múltiple** (una **neoplasia de células plasmáticas** que se origina en la **médula ósea**) puede afectar a cualquiera de los huesos que contengan médula ósea (p. ej., cráneo, vértebras, costillas, esternón, pelvis, fémur y escápula). Los síntomas clínicos consisten en dolor, anemia, debilidad, infecciones de repetición, propensión a las hemorragias, insuficiencia renal, neuropatía periférica y fracturas patológicas. Los signos histopatológicos son un aumento marcado de la cifra de células plasmáticas, que constituyen más del 30% de la celularidad de la médula. Las **células de mieloma** suelen tener un aspecto inmaduro, a menudo son binucleadas o multinucleadas y se disponen en grupos, nódulos o láminas intersticiales que pueden sustituir por completo a los elementos celulares normales. Al microscopio electrónico, las células muestran un retículo endoplasmático rugoso prominente con cisternas dilatadas e inclusiones (p. ej., cuerpos de Russell) que contienen inmunoglobulina mutante.

Incidencia y tratamiento: Cada año se diagnostican casi 160.000 casos nuevos en todo el mundo. El diagnóstico se confirma a través de análisis de laboratorio, pruebas de imagen (RM) y el estudio histológico tras aspiración y biopsia con trépano de la médula ósea. El pronóstico es variable; las opciones de tratamiento disponibles para mejorar la calidad de vida y prolongar la supervivencia global son una combinación de **quimioterapia** y **fármacos inmunomoduladores**, o los novedosos protocolos de **trasplante autólogo de células madre**.

Esquema de un mieloma tibial e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de una biopsia de un mieloma múltiple

Véase Netter. Histología esencial 7.16

Sección 2: Aparatos y sistemas

Capítulo 8: Aparato cardiovascular

Capítulo 9: Sistema linfático

Capítulo 10: Sistema endocrino

Capítulo 11: Sistema tegumentario

Capítulo 12: Tracto superior del tubo digestivo

Capítulo 13: Tracto inferior del tubo digestivo

Capítulo 14: Hígado, vesícula biliar y páncreas exocrino

Capítulo 15: Aparato respiratorio

Capítulo 16: Aparato urinario

Capítulo 17: Aparato reproductor masculino

Capítulo 18: Aparato reproductor femenino

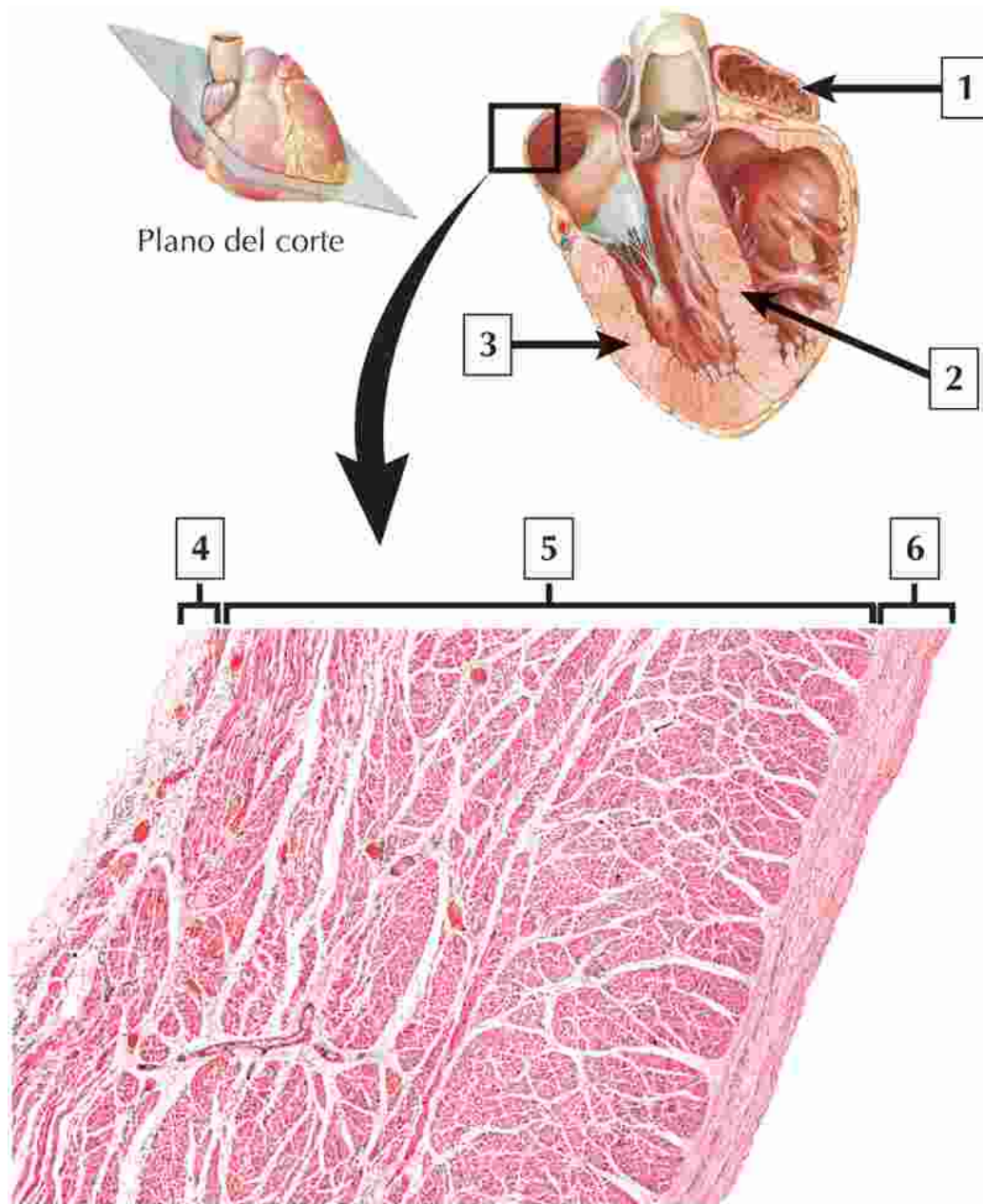
Capítulo 19: Ojo y anexos

Capítulo 20: Órganos de los sentidos

8: Aparato cardiovascular

- 8.1 Aurícula
- 8.2 Pared cardiaca y pericardio
- 8.3 Aorta
- 8.4 Arteria coronaria
- 8.5 Arteriola
- 8.6 Arteriola y vénula
- 8.7 Vena de pequeño calibre
- 8.8 Endotelio
- 8.9 Capilar continuo
- 8.10 Capilar fenestrado
- 8.11 Vaso linfático
- 8.12 Aterosclerosis

8.1. Aurícula



1. Aurícula derecha
2. Tabique interventricular (miocardio)
3. Ventrículo izquierdo (miocardio)
4. Epicardio
5. Miocardio
6. Endocardio

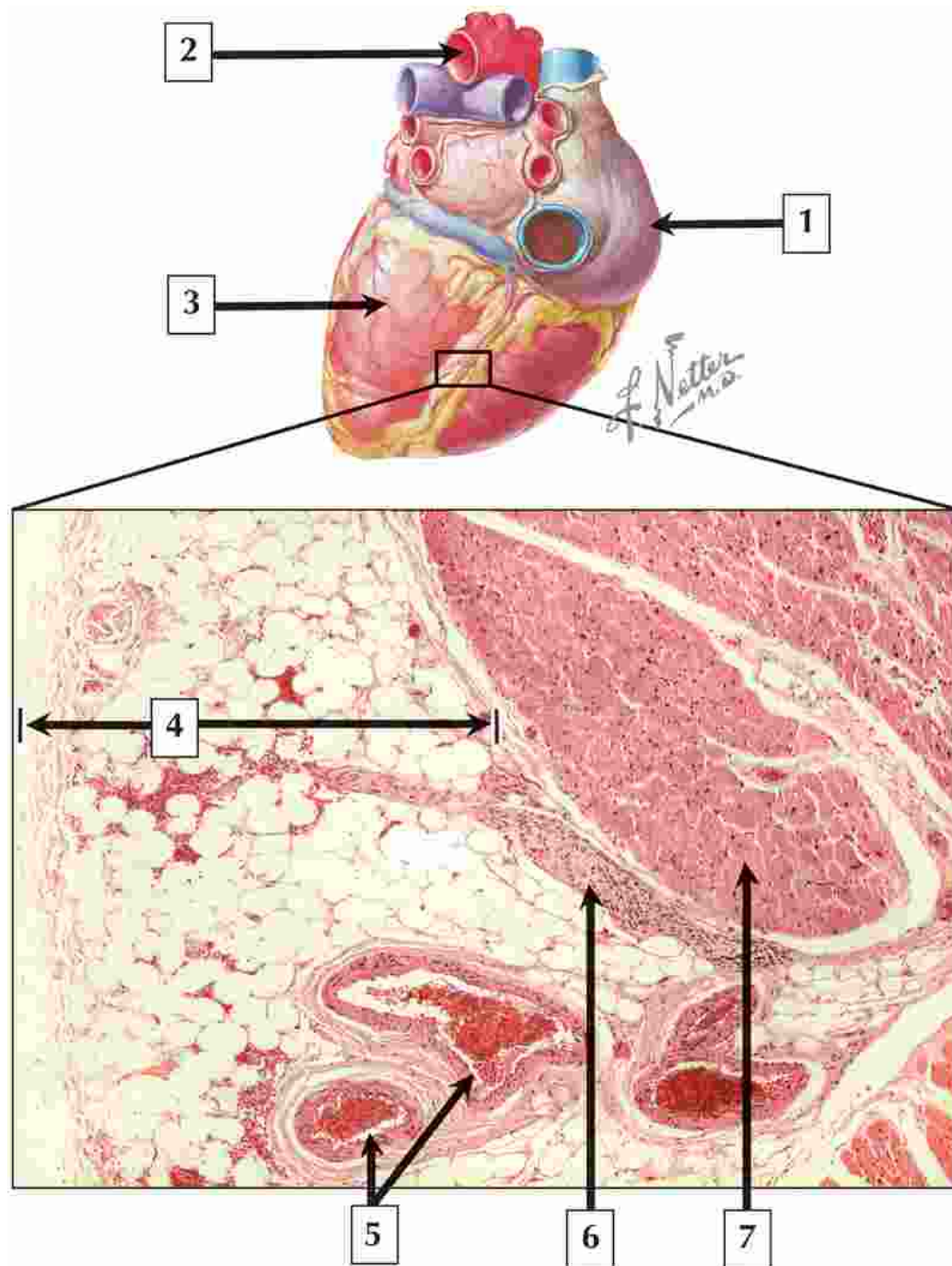
Comentario: El corazón es una bomba muscular con cuatro cavidades que distribuye la sangre por todo el organismo través de una serie de vasos cerrados. Posee dos aurículas y dos ventrículos, y su pared consta de tres capas: el endocardio en la parte más interna, el miocardio en la parte central y el epicardio en la parte más externa. El endocardio consiste en un endotelio de revestimiento y en una capa subyacente de tejido conjuntivo. El miocardio constituye la mayor parte de la pared cardiaca y está compuesto por músculo cardiaco. El miocardio es mucho más grueso en los ventrículos que en las aurículas, lo que refleja las diferencias en la carga de trabajo entre las distintas cavidades cardiacas. El epicardio está compuesto por un tejido conjuntivo laxo graso cubierto por un mesotelio.

El **aparato cardiovascular** es el primero en desarrollarse y empezar a funcionar en el embrión, lo que pone de manifiesto su importancia con respecto a otros aparatos y sistemas. Las **cardiopatías congénitas**, que pueden ser desde leves hasta muy graves, son las malformaciones más frecuentes al nacer. Algunas de ellas son los **defectos de las paredes o de las válvulas** cardiacas o la **transposición de los grandes vasos**.

Esquema de un corazón seccionado e imagen al microscopio óptico de la pared auricular

Véase Netter. Histología esencial 8.1 y 8.2

8.2. Pared cardiaca y pericardio



1. Aurícula derecha
2. Aorta
3. Ventrículo izquierdo
4. Epicardio (pericardio visceral)
5. Vasos sanguíneos coronarios: arteriola y vénula

- 6. Fibras nerviosas
- 7. Músculo cardíaco

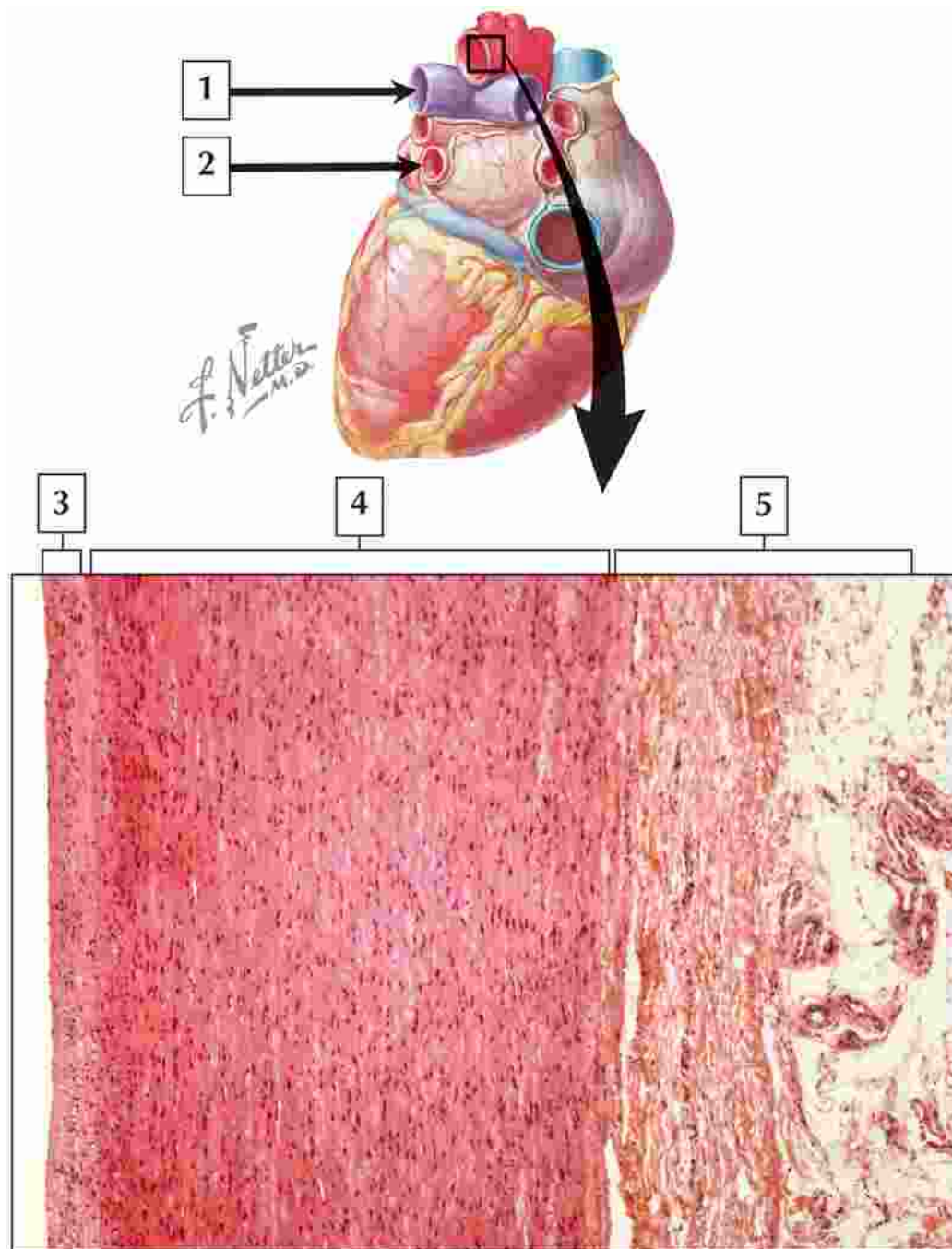
Comentario: El epicardio, también conocido como *pericardio visceral*, consta de dos capas. La capa profunda es un tejido conjuntivo laxo graso que actúa como amortiguador y como sostén de las ramas de las arterias coronarias, venas, vasos linfáticos, fascículos nerviosos y ganglios del epicardio. La capa superficial es un epitelio de recubrimiento compuesto por células mesoteliales de planas a cúbicas que descansan sobre una lámina basal; esta capa protege y lubrica la superficie cardíaca. Estas células son parecidas a las células mesoteliales que revisten las cavidades pleural y peritoneal y son básicamente secretoras. El corazón se encuentra suspendido en un saco pericárdico fibroelástico y lleno de líquido; este saco está formado por una reflexión del pericardio parietal sobre la superficie cardíaca, donde se convierte en pericardio visceral.

La **pericarditis** es una inflamación del revestimiento de células mesoteliales de las superficies pericárdicas. Normalmente se caracteriza por un dolor punzante retroesternal en el cuello o en el hombro izquierdo. Si no se trata, puede acumularse líquido en el pericardio y provocar un **taponamiento cardíaco**. Se puede practicar una **pericardiocentesis** para aspirar el líquido de la cavidad pericárdica.

Esquema de la cara posterior del corazón e imagen al microscopio óptico de la región epicárdica del ventrículo

Véase Netter. Histología esencial 8.2 y 8.6

8.3. Aorta



1. Arteria pulmonar izquierda
2. Vena pulmonar inferior izquierda
3. Túnica íntima
4. Túnica media
5. Túnica adventicia

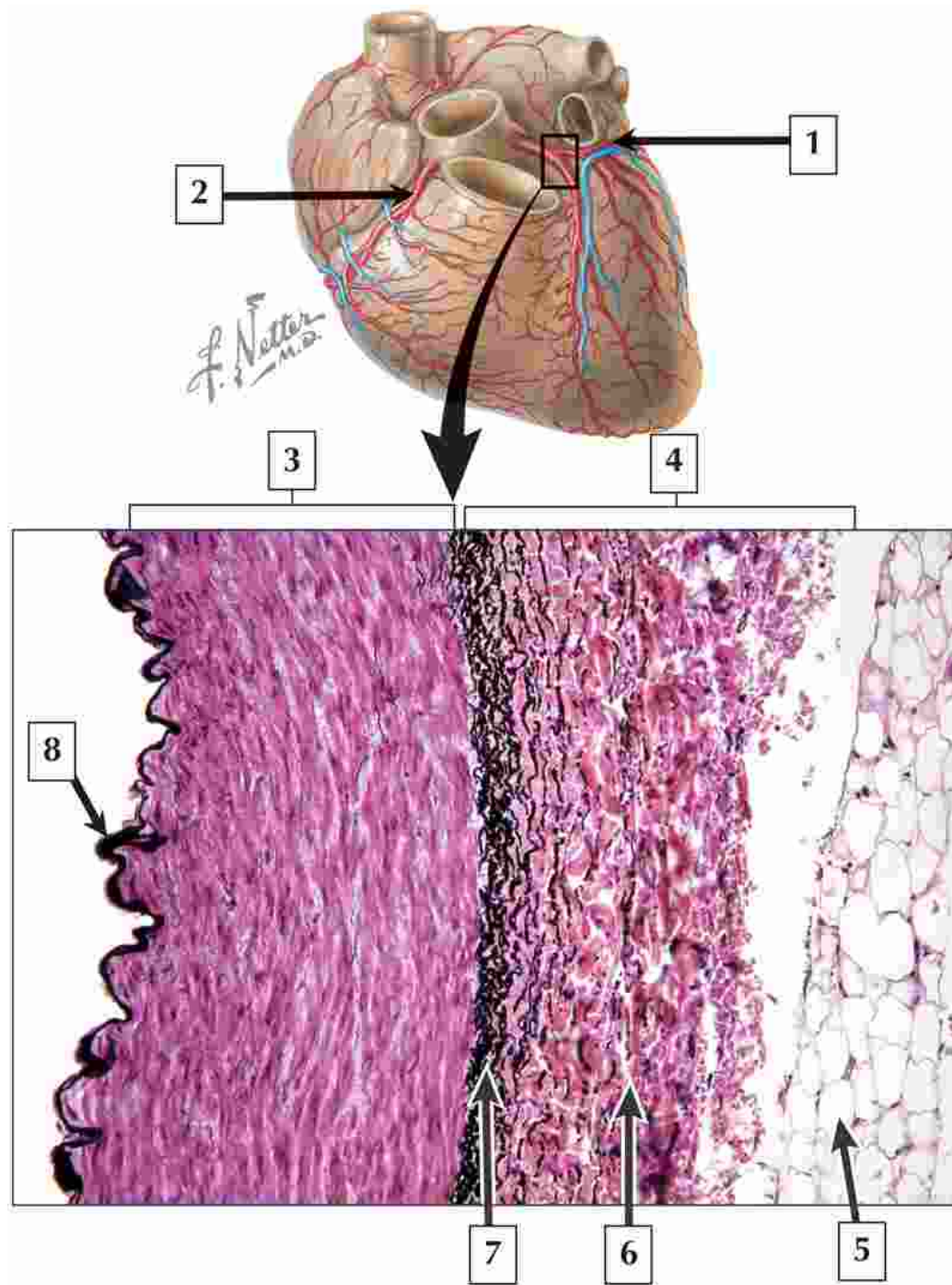
Comentario: Las arterias elásticas llevan la sangre desde el corazón hasta las arterias musculares. Su luz es grande en relación con el grosor de sus paredes. La túnica media de la pared de estos vasos es la más prominente de las capas. Posee abundantes fibras elásticas fenestradas y organizadas en múltiples láminas concéntricas, intercaladas por células de músculo liso dispuestas de forma circular. La íntima de la arteria elástica es relativamente gruesa y constituye hasta el 20% del grosor de la pared. La superficie luminal está revestida en su interior por un endotelio compuesto por células planas que descansan sobre una lámina basal. La capa subendotelial de tejido conjuntivo consta principalmente de una mezcla de fibras de colágeno y elásticas inmersas en sustancia fundamental.

Un **aneurisma** es una dilatación anómala de la pared debilitada de una arteria. En la aorta, se define el aneurisma como el aumento en un 50% o más del diámetro de una porción de este vaso. Un **aneurisma verdadero** consiste en una protrusión de la pared aórtica con sus tres túnicas. Cuando se rompe, se produce una hemorragia con consecuencias mortales en pocos minutos. La **aterosclerosis** es la principal causa de la mayoría de los aneurismas aórticos.

Esquema de la cara posterior del corazón e imagen al microscopio óptico de parte de la pared aórtica

Véase Netter. Histología esencial 8.6

8.4. Arteria coronaria



1. Rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda
2. Arteria coronaria derecha
3. Túnica media
4. Túnica adventicia

5. Adipocito (tejido adiposo)
6. Colágeno
7. Lámina elástica externa
8. Lámina elástica interna

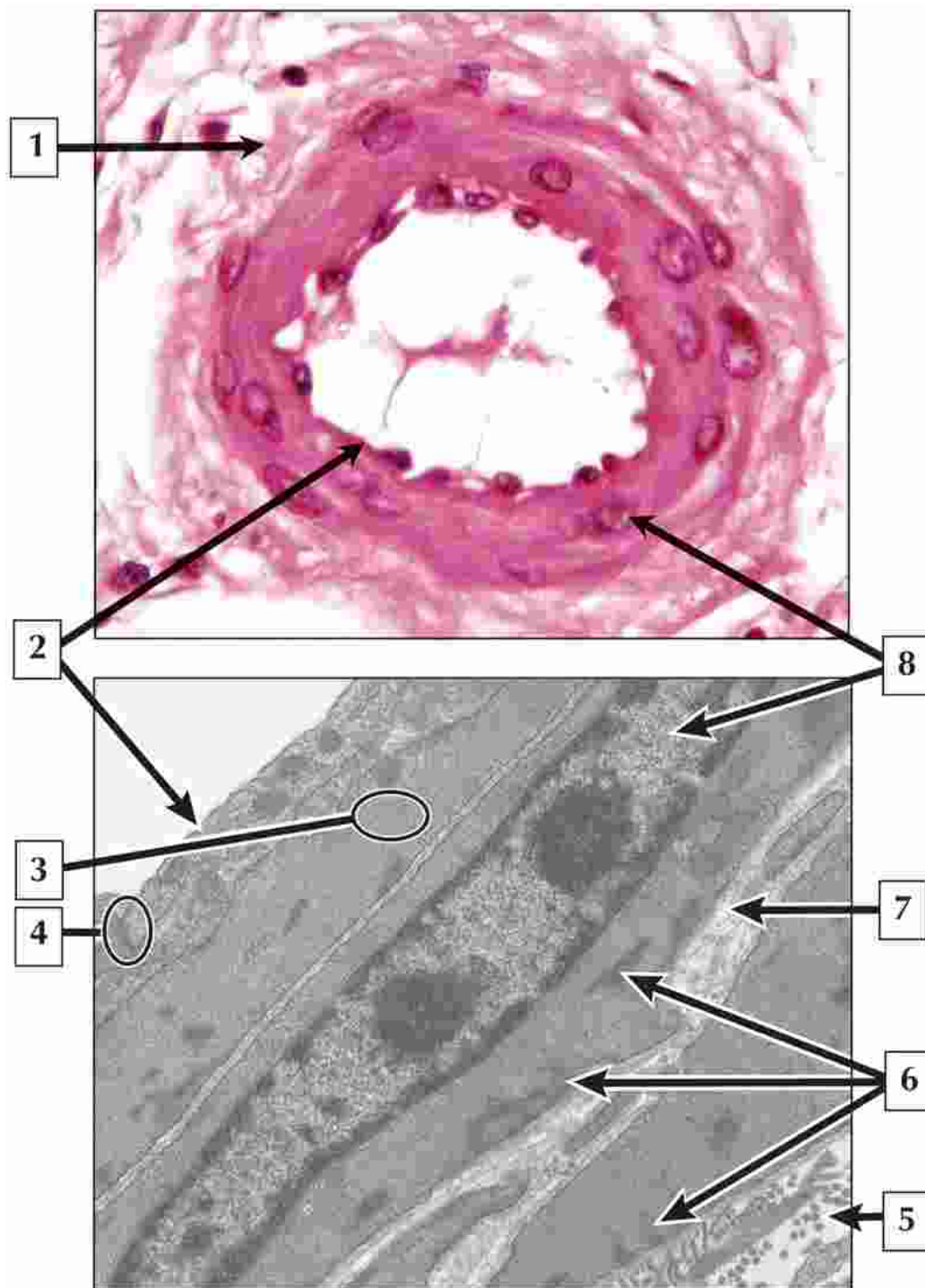
Comentario: Las arterias coronarias llevan sangre oxigenada al músculo cardiaco del miocardio. A partir del epicardio, las arterias coronarias se ramifican en arteriolas que proporcionan sangre a una extensa red de capilares del miocardio. En comparación con otras arterias musculares, las arterias coronarias poseen una túnica adventicia extraordinariamente gruesa que contiene abundante colágeno, tejido adiposo y fibras elásticas. Las células de músculo liso de la túnica media cuentan con una rica inervación simpática.

Las arterias coronarias a menudo se ven afectadas por la **aterosclerosis** y la **coronariopatía**, que pueden derivar en isquemia e **infarto de miocardio**. Unas concentraciones elevadas de lipoproteínas de baja densidad circulantes dañan el endotelio arterial y dan lugar a la formación de placas de aterosclerosis. Son características de estas placas las células espumosas repletas de colesterol. Estas células son macrófagos y células de músculo liso transformadas.

Esquema de la superficie esternocostal del corazón e imagen al microscopio óptico de la pared de una arteria coronaria en un corte transversal (tinción de Verhoeff-van Gieson)

Véase Netter. Histología esencial 8.10

8.5. Arteriola



1. Túnica adventicia
2. Endotelio
3. Filamentos contráctiles de la célula de músculo liso

4. Unión intercelular (estrecha)
5. Colágeno
6. Cuerpos densos
7. Lámina basal
8. Núcleo de la célula de músculo liso

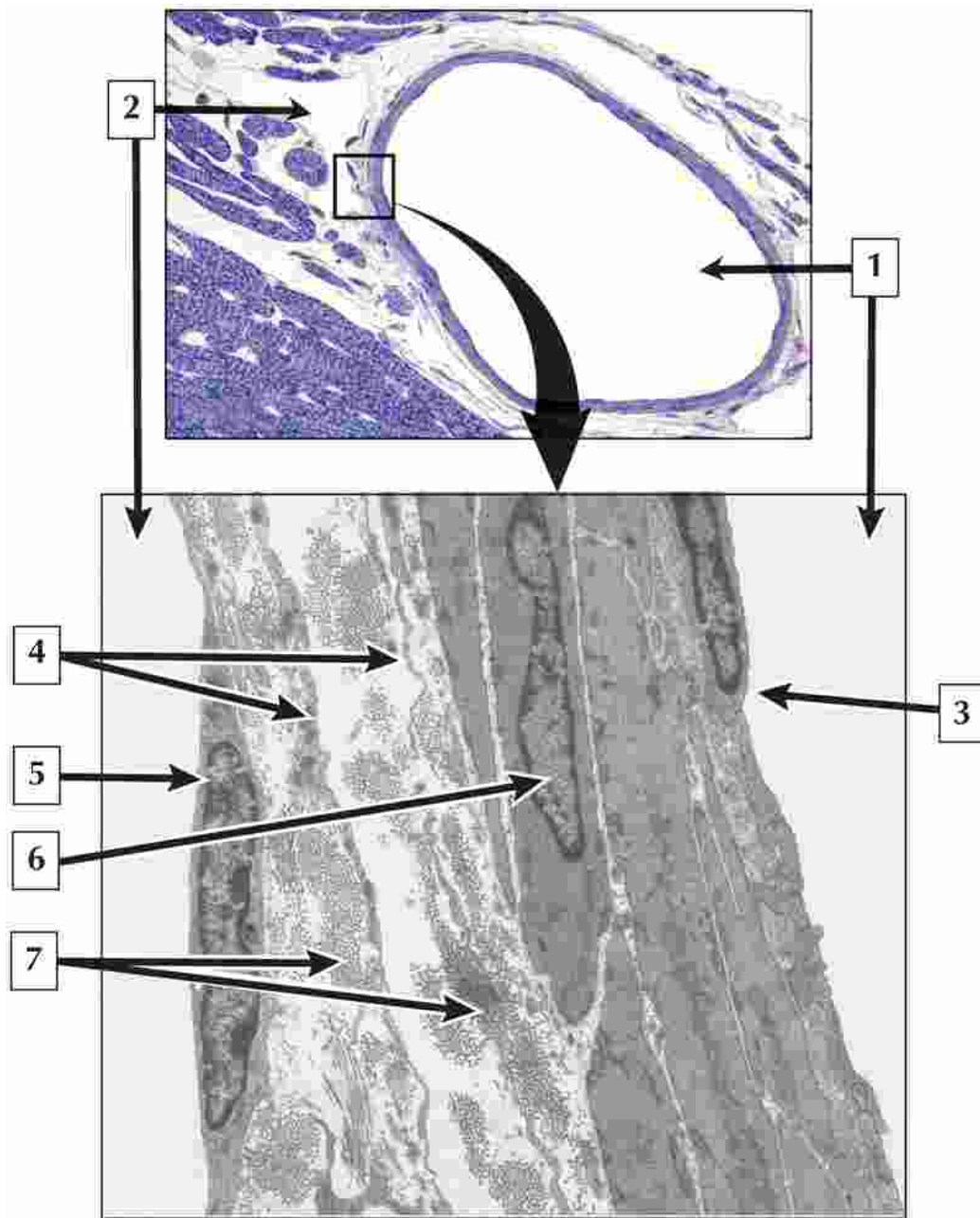
Comentario: Las arteriolas son vasos de resistencia capaces de constreñirse o dilatarse en respuesta a una serie de estímulos neurales y no neurales. Controlan la presión arterial sistémica gracias a la acción del músculo liso presente en su túnica media. La túnica íntima es similar a la de otros vasos sanguíneos y consiste en células endoteliales planas que descansan sobre una delgada lámina basal. Las células de músculo liso vascular se encuentran en todos los vasos sanguíneos a excepción de los capilares. Desempeñan dos funciones básicas en las paredes vasculares. Cuando se contraen, regulan el calibre de la luz, produciendo una vasoconstricción. Las células de músculo liso también producen el tejido elástico de las paredes arteriales, así como otros componentes del tejido conjuntivo de la matriz extracelular, como las fibras de colágeno y la sustancia fundamental.

Un **trombo**, o **coágulo de sangre**, puede reducir u obstruir por completo el flujo de sangre a través de un vaso sanguíneo. La presencia de **placas ateroscleróticas** en la túnica íntima del vaso sanguíneo puede desencadenar la formación de trombos.

Imagen al microscopio óptico de una arteriola e imagen al microscopio electrónico de la pared de una arteriola

Véase Netter. Histología esencial 8.11 y 8.13

8.6. Arteriola y vénula



1. Luz de la arteriola
2. Luz de la vénula
3. Célula endotelial de la arteriola
4. Prolongaciones del fibroblasto
5. Núcleo de la célula endotelial
6. Núcleo de la célula de músculo liso

7. Colágeno

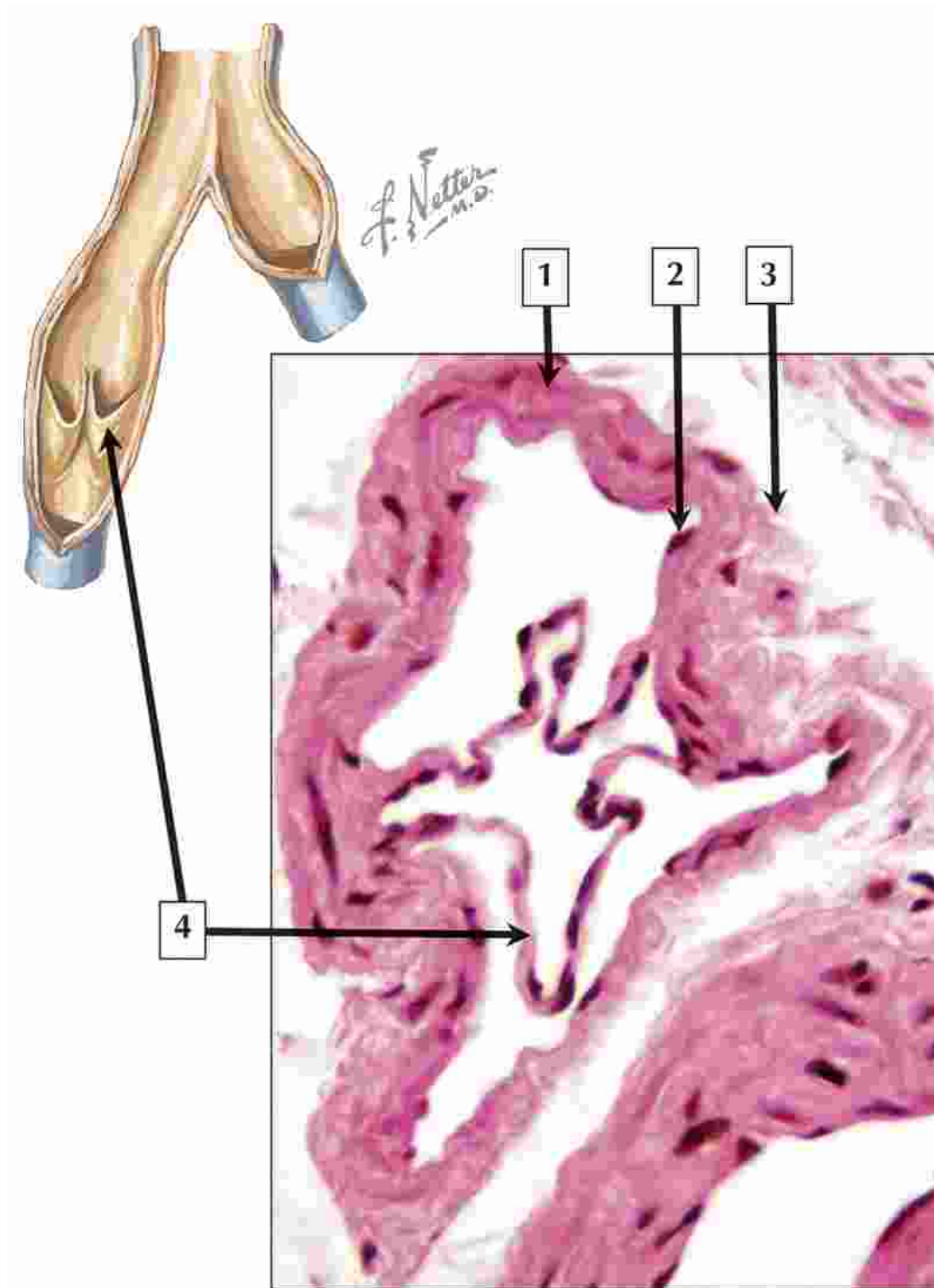
Comentario: Dado que las arteriolas y las vénulas van unidas, es frecuente obtener imágenes de ambas en un mismo corte. Los dos tipos de vasos están revestidos por un endotelio continuo, aunque el endotelio de las vénulas suele ser más laxo que el de las arteriolas. La pared de la vénula también es más delgada que la de la arteriola que la acompaña. Debido a las diferencias en la presión intraluminal, las vénulas aparecen colapsadas y con un contorno irregular, mientras que las arteriolas por lo general muestran un perfil circular debido al contenido relativamente elevado de elastina de sus paredes. El músculo liso es la característica distintiva de las arteriolas; consta de una o dos capas de células de músculo liso densamente agrupadas y dispuestas circularmente.

La **elevación crónica de la presión arterial**, o **hipertensión**, es una enfermedad que puede provocar hipertrofia cardíaca, aterosclerosis, infartos de miocardio o ictus. En la **hipertensión esencial**, las células de músculo liso vascular presentan un aumento de la actividad de la fosfolipasa C, una enzima efectora asociada a la membrana básica para el funcionamiento de los factores de crecimiento y la señalización que desemboca en vasoconstricción.

Imágenes al microscopio óptico y electrónico de una arteriola y una vénula cortada en sentido transversal

Véase Netter. Histología esencial 8.12

8.7. Vena de pequeño calibre



1. Túnica media
2. Endotelio
3. Túnica adventicia

4. Valva de una válvula venosa

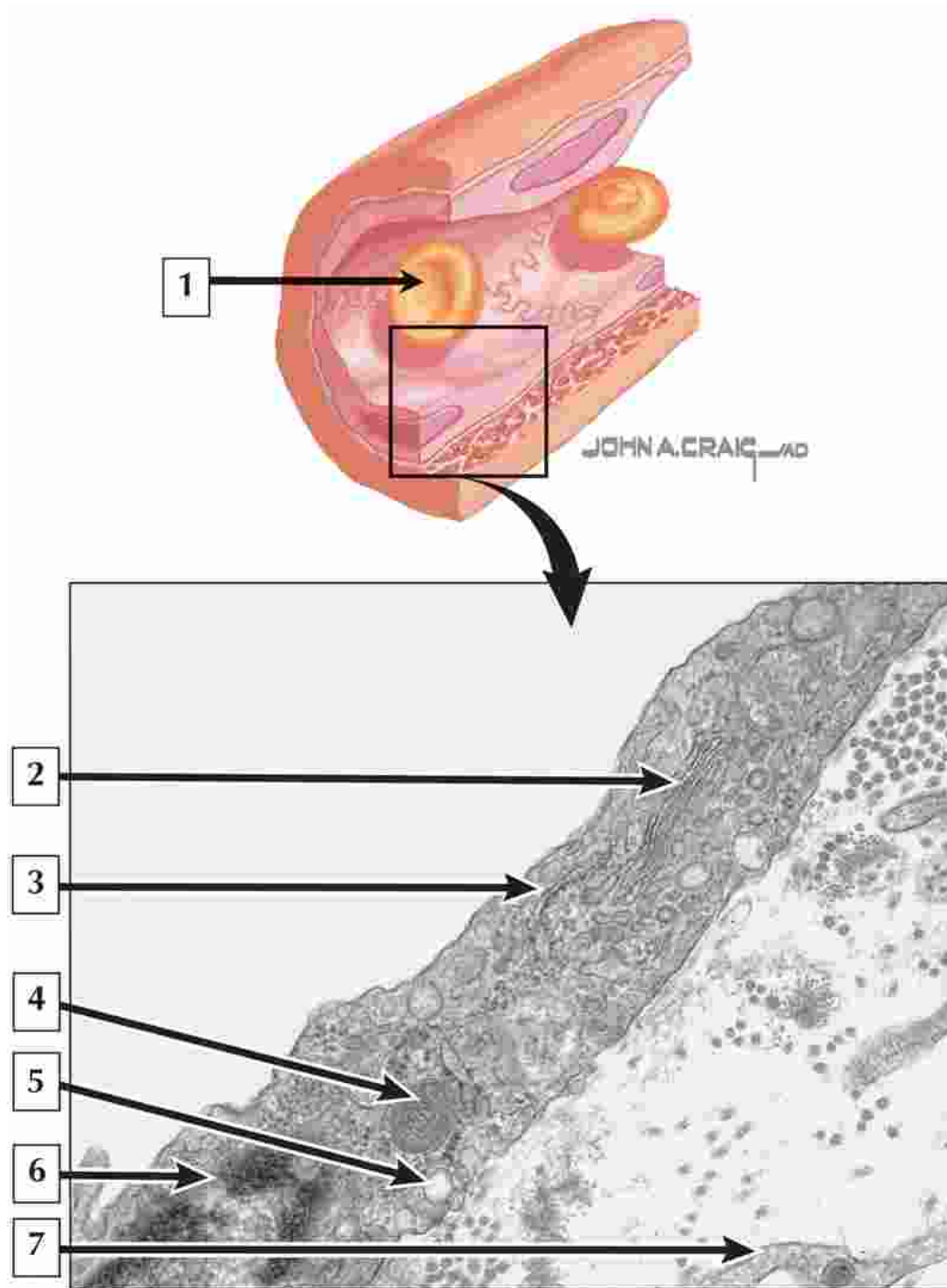
Comentario: Las válvulas son características de las venas de calibre pequeño y mediano, sobre todo de las extremidades inferiores. Previenen el reflujo de sangre durante el retorno al corazón en contra de la fuerza de la gravedad. Consisten en invaginaciones locales de la túnica íntima que forman unos pliegues semilunares que se proyectan hacia la luz en la dirección del flujo de la sangre. Las válvulas suelen aparecer por pares, formando valvas bicúspides, y es frecuente encontrarlas distales a los puntos donde las venas tributarias menores se unen para formar venas más grandes. Cada valva está cubierta externamente por un delgado endotelio que se continúa con el revestimiento del vaso, mientras que por dentro están reforzadas por un núcleo de tejido conjuntivo consistente en una mezcla de fibras de colágeno y elásticas.

Las **varices** son venas anormalmente dilatadas y tortuosas que se producen cuando las válvulas se debilitan y no desempeñan su función. Las más frecuentemente afectadas son las venas superficiales de las porciones superior e inferior de las piernas. Las varices también pueden aparecer en el esófago a consecuencia de una cirrosis hepática o en el plexo venoso hemorroidal, situado en la unión anorrectal.

Esquema de una válvula venosa e imagen al microscopio óptico de una vena de pequeño calibre y de su válvula cortada en sentido transversal

Véase Netter. Histología esencial 8.14

8.8. Endotelio



1. Eritrocito
2. Aparato de Golgi
3. Retículo endoplasmático rugoso
4. Mitocondria

5. Vesícula
6. Núcleo
7. Prolongación del fibroblasto

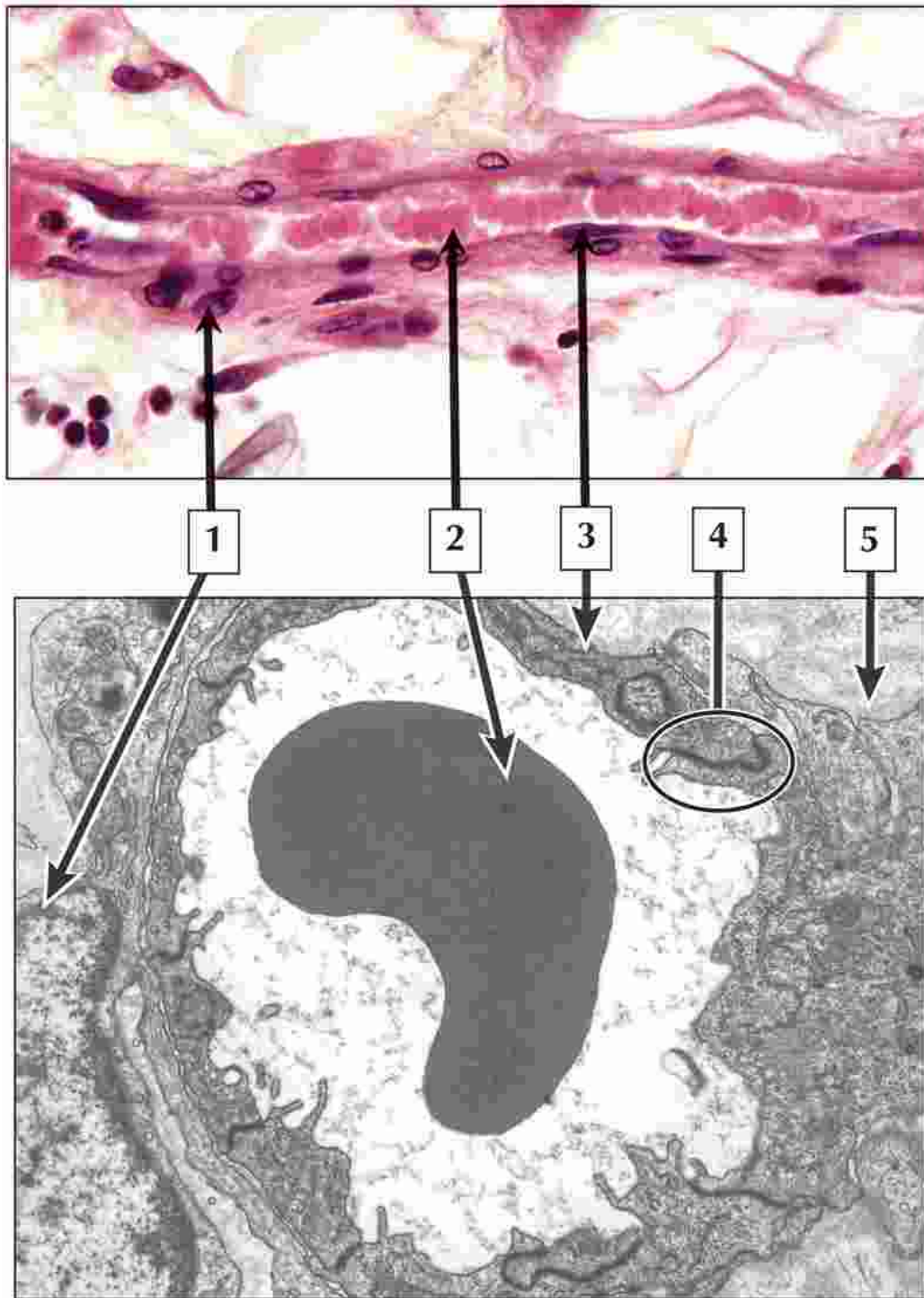
Comentario: El endotelio es un epitelio plano simple que reviste todo el aparato cardiovascular. Las células endoteliales actúan como una barrera de permeabilidad selectiva, regulan la hemostasia y desempeñan muchas funciones metabólicas y secretoras, como la secreción de prostaglandinas y la liberación de ácido nítrico, e intervienen activamente en la adhesión y la trans migración de los leucocitos. Estas células descansan sobre una delgada lámina basal secretada por ellas mismas que las separa de los tejidos circundantes. Al microscopio electrónico, su citoplasma contiene un pequeño aparato de Golgi, algunos ribosomas libres dispersos, unas pocas mitocondrias y escaso retículo endoplasmático rugoso. Son abundantes las vesículas recubiertas de membrana y las caveolas de 70-90 nm de diámetro.

Se ha identificado un defecto en el **sistema del óxido nítrico endotelial** en una serie de enfermedades cardiovasculares, sobre todo en la **hipertensión** y en la aparición de la **aterosclerosis**. El óxido nítrico gaseoso es una molécula bioactiva que tiene una importante función como mediador del tono dilatador vascular y de la presión arterial.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de parte de una célula endotelial vascular

Véase Netter. Histología esencial 8.15

8.9. Capilar continuo



1. Núcleo del pericito
2. Eritrocito
3. Célula endotelial

4. Unión intercelular (estrecha)
5. Lámina basal

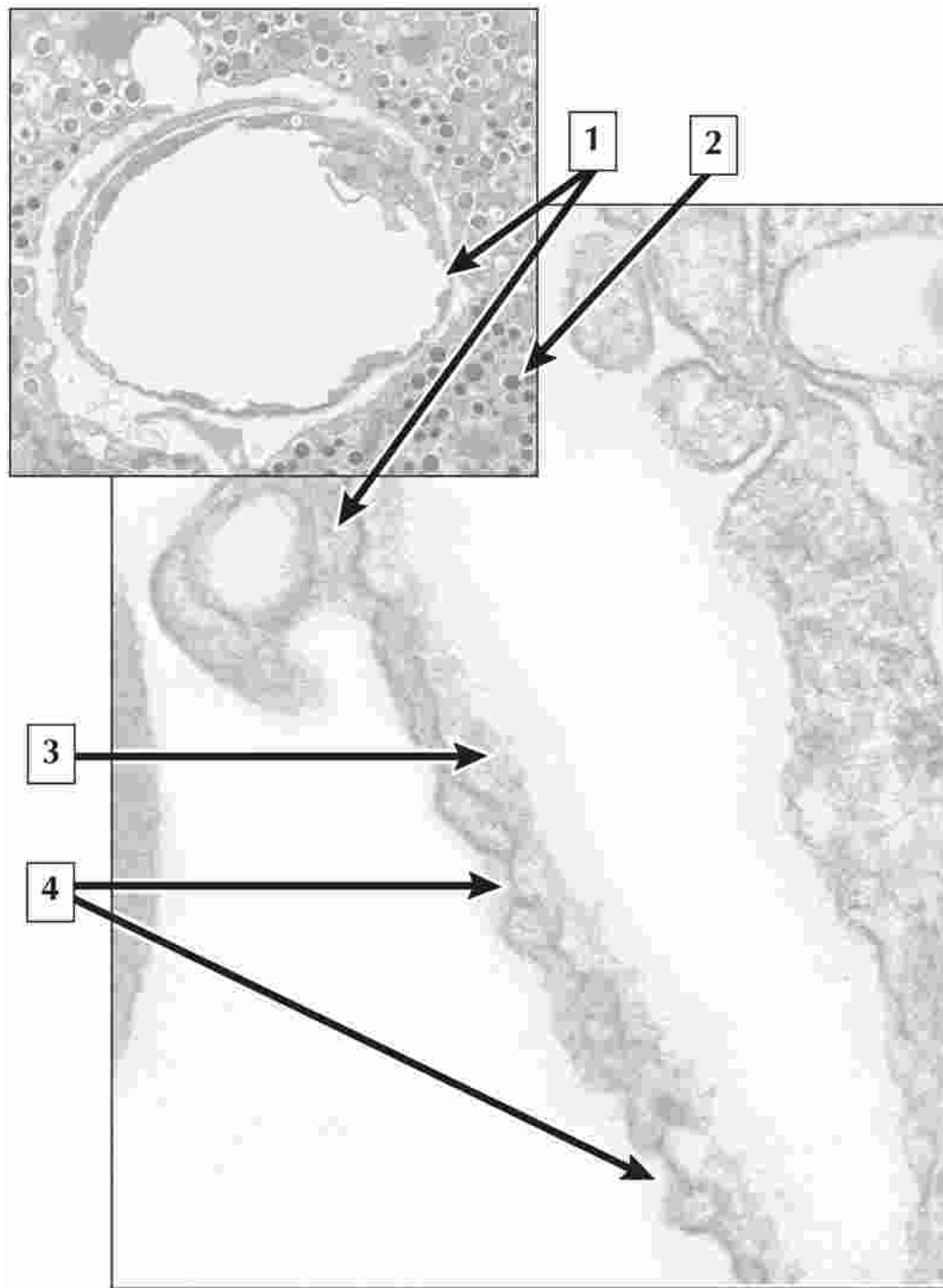
Comentario: Los capilares continuos, o impermeables, son el tipo más frecuente de capilar; se encuentran en los tejidos musculares y en regiones donde existe una barrera hematotísular, como la barrera hematoencefálica, la barrera sangre-aire en los pulmones y las barreras hematotímica, hematoocular y hematotesticular. Los capilares impermeables poseen un endotelio continuo que restringe selectivamente el paso indiscriminado de materiales desde la luz del capilar hasta los tejidos circundantes. Las células endoteliales de los capilares impermeables están conectadas por numerosas uniones estrechas, así como por desmosomas y uniones comunicantes. Aunque los lípidos y las moléculas liposolubles, incluidos los gases, pueden difundir libremente a través de la membrana de la célula endotelial, las moléculas hidrosolubles atraviesan la célula endotelial dentro de pequeñas vesículas transcitóticas esféricas.

Los **pericitos** y sus prolongaciones ramificadas rodean parcialmente los capilares. Estas **células madre pluripotenciales** derivadas del mesénquima son capaces de diferenciarse en células endoteliales, fibroblastos o células de músculo liso en las paredes de los capilares y de otros vasos sanguíneos, especialmente en respuesta a una lesión o cuando reciben el estímulo de factores del crecimiento.

Imagen al microscopio óptico de un capilar cortado longitudinalmente e imagen al microscopio electrónico de un capilar continuo del sistema nervioso central cortado transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 8.16 y 8.17

8.10. Capilar fenestrado



1. Endotelio
2. Gránulo secretor (gránulo denso)
3. Lámina basal
4. Aberturas

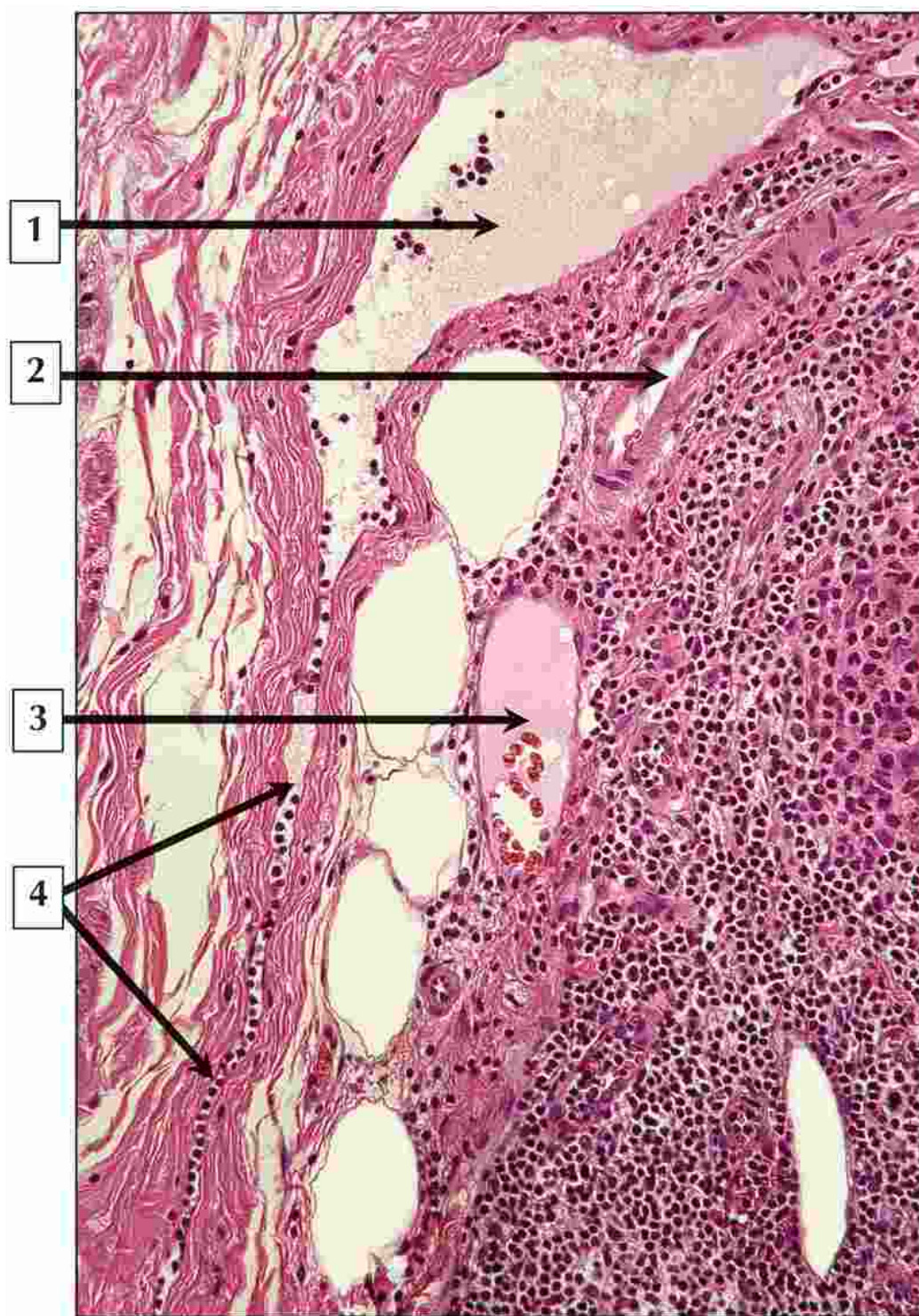
Comentario: Los capilares fenestrados son muy permeables, por lo que se encuentran en zonas que intervienen en el transporte de líquidos y la secreción de hormonas. Se localizan principalmente en la lámina propia de los intestinos, en los glomérulos de los corpúsculos renales, en el plexo coroideo del encéfalo, en la coriocapilar de los ojos y en todos los órganos endocrinos. Aunque sus células se asemejan a las de los capilares continuos en cuanto al contenido de vesículas transcitóticas y otros orgánulos citoplasmáticos, su endotelio es bastante delgado, pudiendo medir 0,1 μm o menos, y contiene numerosas aberturas (de 60-80 nm de diámetro), normalmente cubiertas por un delicado diafragma. Estas aberturas son importantes porque permiten la difusión rápida de líquido y moléculas grandes (p. ej., hormonas) desde las células secretoras hasta el torrente sanguíneo. Los capilares glomerulares del riñón carecen de diafragmas, pero están rodeados por una gruesa lámina basal.

La **glomerulopatía membranosa** es el **síndrome nefrótico** más frecuente entre los adultos de raza blanca; se caracteriza por proteinuria y una disminución de la filtración glomerular renal. Las características anatomopatológicas de esta enfermedad son la acumulación de inmunocomplejos y el engrosamiento de la membrana basal de las paredes de los capilares fenestrados glomerulares.

Imagen al microscopio electrónico de un capilar fenestrado en el páncreas endocrino visto a bajo y gran aumento

Véase Netter. Histología esencial 8.18

8.11. Vaso linfático



1. Vaso linfático
2. Arteriola

3. Vénula

4. Capilar linfático

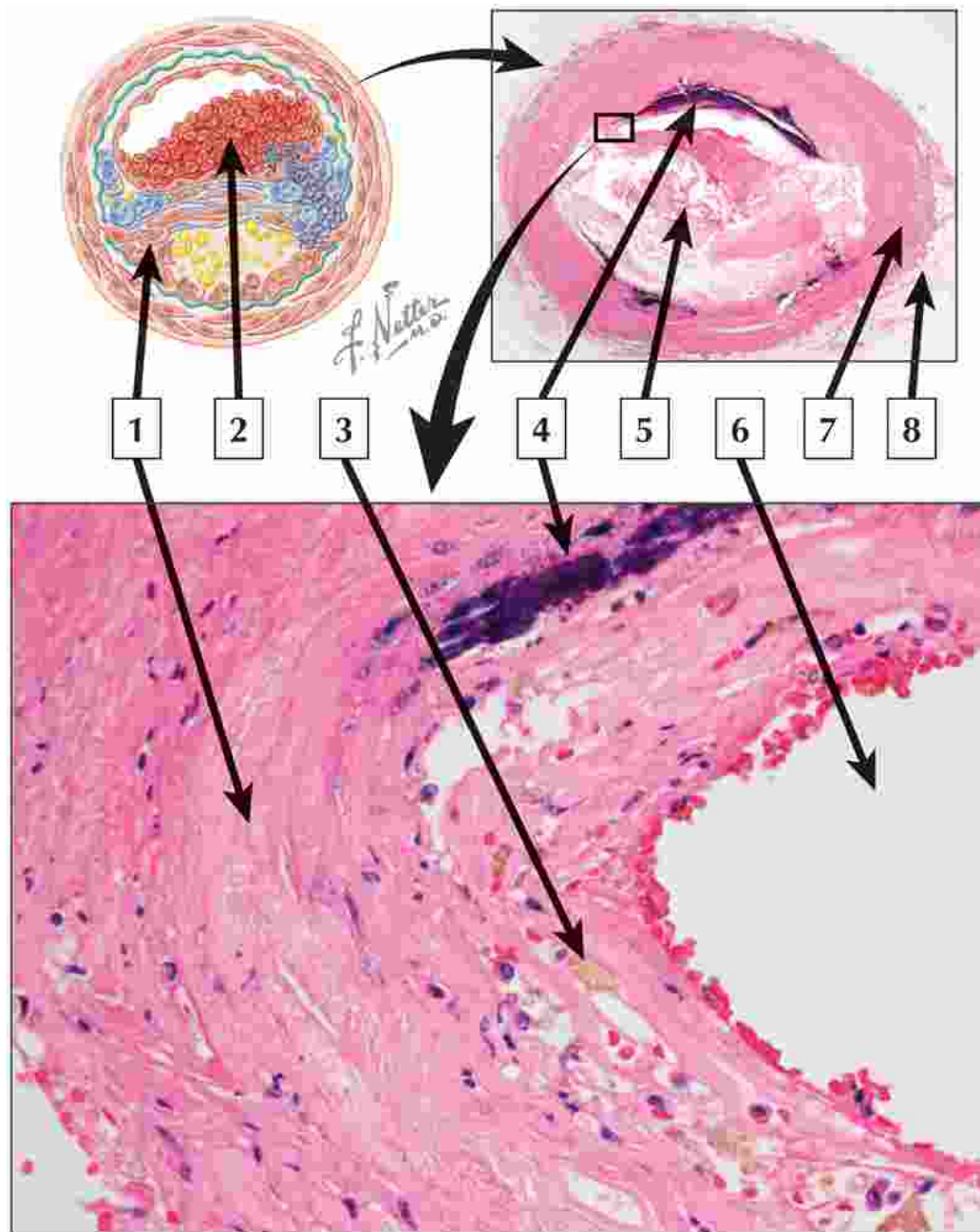
Comentario: Los capilares linfáticos son delicados conductos anastomosados. Comienzan siendo dilataciones ciegas (de 10-50 μm de ancho) y a menudo se encuentran cerca de los capilares sanguíneos. Constituyen un sistema de drenaje. Absorben la linfa, que es un exudado de la sangre rico en proteínas, así como electrolitos y agua de los capilares sanguíneos. Este líquido normalmente rellena los espacios extracelulares del tejido conjuntivo; parte del mismo se reabsorbe en el extremo venoso de los capilares sanguíneos. Sin embargo, el exceso de líquido, los linfocitos errantes y otras células son continuamente captados por los capilares linfáticos y, en último término, se devuelven a la circulación sistémica. Por tanto, intervienen en la homeostasis al regular la presión del líquido intersticial y mantener el volumen plasmático.

El **linfoedema** es un trastorno que consiste en la acumulación de un líquido rico en proteínas en los espacios intersticiales de los tejidos. Con frecuencia cursa con tumefacción de las extremidades y se debe al taponamiento de los vasos linfáticos. Estas complicaciones suelen aparecer tras la extirpación de ganglios linfáticos, intervenciones quirúrgicas de los vasos sanguíneos de las extremidades o radioterapia dirigida a los ganglios linfáticos para tratar un cáncer.

Imagen al microscopio óptico de un capilar linfático cortado en sentido longitudinal

Véase Netter. Histología esencial 8.20

8.12. Aterosclerosis



1. Túnica íntima engrosada
2. Trombo (coágulo)
3. Célula espumosa
4. Calcificación de la íntima
5. Núcleo necrótico con depósitos de colesterol
6. Luz de la arteria

- 7. Túnica media
- 8. Túnica adventicia

Comentario: La **aterosclerosis** es una forma de **arteriosclerosis**; consiste en el engrosamiento y endurecimiento de las arterias elásticas y musculares. La afectación de las arterias coronarias provoca **coronariopatía**, que puede producir **cardiopatía isquémica** e **infarto de miocardio** con riesgo vital. Uno de los principales factores de riesgo es la hipercolesterolemia: unas concentraciones circulantes elevadas de lipoproteínas de baja y muy baja densidad lesionan el endotelio arterial, dando lugar a la formación de placas ateroscleróticas. Estas placas inducen la inflamación de la íntima, acompañada de restos de grasa necrótica. Las células de músculo liso de la media también migran hacia los lugares donde la íntima se encuentra alterada y se convierten en **células espumosas** repletas de colesterol, que pueden desencadenar la formación de un trombo que obstruya la luz de las arterias afectadas.

Incidencia y tratamiento: Normalmente progresa sin producir síntomas durante años; las manifestaciones clínicas pueden aparecer gradual o repentinamente. El ejercicio físico, el control de la alimentación para tratar los síntomas de isquemia aguda y los tratamientos farmacológicos (p. ej., estatinas, betabloqueantes, antagonistas del calcio, nitratos, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, antiagregantes plaquetarios) son medidas importantes para controlar la enfermedad. Muchos pacientes también pueden beneficiarse de una angioplastia coronaria transluminal percutánea seguida de la implantación de una endoprótesis vascular farmacoactiva.

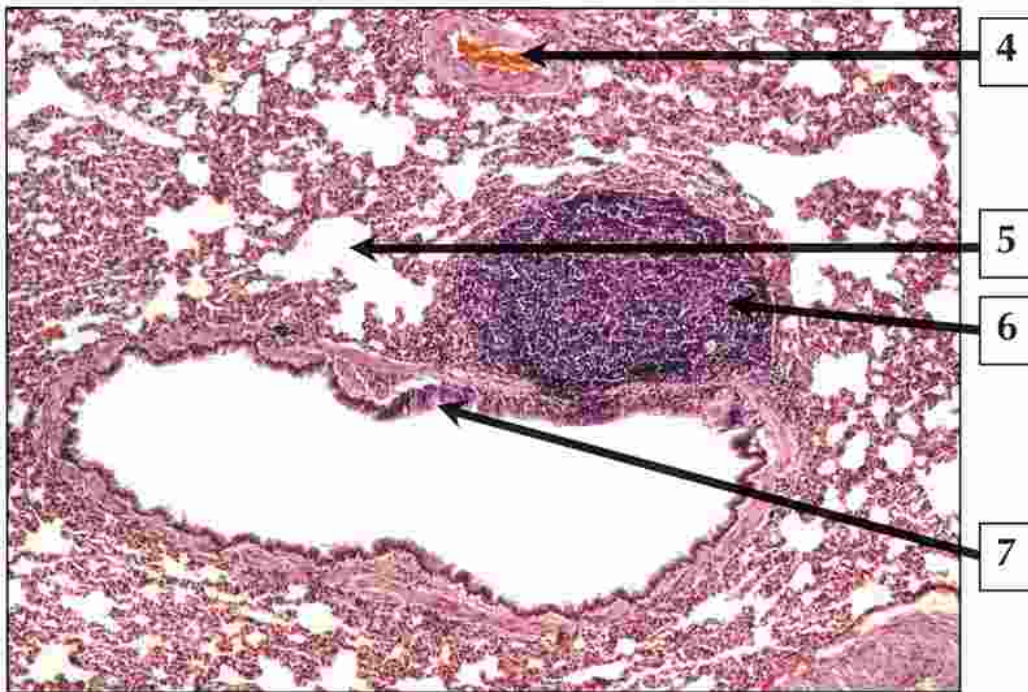
Esquema de la aterosclerosis en una arteria coronaria e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de una arteria coronaria aterosclerótica

Véase Netter. Histología esencial 8.22

9: Sistema linfático

- 9.1 Tejido linfoide
- 9.2 Vaso linfático
- 9.3 Ganglio linfático
- 9.4 Ganglio linfático
- 9.5 Vénula de endotelio alto
- 9.6 Amígdala
- 9.7 Timo
- 9.8 Bazo
- 9.9 Pulpa blanca
- 9.10 Pulpa roja
- 9.11 Linfoma de Hodgkin

9.1. Tejido linfoide



1. Epitelio intestinal
2. Lámina propia
3. Tejido linfático asociado a la mucosa intestinal

4. Vaso sanguíneo
5. Alveolo pulmonar
6. Tejido linfático asociado a la mucosa bronquial
7. Epitelio bronquiolar

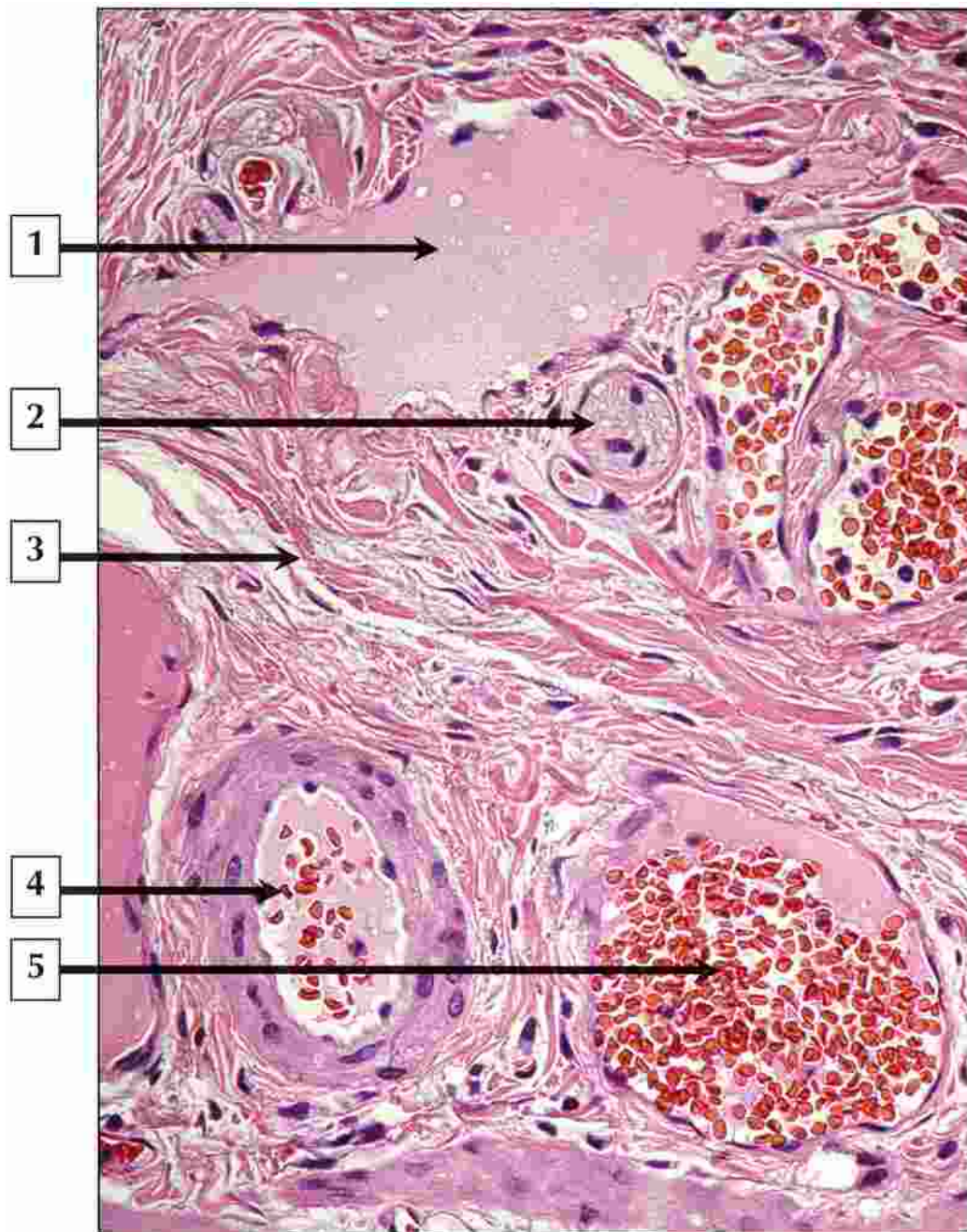
Comentario: El sistema linfático (o inmunitario) protege al organismo de los efectos potencialmente dañinos provocados por microorganismos patógenos, sustancias extrañas, agentes infecciosos (p. ej., bacterias y virus) y células anómalas. Consta de los tejidos y órganos linfáticos, constituidos principalmente por acumulaciones de linfocitos y otras células del sistema fagocítico mononuclear. Las acumulaciones subepiteliales difusas de linfocitos son las más ubicuas y se encuentran por todo el aparato digestivo, respiratorio y urogenital en forma de tejido linfático asociado a mucosas. En estas y otras localizaciones también pueden encontrarse *nódulos* (o *folículos*) *linfoides*, que consisten en agrupaciones esféricas y más densas de linfocitos.

La **rubeola** es una enfermedad contagiosa causada por el virus de la rubeola que accede al aparato respiratorio y al tejido linfoide asociado. Afecta sobre todo a niños y adultos jóvenes. Su manifestación más característica es un exantema maculopapular eritematoso acompañado de fiebre y adenopatías.

Imágenes al microscopio óptico del apéndice y de un bronquiolo pulmonar

Véase Netter. Histología esencial 9.1 y 9.3

9.2. Vaso linfático



1. Vaso linfático
2. Fascículo nervioso
3. Tejido conjuntivo
4. Arteriola
5. Vénula

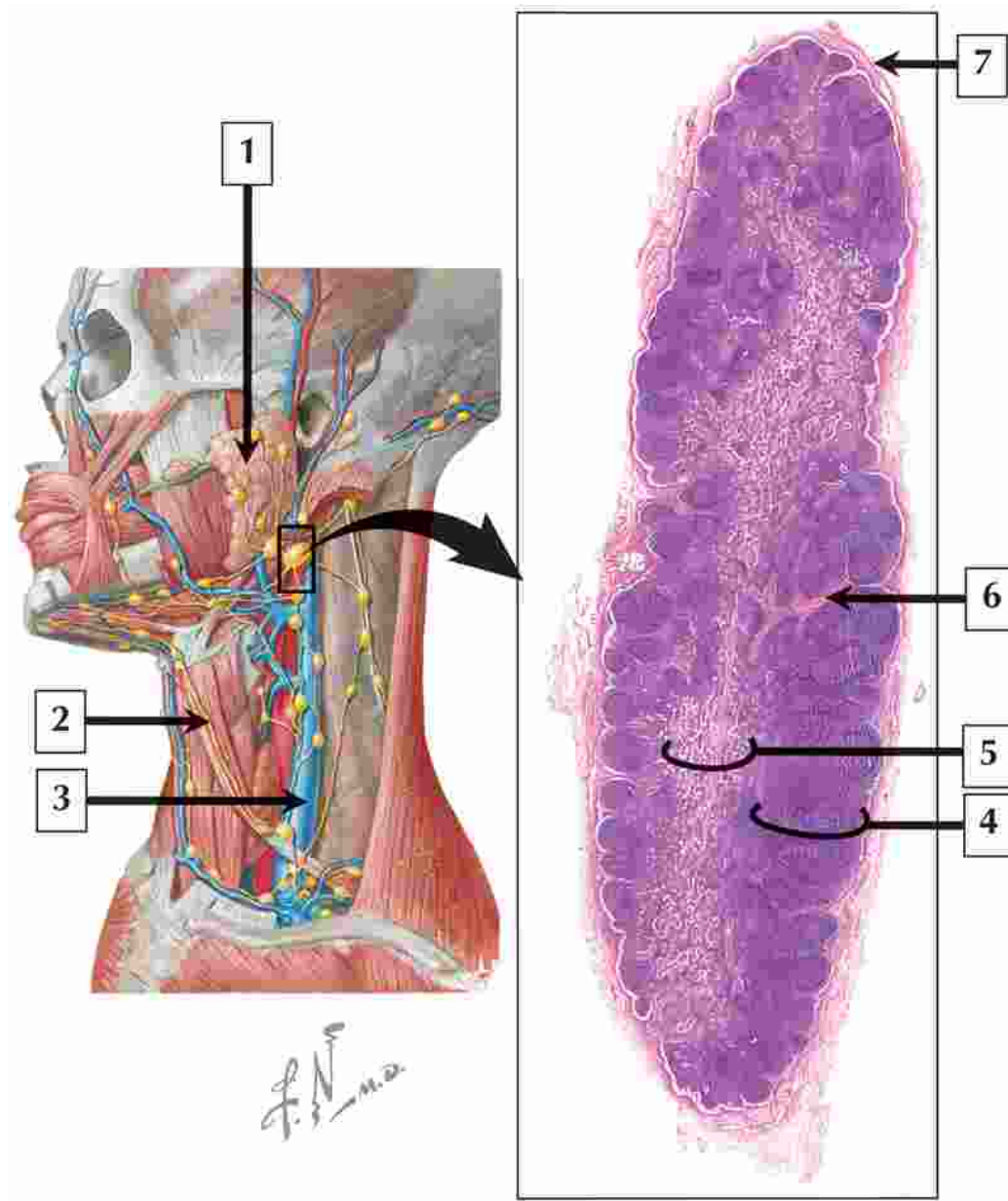
Comentario: Las células del sistema linfático se encuentran en los tejidos conjuntivos de todo el cuerpo y pueden desplazarse a través de la sangre o de los vasos linfáticos, la parte del sistema circulatorio encargada de drenar la linfa. Al microscopio óptico tienen un aspecto similar al de los capilares y las venas. Los vasos linfáticos presentan una amplia distribución en muchas regiones del organismo, pero no en todas. Se originan como conductos ciegos en los espacios del tejido conjuntivo y forman capilares linfáticos de pared delgada (100 μm de diámetro) que se anastomosan, formando vasos de mayor calibre. Los capilares linfáticos se parecen a los capilares sanguíneos, pero carecen de lámina basal. Las células endoteliales están conectadas por pequeños filamentos de anclaje a las fibras de colágeno adyacentes, lo que impide que los vasos se colapsen. Los capilares linfáticos son más abundantes en el tejido conjuntivo de la piel (dermis), bajo las mucosas de los aparatos respiratorio, digestivo y urogenital, y en los espacios del tejido conjuntivo hepático.

El **linfoedema congénito** es una deficiencia innata de los vasos linfáticos (normalmente en las extremidades inferiores) que provoca la acumulación de linfa en los espacios intersticiales de los tejidos. Cuando el volumen de linfa supera la capacidad de drenaje de los vasos, se produce una tumefacción del tejido.

Imagen al microscopio óptico de un vaso linfático, una arteriola, una vénula y un fascículo nervioso cortados en sentido transversal

Véase Netter. Histología esencial 9.2

9.3. Ganglio linfático



1. Glándula parótida
2. Vaso linfático
3. Vena yugular interna
4. Corteza
5. Médula
6. Trabécula
7. Cápsula

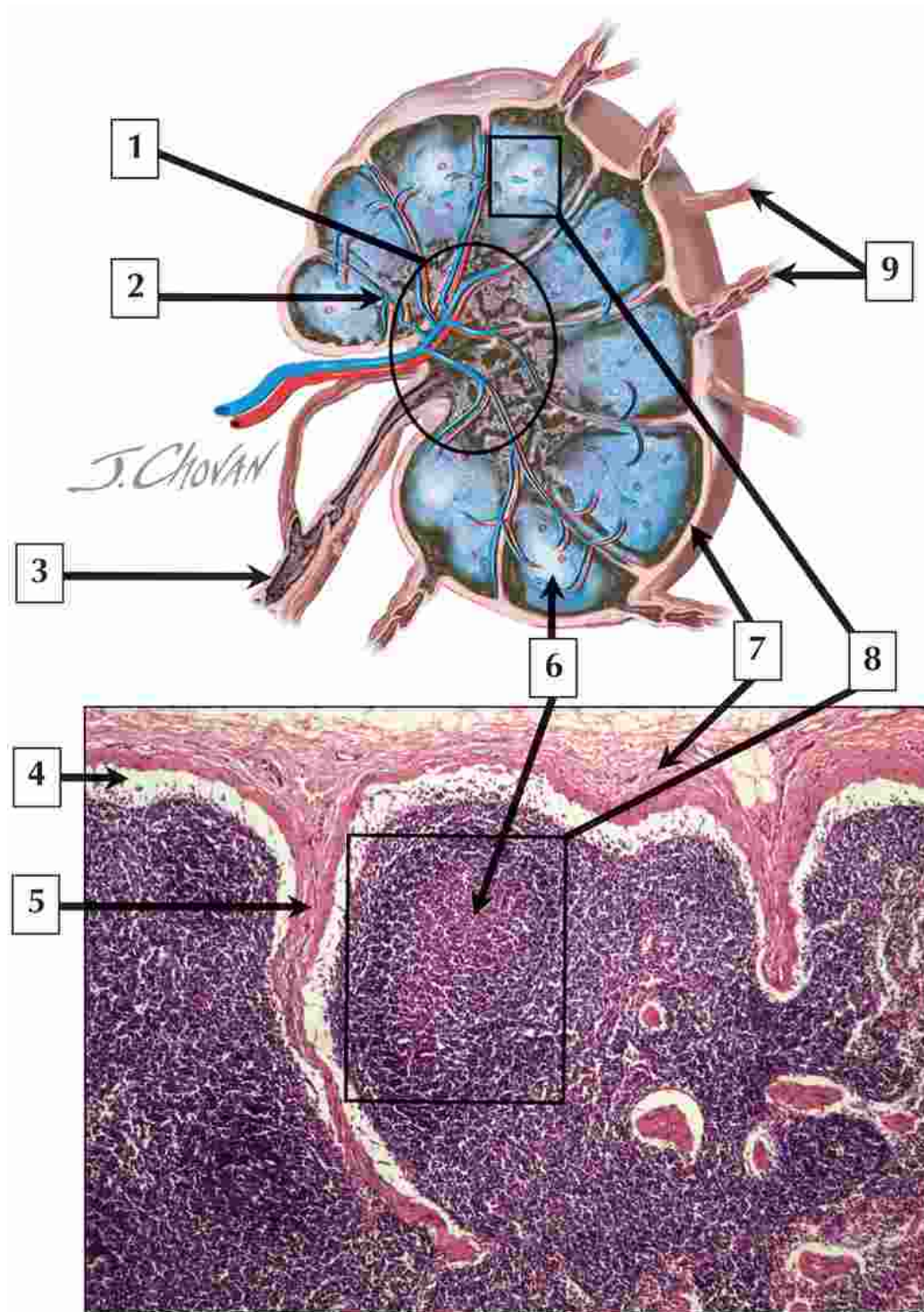
Comentario: Los ganglios linfáticos son órganos linfoides arriñonados de 2-20 mm de diámetro; en el cuerpo hay entre 500 y 600 ganglios linfáticos. Se encuentran junto a los vasos linfáticos y la linfa se filtra a través de ellos. Se localizan en regiones estratégicas como el cuello, la ingle, los mesenterios, las axilas y el abdomen, formando frecuentemente cadenas o grupos. Las principales funciones de los ganglios linfáticos son la filtración de la linfa antes de devolverla al conducto torácico, la producción de linfocitos que se añaden a la linfa, la síntesis de anticuerpos (básicamente inmunoglobulina G) y la recirculación de linfocitos mediante devolución selectiva de la sangre a la linfa a través de las paredes de las especializadas vénulas poscapilares.

Una **adenopatía** es un aumento de tamaño anómalo de los ganglios linfáticos. Puede deberse a un aumento de la cantidad de linfocitos y macrófagos en el interior del ganglio durante la estimulación antigénica causada por una **infección bacteriana** o **vírica**. También puede deberse a **metástasis**, en las que las **células tumorales neoplásicas** se extienden desde el foco tumoral inicial hasta localizaciones situadas a distancia.

Esquema de los ganglios y vasos linfáticos e imagen al microscopio óptico de un ganglio linfático

Véase Netter. Histología esencial 9.4

9.4. Ganglio linfático



1. Médula
2. Paracorteza
3. Vaso linfático eferente

4. Seno subcapsular
5. Trabécula
6. Centro germinal
7. Cápsula
8. Folículo linfoide en la corteza
9. Vasos linfáticos aferentes

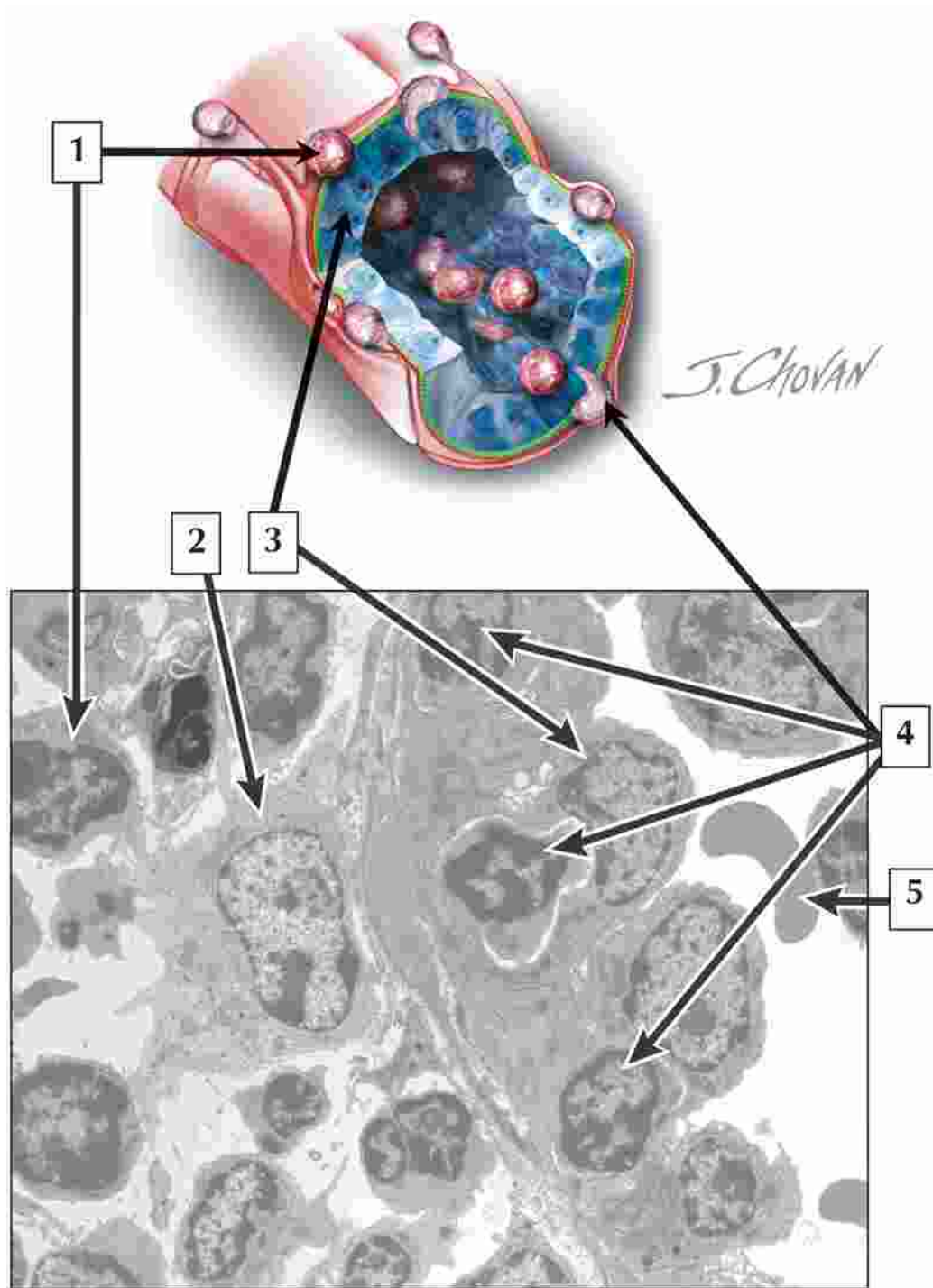
Comentario: Los ganglios linfáticos contienen acumulaciones de linfocitos organizados en una corteza externa, una paracorteza y una médula interna. La corteza densamente teñida se encuentra justo por debajo de la cápsula y consta de folículos linfoides. Los linfocitos B ocupan los folículos linfoides de la corteza, mientras que los linfocitos T se encuentran en la paracorteza o región dependiente del timo. Cada ganglio está recubierto por una cápsula externa de tejido conjuntivo fibroso denso que se fusiona con los tejidos y la grasa circundantes. La cápsula irradia hacia el interior de los ganglios unos delicados tabiques con colágeno, llamados *trabéculas*. Los vasos linfáticos aferentes se fusionan con la cápsula y drenan su contenido al espacio subcapsular; la linfa se filtra a través de los senos y pasa a la médula, donde es recogida por el vaso eferente.

Los **linfomas** son neoplasias malignas localizadas de linfocitos que a menudo forman tumores sólidos y que afectan principalmente a los ganglios linfáticos. El **linfoma de Hodgkin** es uno de los principales tipos de linfoma y se distingue por la presencia de **células de Reed-Sternberg** en los ganglios linfáticos.

Esquema de un ganglio linfático e imagen al microscopio óptico de la corteza de un ganglio linfático

Véase Netter. Histología esencial 9.4 y 9.5

9.5. Vénula de endotelio alto



1. Linfocito
2. Célula plasmática
3. Célula endotelial alta

4. Linfocitos en la pared de la vénula
5. Eritrocito

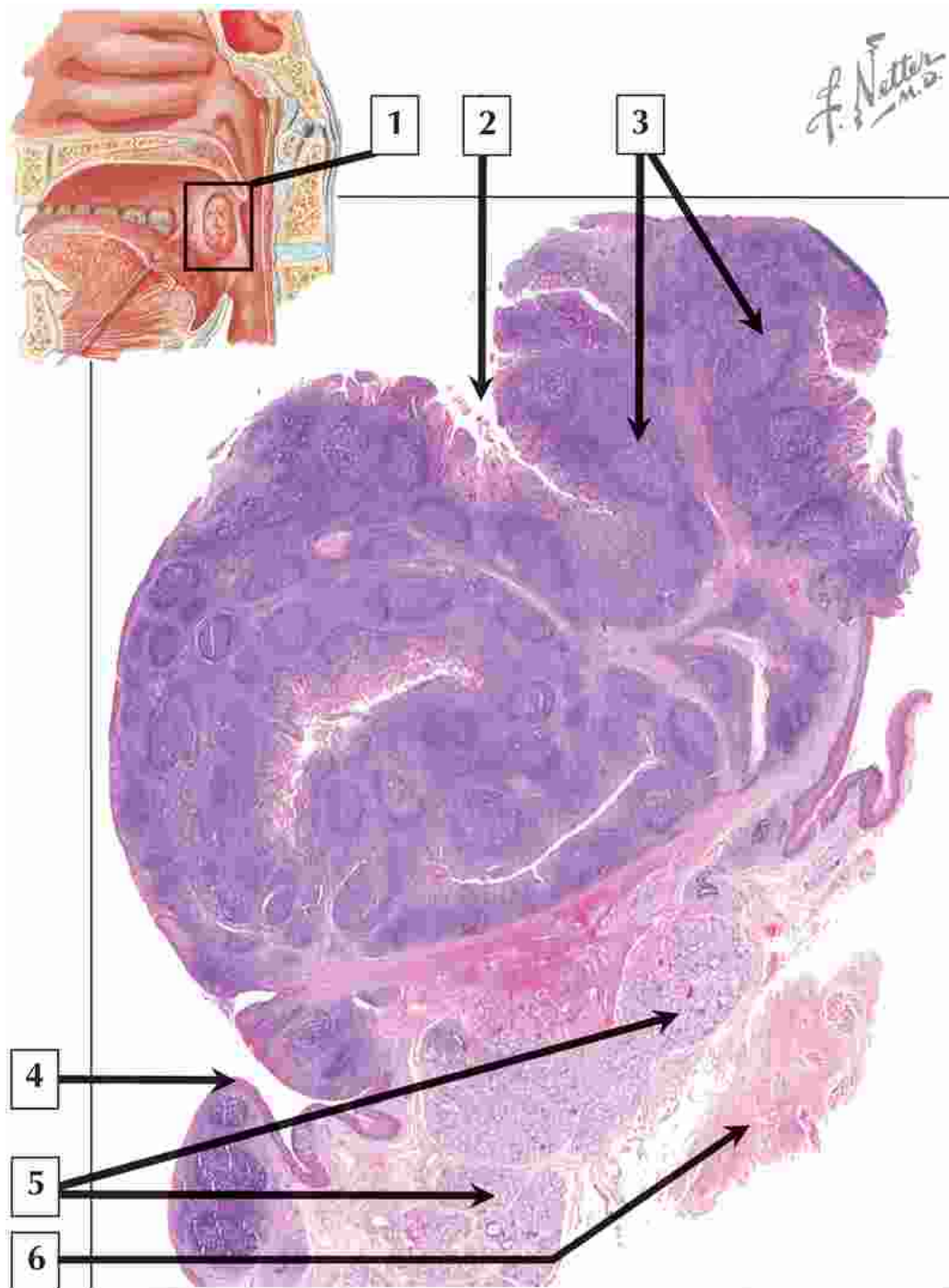
Comentario: Los linfocitos son intrínsecamente móviles, por lo que pueden abandonar el torrente sanguíneo y migrar preferentemente a través de las paredes de unos vasos sanguíneos especializados llamados *vénulas de endotelio alto* (VEA). Estos vasos se localizan en la zona paracortical del ganglio linfático. Tienen un diámetro de 30-50 μm y están especializados para facilitar el paso por diapédesis selectiva de linfocitos B y T desde la sangre hasta las áreas perivasculares. Las células endoteliales de las VEA poseen moléculas de adhesión celular que facilitan una trans migración sumamente específica de los linfocitos T y B. Los linfocitos se introducen entre las células endoteliales adyacentes de las VEA y atraviesan la membrana basal subyacente. Tras acceder al parénquima linfoide circundante, los linfocitos T suelen quedarse en la paracorteza, mientras que los linfocitos B migran hasta los folículos linfoides.

El **virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)** es un retrovirus de ARN capaz de infectar los linfocitos T CD4^+ colaboradores y los macrófagos que expresan el marcador de superficie CD4. La infección por el VIH es una enfermedad crónica que puede causar una amplia variedad de manifestaciones clínicas, desde el estado de portador asintomático hasta el **síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA)**.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de una vénula de endotelio alto en un ganglio linfático

Véase Netter. Histología esencial 9.7

9.6. Amígdala



1. Amígdala palatina
2. Cripta amigdalina
3. Folículos linfoides
4. Epitelio de superficie

5. Glándula mucosa
6. Tejido conjuntivo

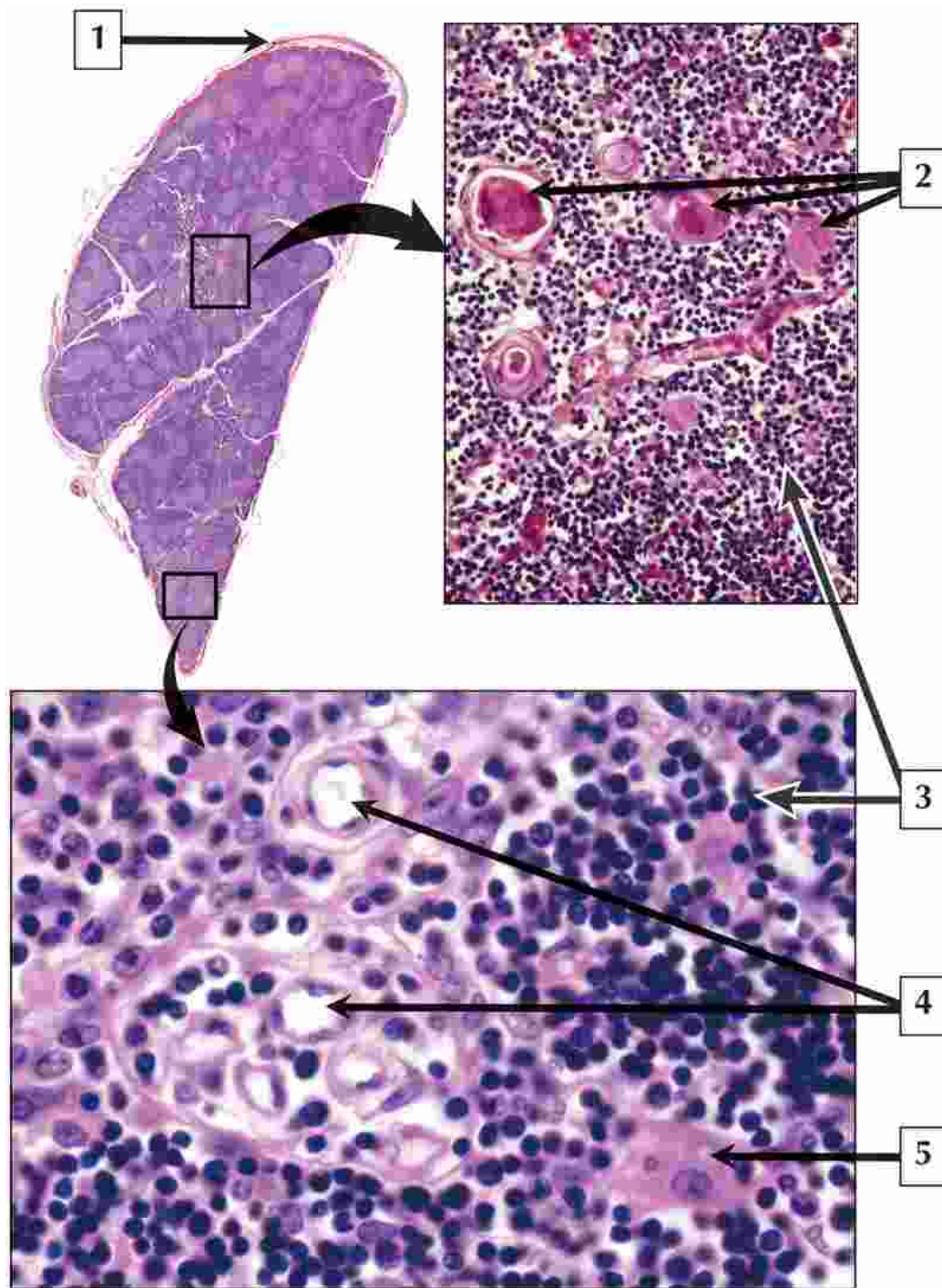
Comentario: Las amígdalas son acúmulos diferenciados de folículos linfoides situados bajo el epitelio de revestimiento de los puntos de entrada al tubo digestivo y al aparato respiratorio. Pueden distinguirse a simple vista como tres masas independientes. En la pared de la orofaringe se sitúan un par de amígdalas palatinas. En la base de la lengua hay dos amígdalas linguales, y en la parte posterior de la nasofaringe se encuentra una amígdala faríngea. En conjunto, estas amígdalas forman un importante anillo de tejido linfoide situado estratégicamente llamado *anillo de Waldeyer*. Las amígdalas son estructuras parcialmente encapsuladas que carecen de vasos linfáticos aferentes pero que están drenadas por vasos linfáticos eferentes.

La **amigdalitis**, o inflamación de las amígdalas, es especialmente común en los niños y a menudo acompaña a una faringitis. Puede deberse a una **infección bacteriana**, como la causada por estreptococos, o a una **infección vírica**, como la causada por el **virus de Epstein-Barr**.

Esquema de la cavidad oral y la faringe e imagen al microscopio óptico a bajo aumento de la amígdala palatina

Véase Netter. Histología esencial 9.8

9.7. Timo



1. Cápsula
2. Corpúsculos de Hassall
3. Linfocitos
4. Capilares

5. Célula reticular epitelial

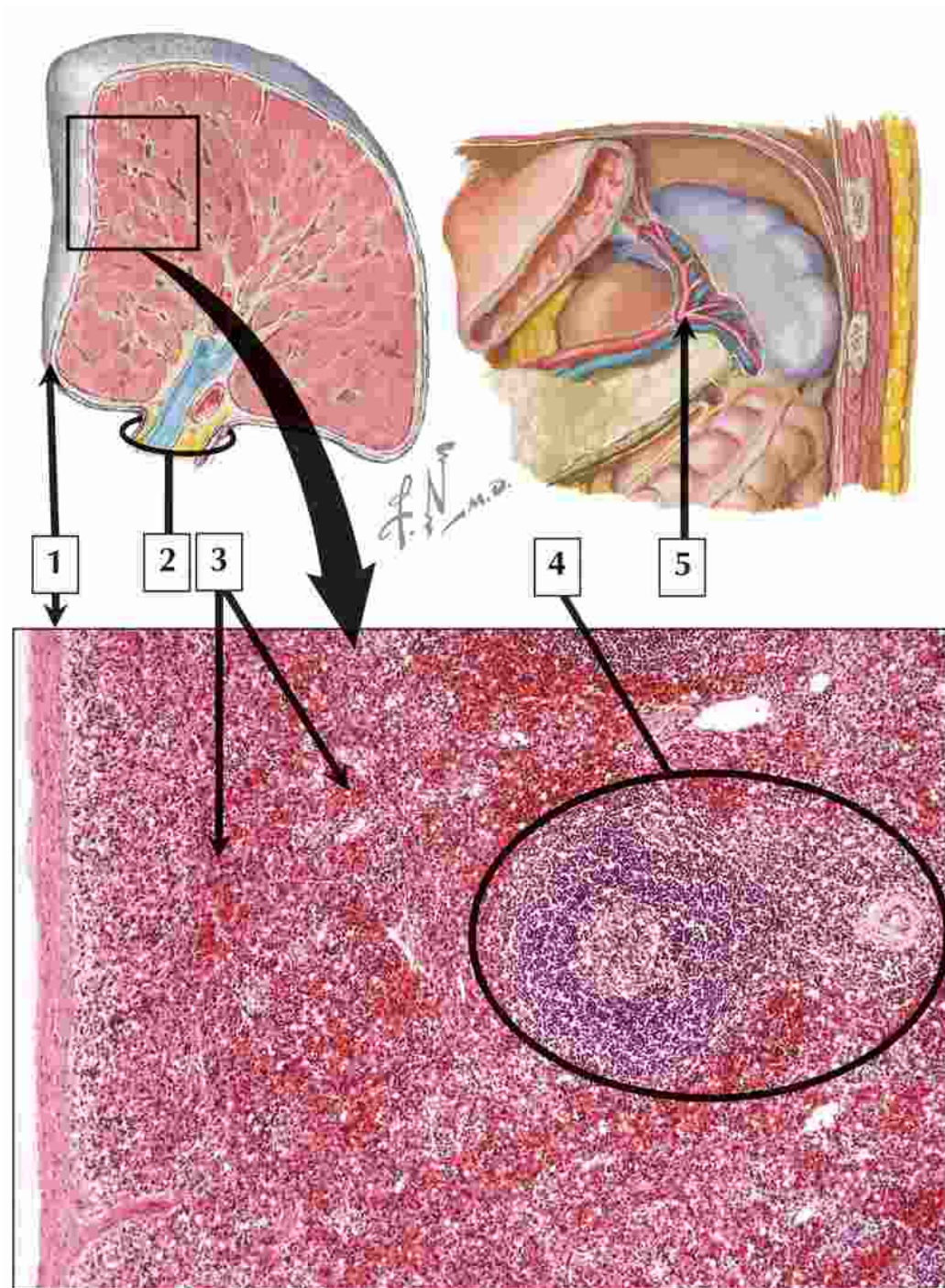
Comentario: La glándula tímica es un órgano linfoide primario aplanado y bilobulado situado en el mediastino anterior del tórax, por detrás de la porción superior del esternón. Pesa entre 12 y 15 g al nacer y alcanza su tamaño máximo con 30-40 g, durante la pubertad. Después de la pubertad involuciona (se atrofia) y su parénquima linfoide es lentamente sustituido por tejido adiposo. Durante el desarrollo fetal, los linfocitos inmaduros de la médula ósea de origen mesenquimatoso migran entre las células reticulares epiteliales localizadas en la corteza externa del timo para convertirse en prelinfocitos T, que conforman el parénquima del timo. La corteza contiene principalmente linfocitos pequeños agrupados de una manera tan densa y uniforme que a menudo ocultan las células reticulares epiteliales. La principal función del timo consiste en la maduración de los linfocitos T antígeno-independientes.

El **síndrome de DiGeorge**, también conocido como **aplasia del timo**, es un raro trastorno congénito causado por un inadecuado desarrollo del timo. El síndrome se debe a un defecto en el cromosoma 22, y la deficiencia selectiva de linfocitos T da lugar a **inmunodeficiencia** con **repetidas infecciones oportunistas**.

Imagen al microscopio óptico (MO) a bajo aumento del timo e imagen al MO a gran aumento de la médula y la corteza

Véase Netter. Histología esencial 9.10, 9.11 y 9.13

9.8. Bazo



1. Cápsula
2. Hilio
3. Pulpa roja
4. Pulpa blanca

5. Arteria esplénica

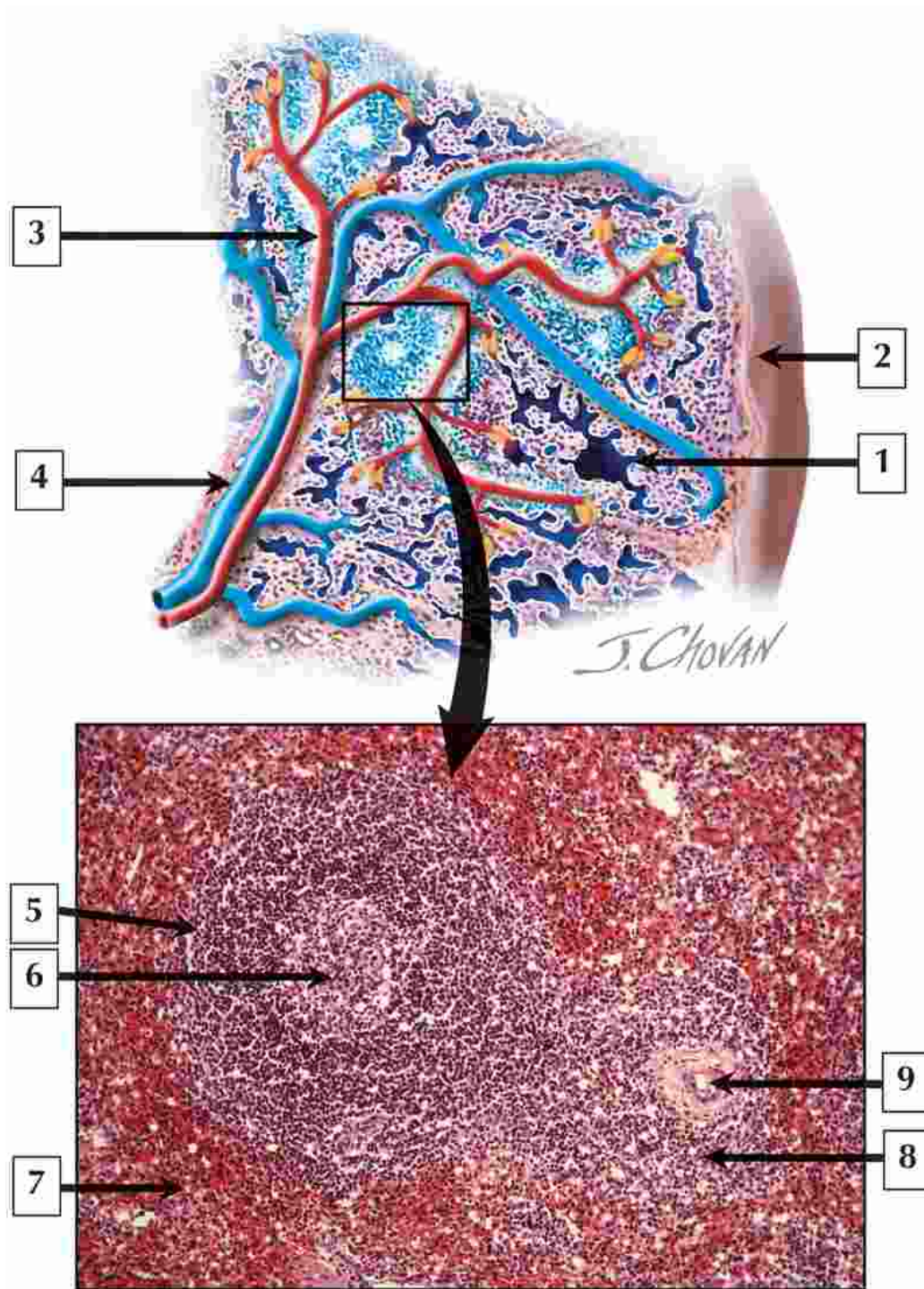
Comentario: El bazo se encuentra en el hipocondrio izquierdo, detrás del estómago y justo por debajo del diafragma. Es el órgano linfoide más grande en el adulto; tiene el tamaño de un puño y pesa entre 180 y 250 g. En la superficie medial se encuentra el hilio, por donde entran la arteria y los nervios esplénicos y salen la vena y los vasos linfáticos esplénicos. El bazo es el principal lugar de almacenamiento de monocitos y macrófagos, y contiene cerca del 25% del total de linfocitos y almacena aproximadamente un tercio de las plaquetas del organismo. El órgano filtra la sangre eliminando las partículas, los gérmenes infecciosos y los eritrocitos y plaquetas viejos o defectuosos. Recicla el hierro a partir de los eritrocitos envejecidos. Estas funciones las realizan básicamente los macrófagos. El bazo también es un órgano linfoide secundario; los linfocitos responden a los antígenos transportados por la sangre e inician una reacción inmunitaria con la consiguiente activación de los linfocitos T y B.

La **esplenomegalia**, o aumento anómalo del tamaño del bazo, puede deberse a muchos problemas clínicos. Una causa habitual es la **hipertensión portal** secundaria a la **cirrosis** hepática. El bazo de los pacientes afectados está moderadamente agrandado, con un peso de 300-800 g, y la cápsula se vuelve gruesa y fibrótica.

Esquema e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del bazo

Véase Netter. Histología esencial 9.14 y 9.15

9.9. Pulpa blanca



1. Seno venoso
2. Cápsula
3. Arteria trabecular

4. Vena trabecular
5. Folículo linfoide secundario
6. Centro germinal
7. Pulpa roja
8. Vaina linfoide periarteriolar
9. Arteriola central

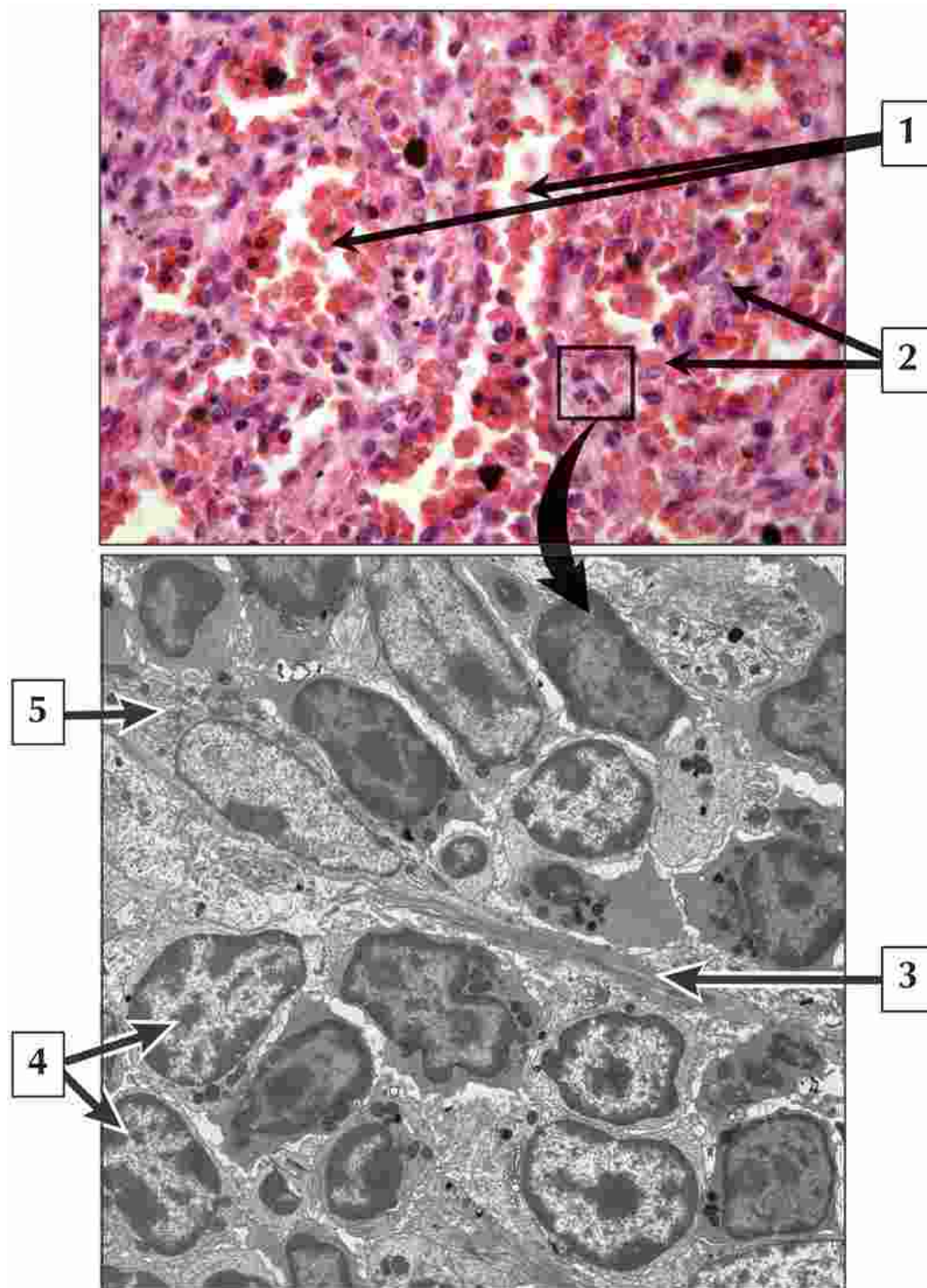
Comentario: El bazo está cubierto por una cápsula externa de tejido conjuntivo denso irregular que irradia trabéculas hacia el interior del órgano. A diferencia de otros órganos linfoides, el bazo carece de corteza y médula. Está formado por la pulpa blanca y la pulpa roja, que deben su nombre al color que presentan en fresco. La pulpa blanca consta de islotes blanco-grisáceos de tejido linfoide, la mayoría de ellos dispuestos en torno a una arteriola central para formar las vainas linfoides periarteriolas (VLP). Asociados a las VLP se observan algunos folículos linfoides con centros germinales que parecen desplazar las arteriolas hacia la periferia.

La **esplenectomía**, o extirpación del bazo, se emplea como tratamiento de algunos trastornos crónicos o como intervención urgente ante una rotura traumática del bazo. Por lo general, la esplenectomía realizada en adultos no tiene consecuencias clínicas, pero en los niños aumenta la incidencia y la gravedad de las infecciones.

Esquema de la circulación esplénica e imagen al microscopio óptico de la pulpa blanca del bazo

Véase Netter. Histología esencial 9.15 y 9.16

9.10. Pulpa roja



1. Senos venosos
2. Cordones esplénicos
3. Fibras reticulares

4. Linfocitos
5. Célula reticular

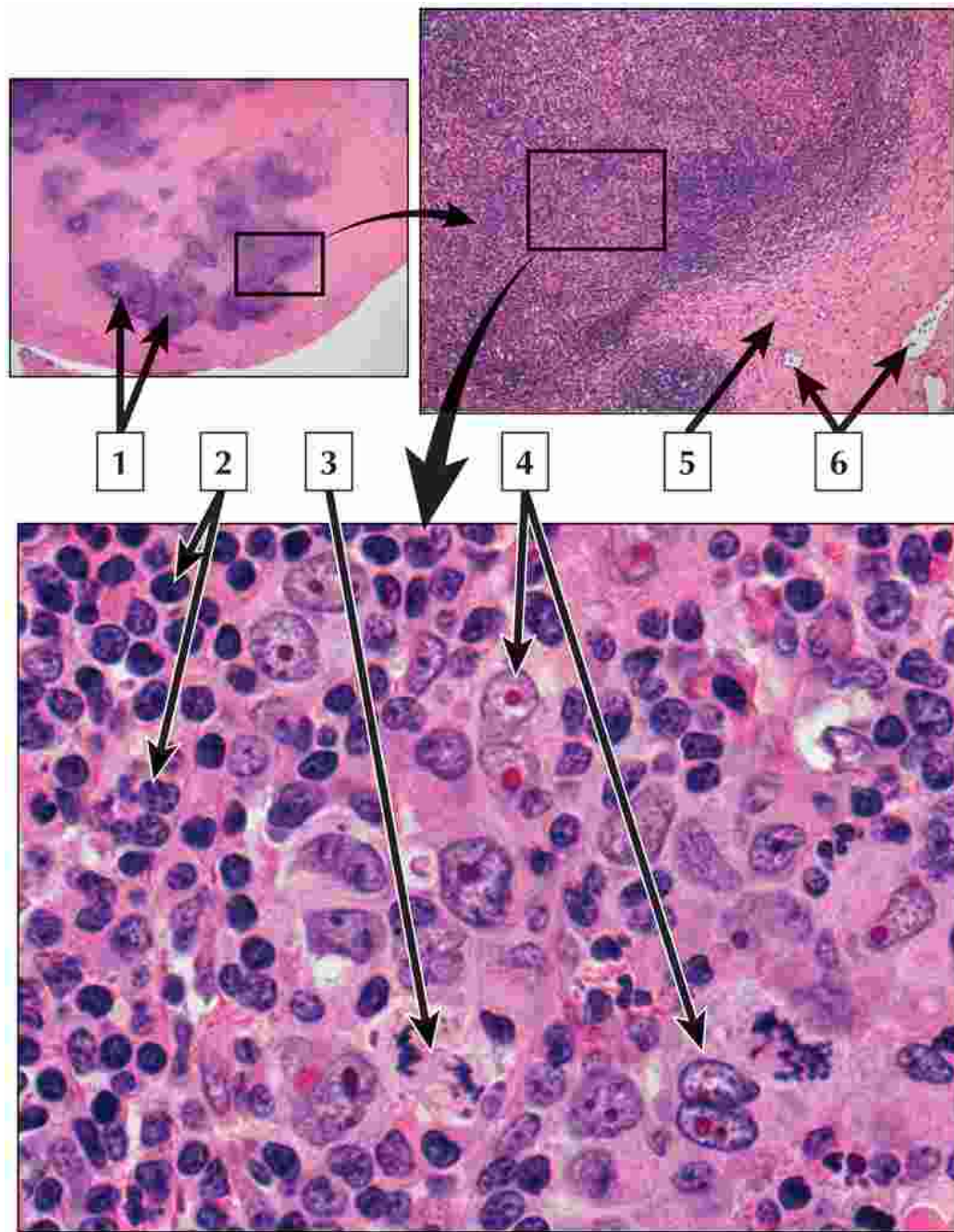
Comentario: La pulpa roja constituye la mayor parte del bazo y su color se debe básicamente a la abundancia de eritrocitos. Se localiza alrededor de la pulpa blanca y consiste en numerosos sinusoides venosos de pared delgada entre los que se encuentran los cordones esplénicos (de Billroth). El término *cordones esplénicos* es confuso, ya que se trata de espacios laberínticos entre los sinusoides que contienen un armazón de fibras reticulares. Estos espacios están ocupados por numerosas células fijas o migratorias (células reticulares, linfocitos, células plasmáticas, macrófagos y todos los elementos formes de la sangre circulante) densamente agrupadas. Los sinusoides venosos conforman una red tortuosa de vasos de paredes delgadas con luces irregulares. Su diámetro varía entre 30 y 50 μm y cuentan con una estructura única por su alto grado de permeabilidad. Están constituidos por células endoteliales fusiformes orientadas longitudinalmente.

Al inicio del desarrollo fetal, el bazo actúa temporalmente como órgano **hematopoyético**. Esta función es posteriormente adoptada por el hígado y después por la médula ósea. Sin embargo, en casos graves de **anemia** o **trastornos mieloproliferativos** en niños y adultos, el bazo puede producir nuevas células sanguíneas; esta situación recibe el nombre de **hematopoyesis extramedular** (que tiene lugar fuera de la médula ósea).

Imagen al microscopio óptico de la pulpa roja del bazo e imagen al microscopio electrónico de un cordón esplénico

Véase Netter. Histología esencial 9.17

9.11. Linfoma de Hodgkin



1. Tejado linfoide
2. Linfocitos
3. Mitosis
4. Células de Reed-Sternberg
5. Fibrosis

6. Vasos linfáticos

Comentario: El **linfoma de Hodgkin** afecta principalmente a los **ganglios linfáticos**; se origina a partir de la transformación maligna de los **linfocitos B** de los centros germinales. El estudio microscópico de las muestras de biopsia revela una alteración parcial o completa de la arquitectura del ganglio linfático por parte de grandes células malignas conocidas como **células de Reed-Sternberg**, dispersas en un infiltrado de células reactivas compuesto por linfocitos, células plasmáticas y eosinófilos en proporciones variables. Este patrón histológico genera un aspecto apolillado típico del ganglio afectado. Las células de Reed-Sternberg tienen una morfología única: poseen un núcleo bilobulado o multilobulado con múltiples nucleolos eosinófilos que a menudo recuerdan a los ojos de un búho. Mediante técnicas inmunohistoquímicas, estas células presentan un inmunofenotipo inusual, son positivas para CD30 y CD15 y en alrededor del 50% de los casos están infectadas por el virus de Epstein-Barr.

Incidencia y tratamiento: La enfermedad aparece más frecuentemente en adultos jóvenes (15-35 años) y en personas mayores de 50 años. El tratamiento se basa sobre todo en la estadificación tumoral, la cual también ayuda a establecer el pronóstico. Con una combinación de **quimioterapia** y **radioterapia** suele obtenerse una tasa de curación de un 85% o más de los casos.

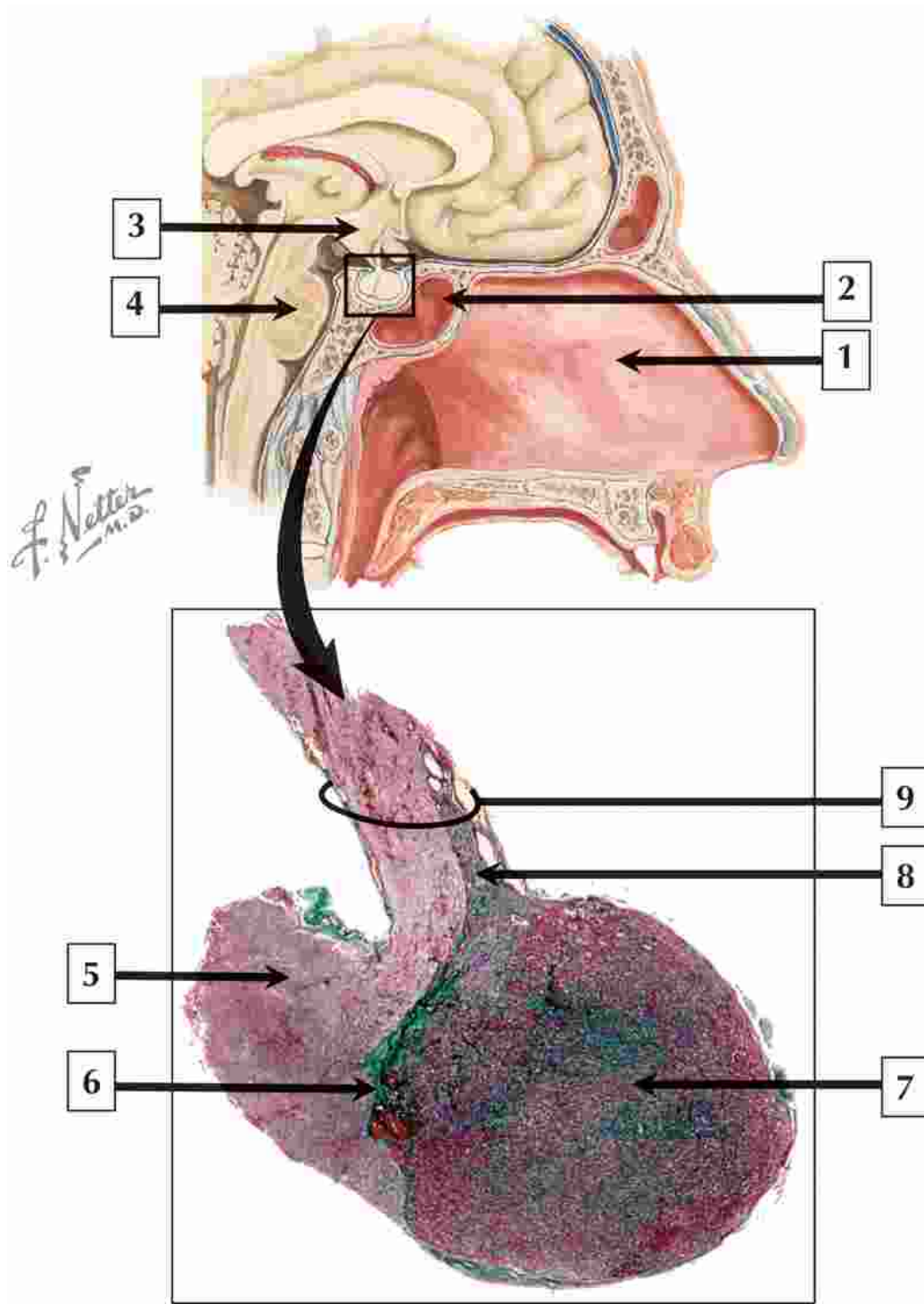
Imagen al microscopio óptico a bajo, medio y gran aumento de parte de un ganglio linfático en un caso de linfoma de Hodgkin

Véase Netter. Histología esencial 9.18

10: Sistema endocrino

- 10.1 Hipófisis
- 10.2 Lóbulo intermedio de la hipófisis
- 10.3 Lóbulo anterior de la hipófisis
- 10.4 Lóbulo posterior de la hipófisis
- 10.5 Tiroides
- 10.6 Paratiroides
- 10.7 Glándula suprarrenal
- 10.8 Glándula suprarrenal
- 10.9 Espongocito
- 10.10 Páncreas
- 10.11 Islote de Langerhans
- 10.12 Glándula pineal
- 10.13 Bocio multinodular

10.1. Hipófisis



1. Tabique nasal
2. Seno esfenoidal
3. Hipotálamo

4. Tronco del encéfalo (protuberancia)
5. Lóbulo posterior
6. Lóbulo intermedio
7. Lóbulo anterior
8. Parte tuberal
9. Tallo hipofisario (infundíbulo)

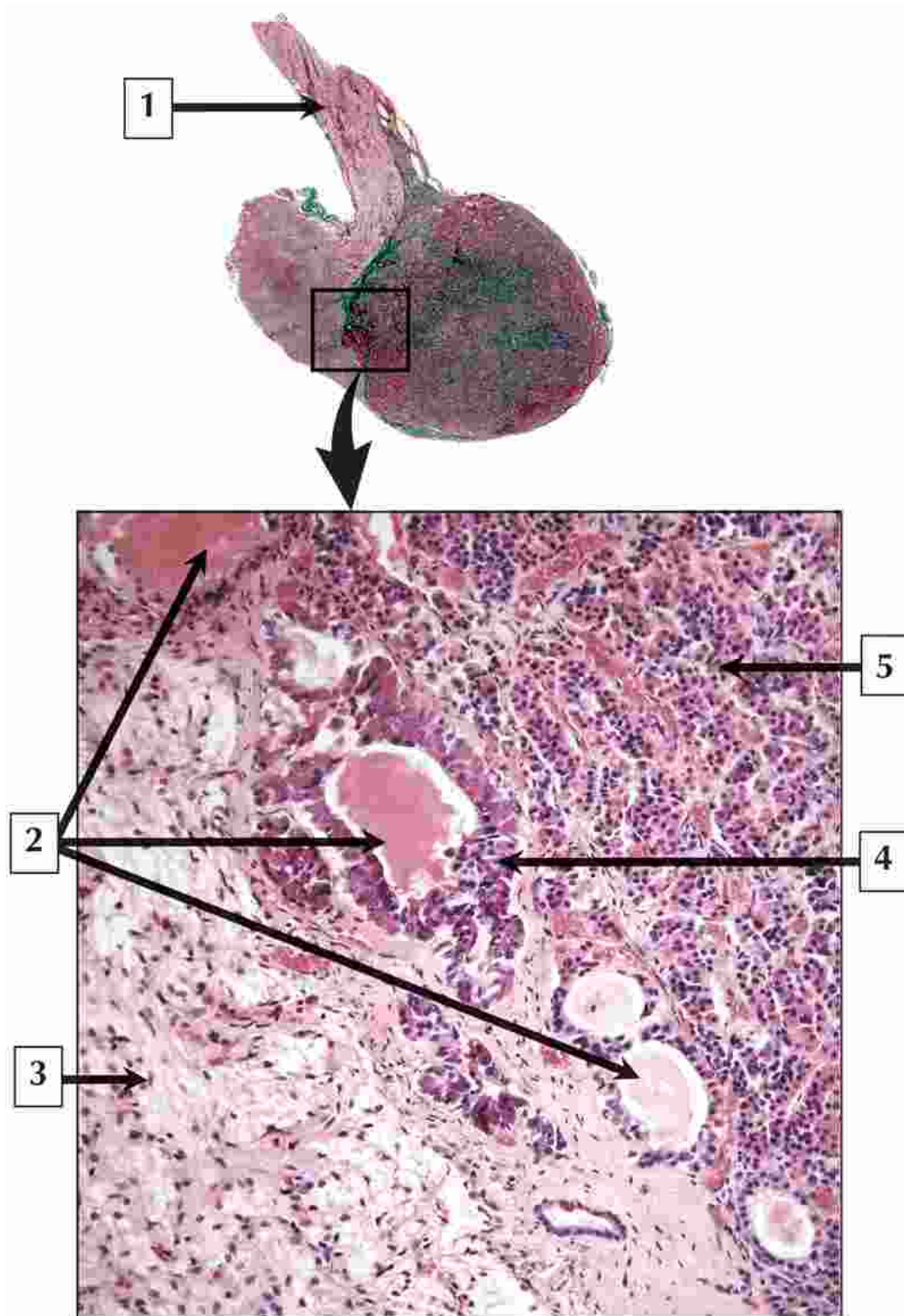
Comentario: La hipófisis a menudo se considera la glándula endocrina «maestra» porque las hormonas que secreta controlan de forma directa o indirecta el crecimiento, la diferenciación y las funciones de muchos tejidos y órganos del cuerpo. Tiene forma de guisante o uva aplanada, pesa entre 500 y 900 mg en el adulto y descansa sobre la *silla turca*, una depresión en la línea media del hueso esfenoides. Está conectada con el hipotálamo por el tallo hipofisario o infundíbulo. En general, la hipófisis se divide en una porción anterior y otra posterior, que derivan del ectodermo oral y neural, respectivamente.

Los **tumores hipofisarios** pueden ser **adenomas** secretores o no secretores. Un tipo de adenoma secretor causa **acromegalia** en adultos y **gigantismo** en niños. Se debe a un exceso de producción de hormona del crecimiento. Otro tipo de adenoma provoca la **enfermedad de Cushing** (un exceso de corticotropina) que da lugar a una producción excesiva de cortisol por parte de las glándulas suprarrenales.

Esquema de la anatomía y las relaciones de la hipófisis e imagen general al microscopio óptico de la hipófisis (tinción tricrómica de Masson)

Véase Netter. Histología esencial 10.2 y 10.4

10.2. Lóbulo intermedio de la hipófisis



1. Tallo hipofisario (infundíbulo)
2. Quistes con coloide (quistes de Rathke)

3. Lóbulo posterior
4. Lóbulo intermedio
5. Lóbulo anterior

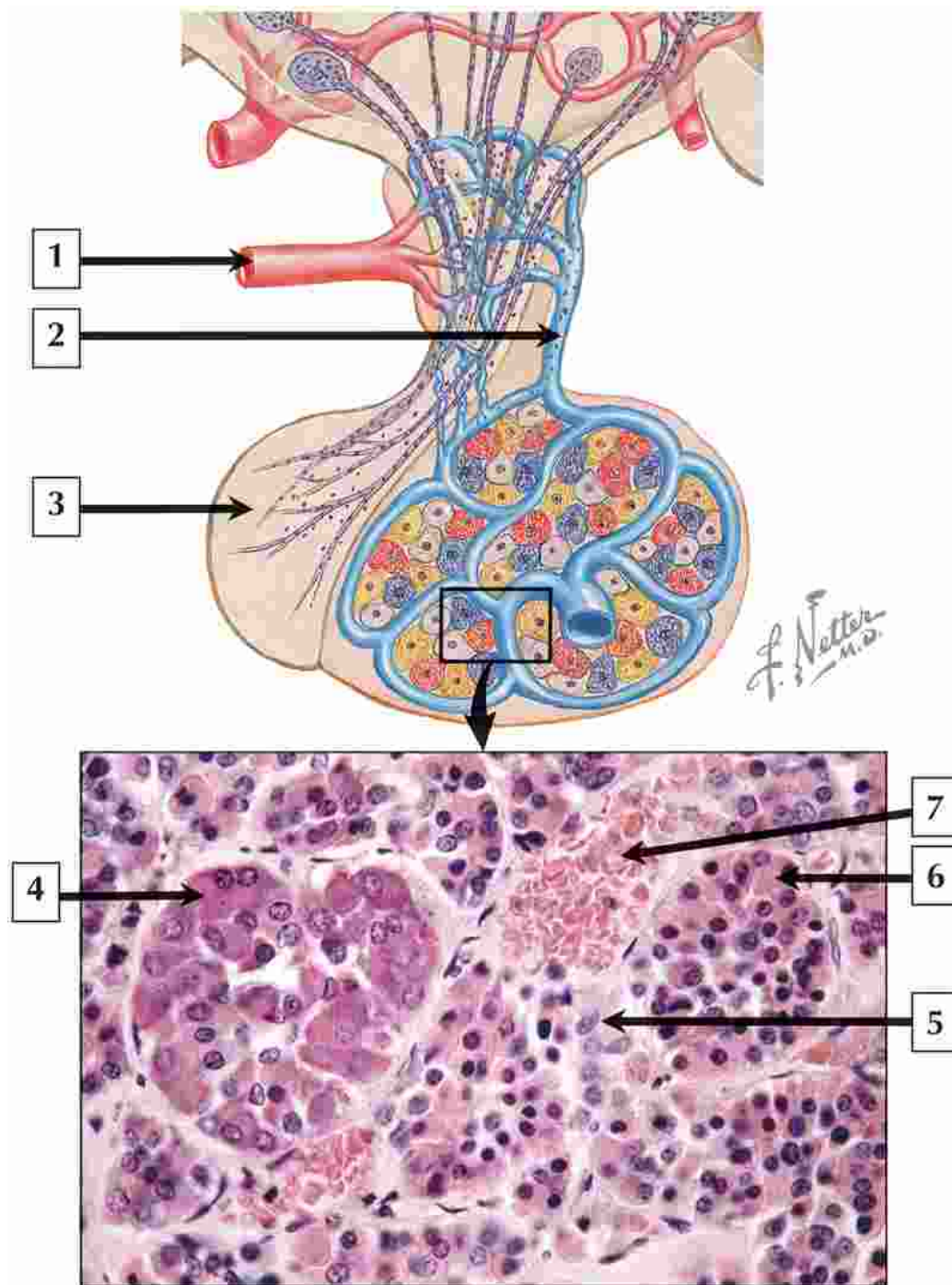
Comentario: En la unión entre los lóbulos anterior y posterior se observa una estructura histológica que contrasta a bajo aumento. El lóbulo anterior es un epitelio glandular que se tiñe de color oscuro debido a la abundancia de células nucleadas parenquimatosas densamente agrupadas. Por el contrario, el lóbulo posterior es más pálido, ya que está formado por tejido nervioso. En la región del lóbulo intermedio persisten vestigios de la bolsa de Rathke en forma de acumulaciones de pequeños quistes llenos de un coloide en el límite con el lóbulo posterior. El lóbulo intermedio constituye menos del 2% del volumen de la hipófisis en el humano adulto. Las células basófilas del lóbulo intermedio a menudo invaden la parte nerviosa. Las células del lóbulo intermedio producen hormona estimulante de los melanocitos y β -endorfina, un péptido opioide.

El **quiste de Rathke** (un vestigio de la bolsa de Rathke) es un quiste con revestimiento epitelial que puede producir síntomas debido al aumento de tamaño de la hipófisis y la consiguiente compresión de la propia hipófisis, el tallo hipofisario, el quiasma óptico o el hipotálamo. Por lo general es benigno, su tamaño varía entre 2 y 4 cm y puede extirparse mediante microcirugía.

Imagen general al microscopio óptico (MO) de la hipófisis e imagen al MO en la que se muestran los tres lóbulos de la hipófisis a bajo aumento

Véase Netter. Histología esencial 10.6

10.3. Lóbulo anterior de la hipófisis



1. Arteria hipofisaria superior
2. Vena porta hipofisaria
3. Lóbulo posterior
4. Basófilo

5. Célula cromófoba
6. Célula acidófila
7. Capilar sinusoide

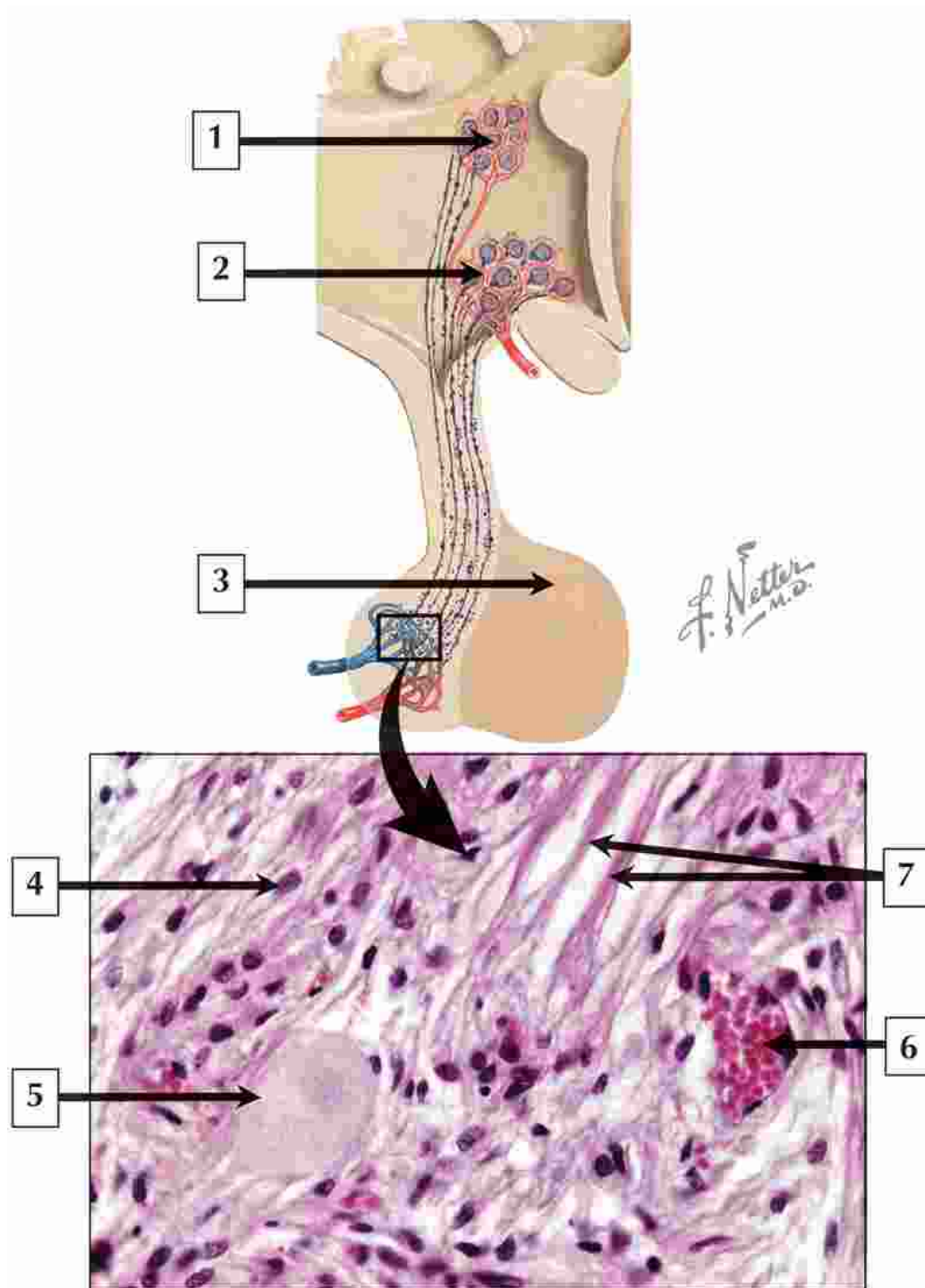
Comentario: El lóbulo anterior de la hipófisis contiene aglomeraciones o cordones de células de epitelio glandular que secretan hormonas a una red de capilares sinusoides con luces grandes o irregulares, y todos ellos se encuentran dentro de un delicado estroma de fibras reticulares. Las células de epitelio glandular se clasifican en cromófilas (grandes, con gránulos secretores y con una captación intensa de colorante) y cromófobas (más pequeñas y débilmente teñidas). Las células cromófilas se subdividen en acidófilas y basófilas. En las tinciones convencionales, se ha estimado que la proporción entre estos tipos de células glandulares es de un 40% de acidófilas, un 10% de basófilas y un 50% de cromófobas. La identificación más precisa de los tipos celulares mediante inmunocitoquímica ha permitido determinar su contenido hormonal.

La **cirugía transesfenoidal** es una técnica utilizada normalmente para extirpar pequeños tumores hipofisarios limitados a la silla turca. El seno esfenoidal se encuentra inferior y anterior a la hipófisis, a la que se puede acceder a través de la cavidad nasal y los senos paranasales.

Esquema de la hipófisis e imagen al microscopio óptico del lóbulo anterior

Véase Netter. Histología esencial 10.7 y 10.9

10.4. Lóbulo posterior de la hipófisis



1. Núcleo paraventricular
2. Núcleo supraóptico
3. Lóbulo anterior

4. Pituicito
5. Cuerpo de Herring
6. Capilar sinusoide
7. Haces de axones del tracto hipotálamo-hipofisario

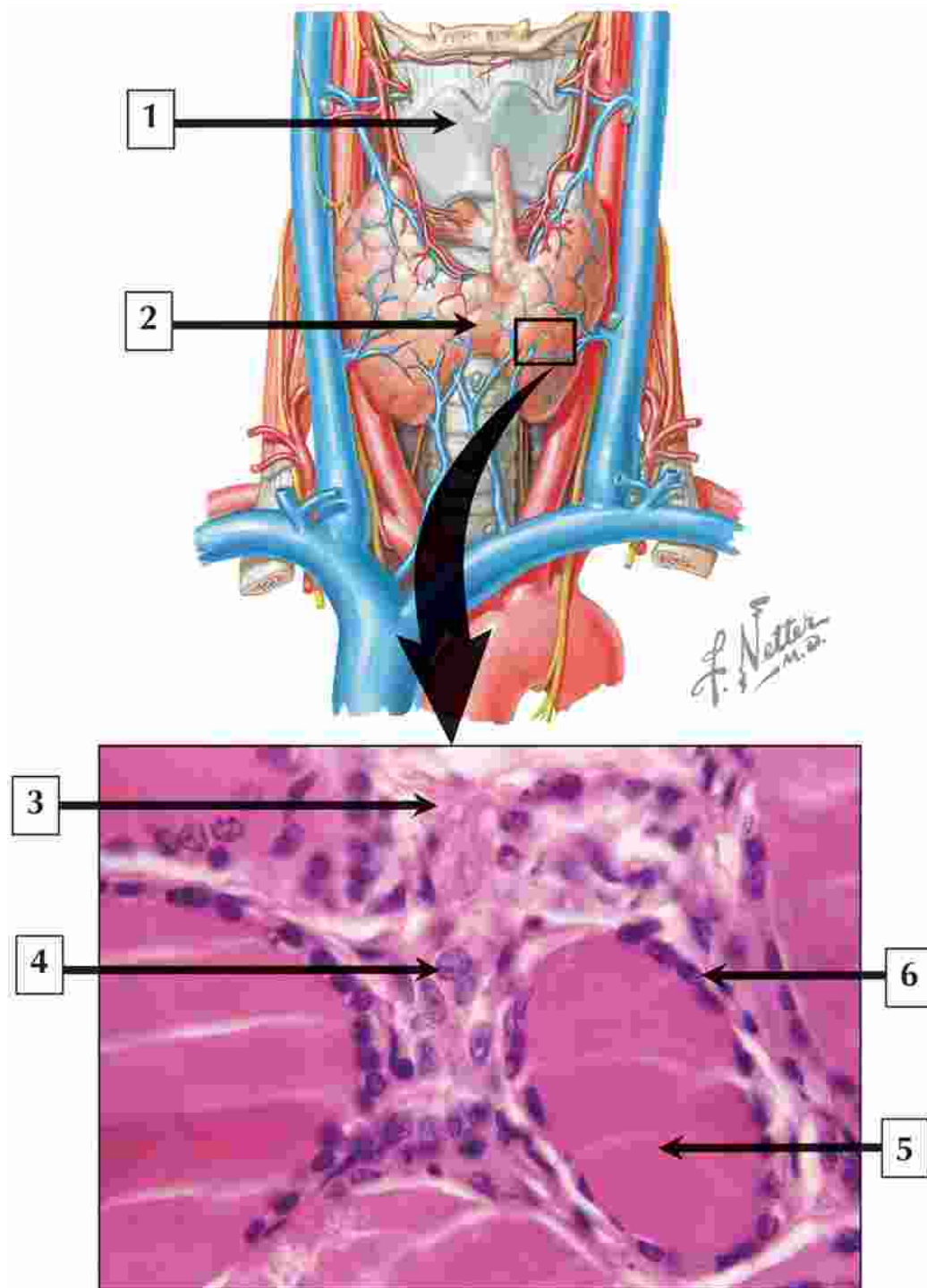
Comentario: Las dos hormonas peptídicas liberadas al lóbulo posterior de la hipófisis son la oxitocina y la hormona antidiurética (también conocida como *vasopresina*). Estos péptidos, que se sintetizan en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo, se desplazan mediante transporte axoplasmático por el tracto hipotálamo-hipofisario hasta llegar a la parte nerviosa y se almacenan en los cuerpos de Herring. Desde allí, en respuesta a la llegada de un potencial de acción, se descargan por exocitosis los gránulos neurosecretorios directamente en los capilares sinusoides fenestrados de pared delgada.

La lesión de los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo y la destrucción del tracto hipotálamo-hipofisario puede interferir en la producción de hormona antidiurética, dando lugar al raro trastorno conocido como **diabetes insípida**. Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de **poliuria**, que consiste en la producción de un volumen importante (15-20 l) de orina hipotónica, y **polidipsia**, o sed extrema, con una tendencia a ingerir grandes cantidades de líquido.

Esquema del tracto hipotálamo-hipofisario e imagen al microscopio óptico del lóbulo posterior

Véase Netter. Histología esencial 10.11 y 10.12

10.5. Tiroides



1. Cartílago tiroides
2. Istmo de la glándula tiroidea
3. Estroma

4. Célula parafolicular (célula C)
5. Coloide en un folículo tiroideo
6. Célula folicular

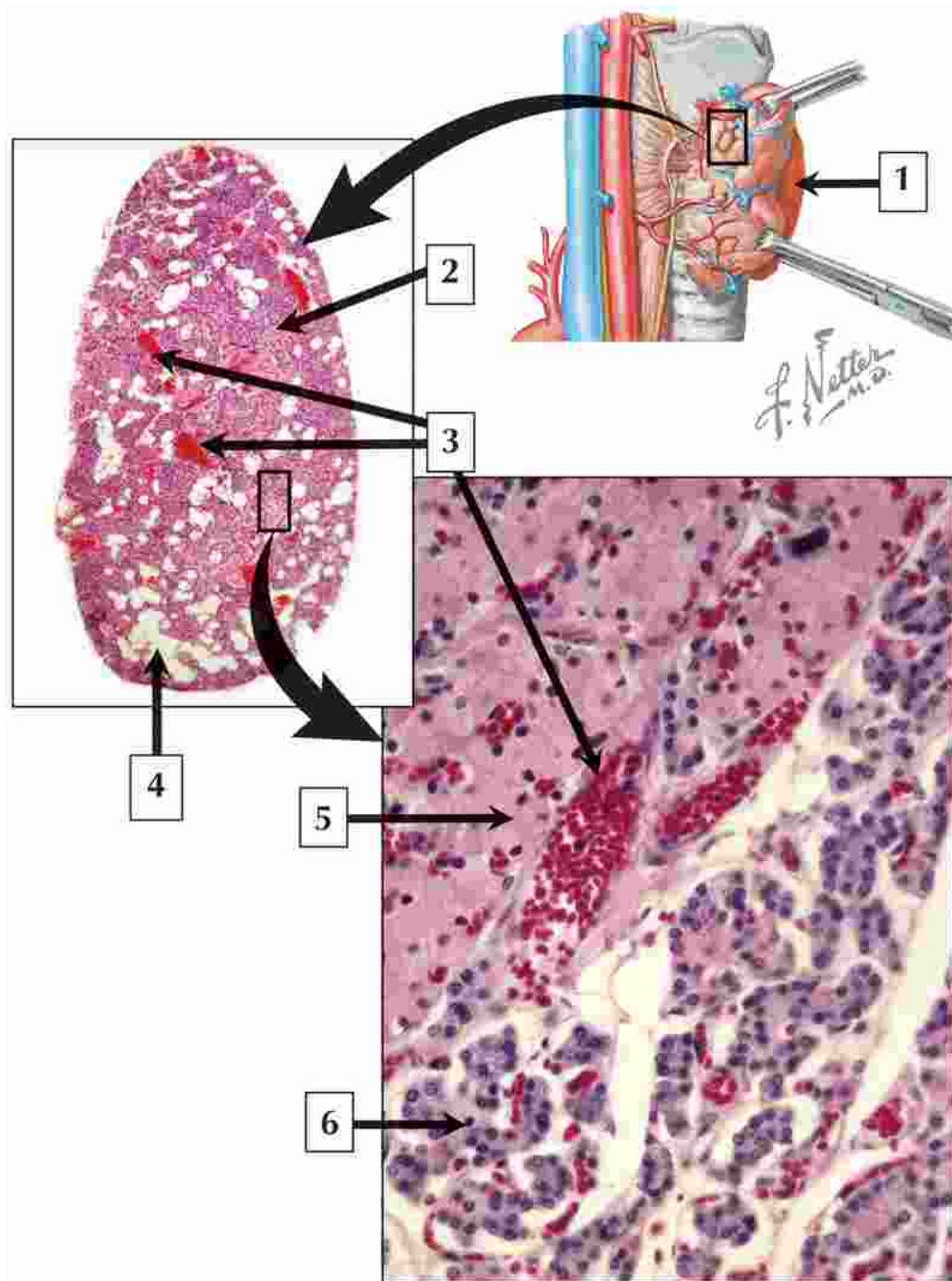
Comentario: La tiroides se encuentra en la parte inferior anterior del cuello, en contacto con la porción superior de la tráquea. Consta de dos lóbulos conectados por un istmo; el lóbulo derecho suele ser el doble de grande que el izquierdo. Cada lóbulo tiene el tamaño de una castaña aplanada. El parénquima glandular contiene folículos esféricos de tamaño variable (50-500 μm de diámetro). En la tiroides puede haber más de 20 millones de folículos. La luz de cada folículo está llena de un coloide gelatinoso que contiene tiroglobulina. Los folículos están revestidos por un epitelio cúbico simple cuya altura varía dependiendo de la actividad funcional. Entre la membrana basal de los folículos y las células foliculares se encuentran las células parafoliculares (o células C); son más grandes, pálidas y en menor número, y pueden aparecer aisladas o formando pequeños grupos entre las células foliculares. También pueden observarse entre los folículos.

El **bocio** es un término inespecífico para referirse a un aumento del tamaño de la tiroides y está presente en distintas alteraciones de este órgano. Muchas enfermedades de la tiroides cursan con **hipertiroidismo**, siendo la más frecuente el bocio exoftálmico (o **enfermedad de Graves**). Se trata de un trastorno autoinmunitario causado por anticuerpos dirigidos contra el receptor de la hormona estimulante de la tiroides expresado en las células foliculares.

Esquema de la tiroides e imagen al microscopio óptico de parte de la tiroides

Véase Netter. Histología esencial 10.14 y 10.15

10.6. Paratiroides



1. Lóbulo derecho de la glándula tiroidea
2. Trabécula
3. Vasos sanguíneos
4. Adipocitos

- 5. Célula oxífila
- 6. Célula principal

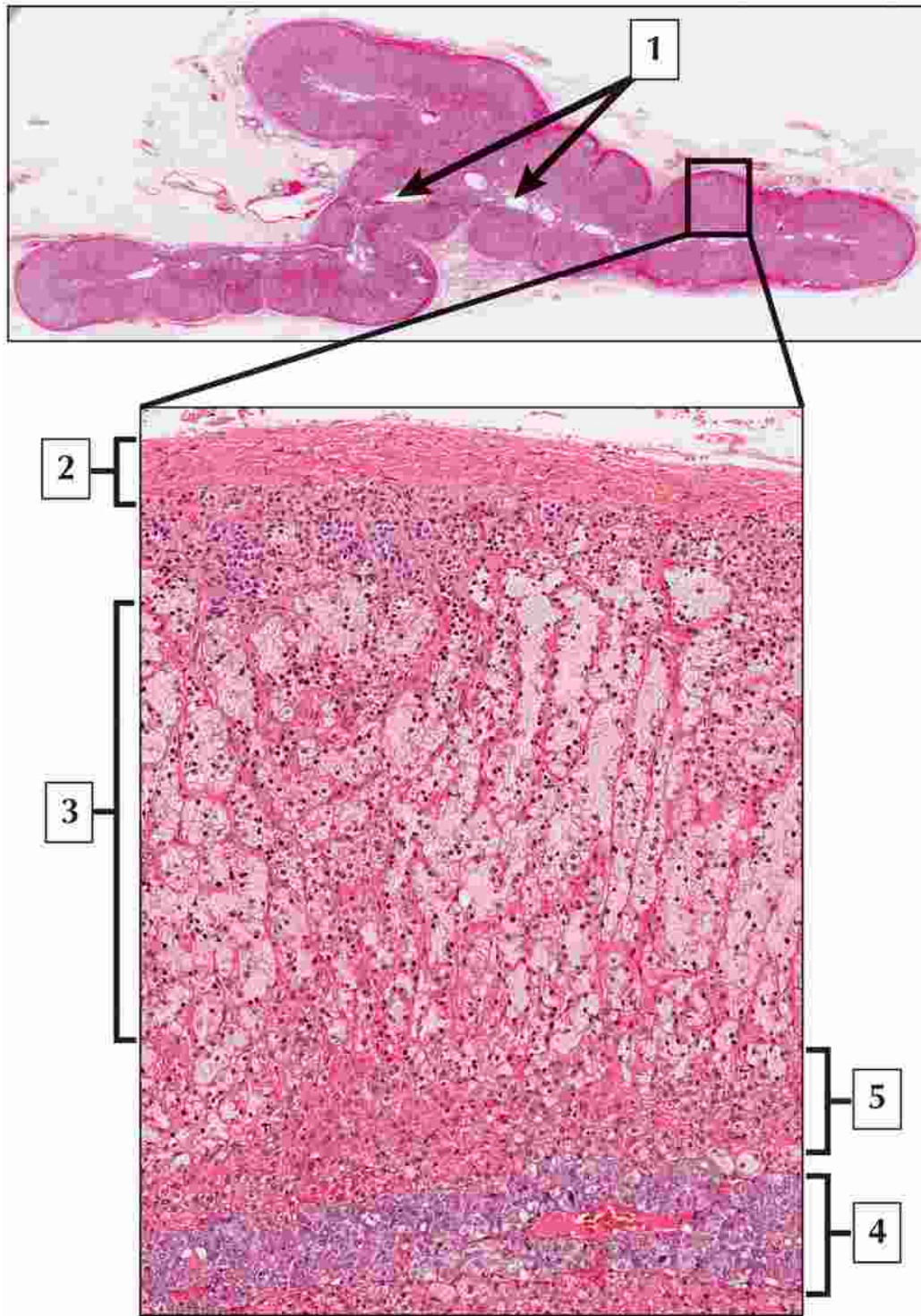
Comentario: Las paratiroides sintetizan y secretan hormona paratiroidea (PTH), que regula la concentración de calcio en el organismo al estimular la actividad de los osteoclastos, movilizándolo desde el hueso. En el adulto, el parénquima está compuesto por dos tipos de células: principales y oxífilas. Las células principales son más numerosas, mientras que las oxífilas aparecen después de la primera década de la vida. Las células principales son poliédricas y ligeramente eosinófilas. Forman cordones irregulares anastomosados inmersos en un delicado tejido conjuntivo. Producen PTH y presentan las mismas características que otras células secretoras endocrinas; por ejemplo, están rodeadas por una extensa red de capilares. Las células oxífilas son más grandes y acidófilas, y se distribuyen de manera irregular, tanto aisladas o en grupos. Se piensa que son células no secretoras.

El **hiperparatiroidismo primario** suele deberse a un **adenoma** de una o varias glándulas paratiroides. Estos tumores están compuestos por láminas muy comprimidas en las que predominan las células principales intercaladas por células gigantes multinucleadas.

Esquema de la localización de las paratiroides (vista lateral derecha) e imagen al microscopio óptico a bajo y medio aumento de una paratiroide

Véase Netter. Histología esencial 10.14, 10.17 y 10.18

10.7. Glándula suprarrenal



1. Conductos vasculares en la médula
2. Cápsula

3. Zona fascicular
4. Médula
5. Zona reticular

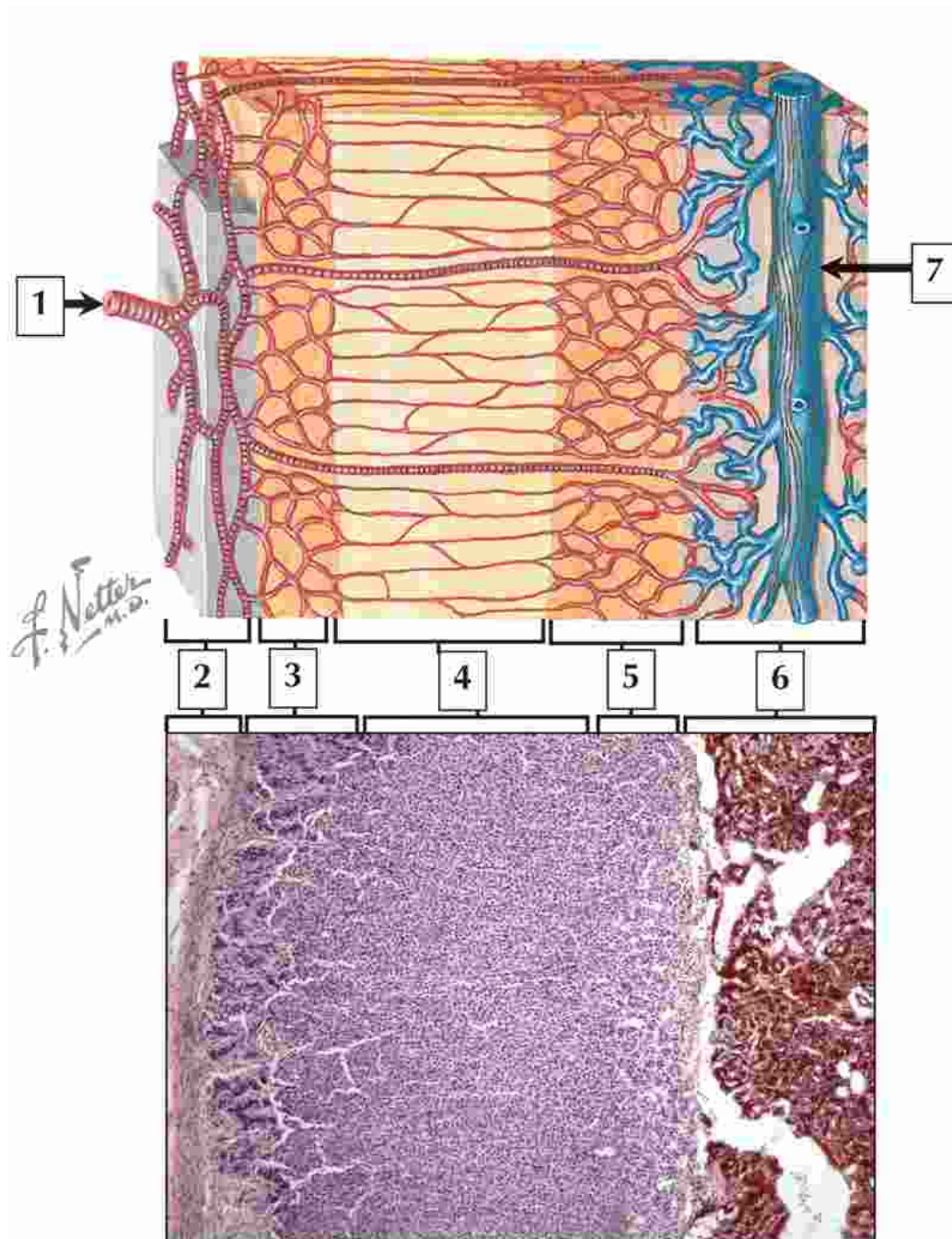
Comentario: Las glándulas suprarrenales, en número par, se localizan en el polo superior de cada riñón. Tienen una forma aproximadamente triangular, son aplanadas y están rodeadas por una cápsula. Miden unos 7 cm de largo, 3 cm de alto y 1 cm de grosor. En conjunto pesan alrededor de 10 g. Cada una de ellas es un órgano compuesto por dos porciones distintas (corteza y médula) que difieren en cuanto a su estructura, función y desarrollo. Mientras que la corteza suprarrenal es fundamental para la vida, la médula no lo es. La corteza externa comprende el 90% de la glándula. Es de color amarillo a simple vista y sus células secretoras producen mineralocorticoides (p. ej., aldosterona), corticoides (p. ej., cortisol) y andrógenos (p. ej., testosterona). La médula interna contiene células cromafines, que producen las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), que se almacenan en gránulos secretorios.

La **enfermedad de Conn**, o **hiperaldosteronismo**, es un trastorno de la corteza suprarrenal que afecta principalmente a las mujeres. A menudo se debe a un tumor de la glándula suprarrenal (**adenoma suprarrenal**). Los síntomas consisten en un aumento de la secreción de aldosterona, con la consiguiente retención de sodio e **hipertensión arterial**.

Imagen al microscopio óptico (MO) de una glándula suprarrenal completa en un plano sagital medio e imagen al MO a bajo aumento de una glándula suprarrenal

Véase Netter. Histología esencial 10.19 y 10.21

10.8. Glándula suprarrenal



1. Arteria suprarrenal
2. Cápsula
3. Zona glomerular
4. Zona fascicular
5. Zona reticular

6. Médula

7. Vena central de la médula

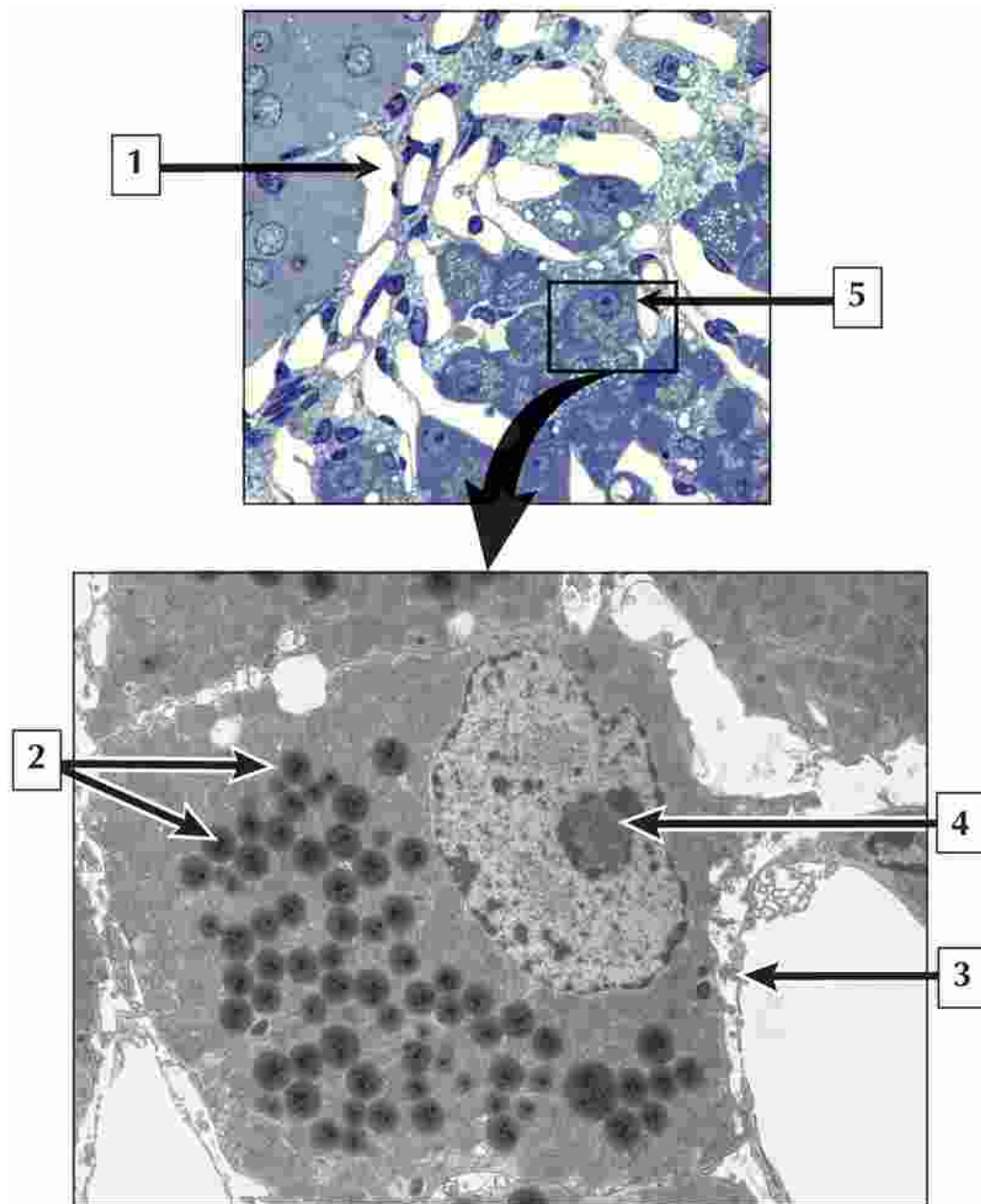
Comentario: Las glándulas suprarrenales están muy vascularizadas. La corteza recibe sangre de las arteriolas de la cápsula que entran en la glándula y se ramifican en capilares sinusoides fenestrados, que atraviesan las tres capas de la corteza. En la unión corticomedular, drenan en las venas que se introducen en la médula. Algunas arteriolas de la cápsula pasan directamente a la médula y drenan en los capilares sinusoides fenestrados, que posteriormente se unen para formar las venas colectoras. De esta manera, la médula cuenta con un doble aporte sanguíneo, procedente de los capilares y de los vasos medulares. La sangre venosa procedente de la corteza y de la médula acaba drenando a una gran vena central, que sale por el hilio de la glándula con el nombre de vena suprarrenal.

El **feocromocitoma** es una neoplasia de la médula suprarrenal que aparece sobre todo en adultos. Esta **neoplasia** se origina en las células productoras de catecolaminas de la médula suprarrenal; cursa con unas elevadas concentraciones sanguíneas de adrenalina y noradrenalina, que provocan un **aumento de la presión arterial** permanente o intermitente.

Esquema de la circulación suprarrenal intrínseca e imagen al microscopio óptico de una glándula suprarrenal (tinción cromafín)

Véase Netter. Histología esencial 10.19 y 10.21

10.9. Espongocito



1. Capilar sinusoide
2. Gotas lipídicas
3. Endotelio (fenestrado)
4. Núcleo del espongicito
5. Espongicito de la zona reticular

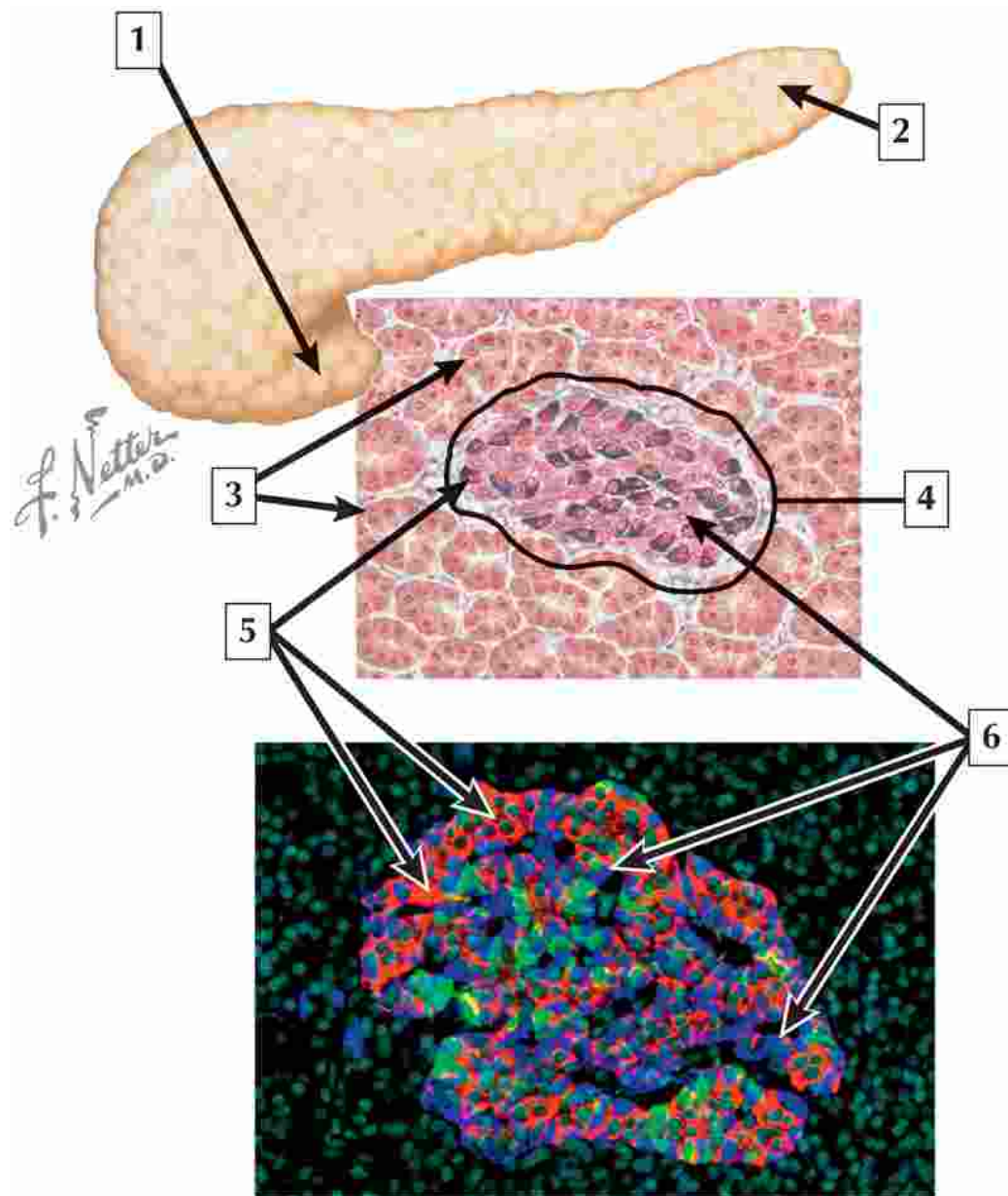
Comentario: Los espongiosos de la corteza suprarrenal contienen gotas lipídicas carentes de membrana que constituyen los sitios de almacenamiento del colesterol, un precursor de las hormonas corticoides. El colesterol se transporta a las mitocondrias, donde se procesa y modifica. Las mitocondrias de estas células intervienen en la escisión del colesterol y tienen una mayor superficie de las crestas internas para dar cabida a las enzimas catalíticas que realizan este proceso. Las membranas del retículo endoplasmático liso también contienen enzimas que intervienen en la posterior modificación y síntesis de hormonas. Por lo general, estas células secretoras de esteroides no almacenan los productos de secreción, sino que solo los sintetizan cuando hacen falta. Las hormonas liposolubles se liberan al torrente sanguíneo en los capilares fenestrados adyacentes.

La **enfermedad de Addison**, o **insuficiencia suprarrenal primaria**, es un trastorno de la corteza suprarrenal que da lugar a una producción insuficiente de glucocorticoides y mineralocorticoides. Puede deberse a un desarrollo incompleto de la corteza suprarrenal o a su destrucción progresiva por una enfermedad autoinmunitaria o una infección grave, como la **tuberculosis**, o bien tratarse de una **atrofia idiopática**.

Imagen al microscopio óptico de la unión corticomedular suprarrenal e imagen al microscopio electrónico de un espongiosos de la corteza suprarrenal

Véase Netter. Histología esencial 10.23 y 10.24

10.10. Páncreas



1. Páncreas (cabeza)
2. Páncreas (cola)
3. Células acinares serosas del páncreas exocrino
4. Islote de Langerhans
5. Células β
6. Células α

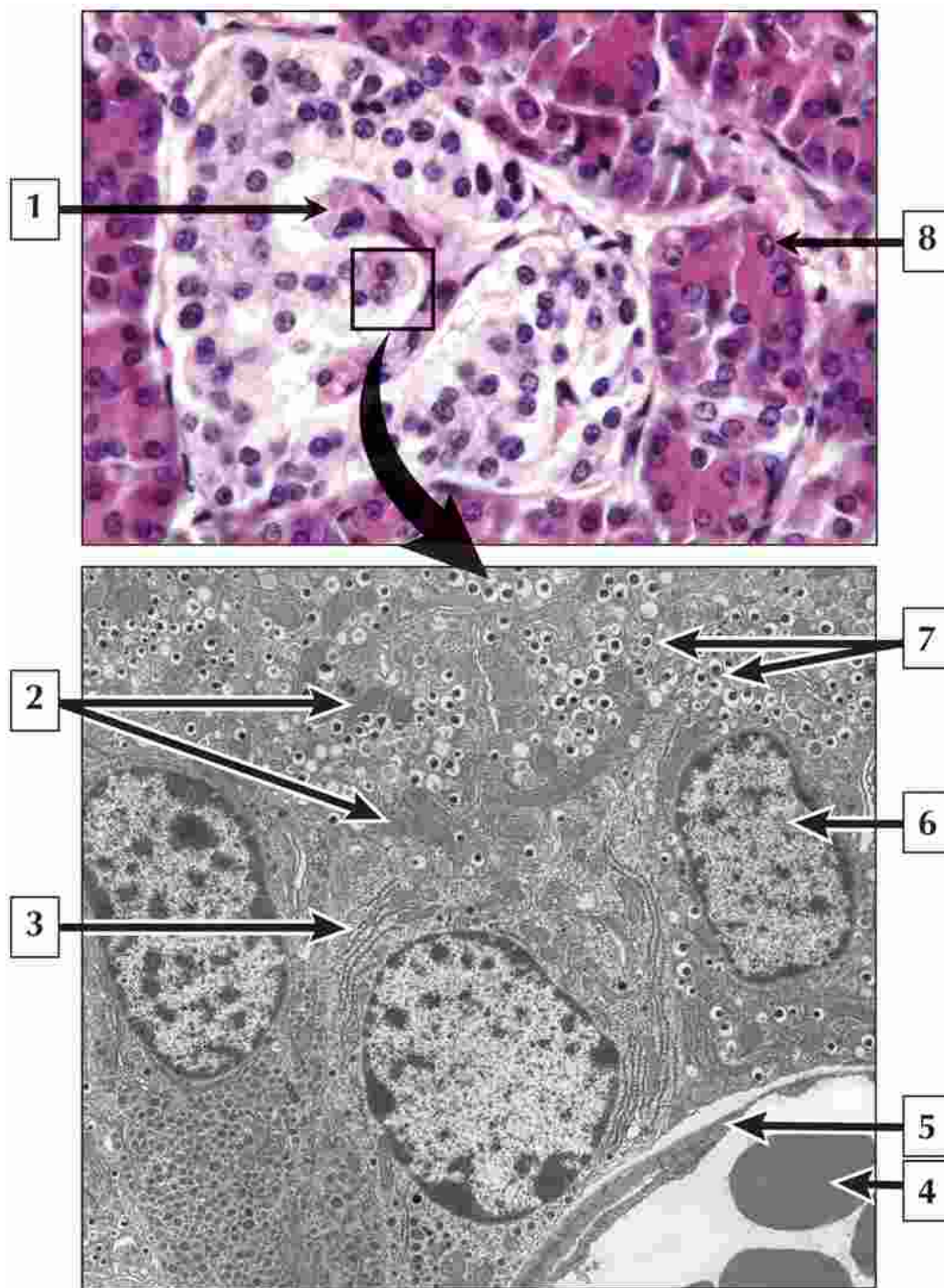
Comentario: Aunque el páncreas es una importante glándula exocrina del aparato digestivo, los **islotes de Langerhans** constituyen una considerable porción endocrina de este órgano. Los islotes miden unos 300 μm de diámetro. Desde el punto de vista del desarrollo, se originan a partir de los extremos de los conductos derivados del endodermo y se dispersan por todo el páncreas. Un adulto normal posee aproximadamente 1 millón de islotes pancreáticos, siendo más numerosos en la cola que en el resto de la glándula. Las células secretoras (parenquimatosas) de hormonas del islote son células poligonales muy agrupadas y vascularizadas, dispuestas en grupos semejantes a cordones. Los dos tipos principales de células de los islotes son las células α , que producen glucagón, y las células β , que sintetizan *insulina*.

La **diabetes mellitus de tipo 1**, o **diabetes insulino dependiente**, se debe a la destrucción autoinmunitaria de las células β de los islotes. En las fases iniciales se produce una infiltración de los islotes por linfocitos, y en etapas posteriores los islotes son incapaces de producir insulina y sufren fibrosis y acumulación de una sustancia amiloide. En la **diabetes mellitus de tipo 2**, o **insulino independiente**, los islotes suelen tener un aspecto normal, pero producen una cantidad insuficiente de insulina y, además, existe una alteración en la expresión de los receptores de insulina por parte de las células diana.

Esquemas macroscópico y microscópico del páncreas e islote de Langerhans sometido a técnicas de inmunotinción (triple marcado)

Véase Netter. Histología esencial 10.25

10.11. Islote de Langerhans



1. Capilar
2. Mitocondrias
3. Retículo endoplasmático rugoso
4. Eritrocito

5. Endotelio (fenestrado)
6. Eucromatina nuclear
7. Vesículas secretoras
8. Célula acinar serosa del páncreas exocrino

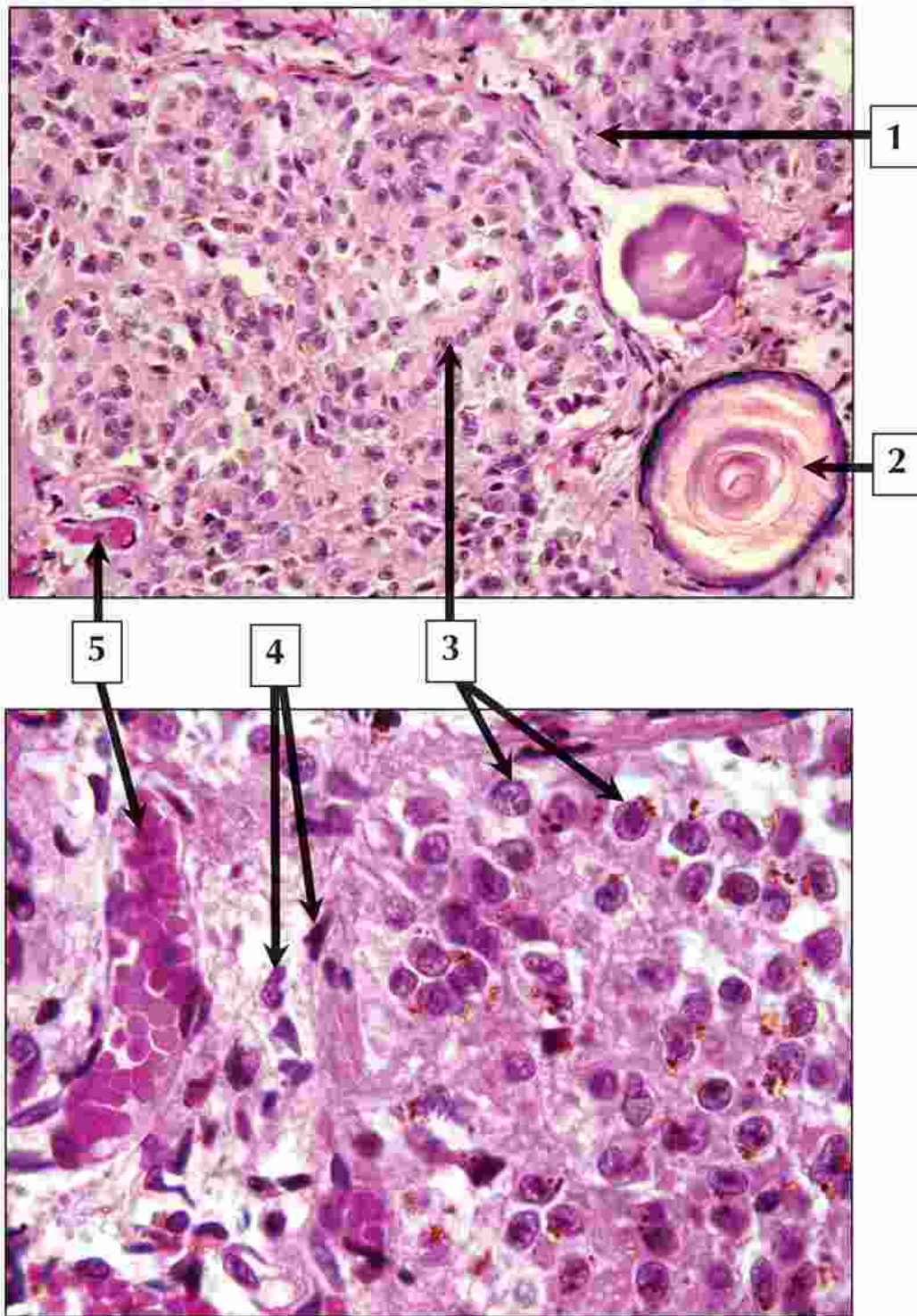
Comentario: La característica predominante de las células de los islotes es la abundancia en su citoplasma de vesículas secretoras rodeadas por membrana, variables en cuanto a tamaño y densidad interna. Las células de los islotes se disponen en cordones, con la superficie libre en estrecho contacto con capilares fenestrados. La localización en el islote, el tamaño y la morfología interna de las vesículas secretoras permiten clasificar las células de los islotes en al menos cuatro tipos principales con asociaciones a hormonas específicas: **células α** (*glucagón*), **células β** (*insulina*), **células δ** (*somatostatina*) y **células F** (*polipéptido pancreático*).

El **trasplante de islotes pancreáticos** se ha utilizado con relativo éxito como técnica terapéutica para restablecer la secreción de insulina en la **diabetes de tipo 1**. Sin embargo, debido al elevado número de islotes necesario, la disponibilidad limitada de donantes y el riesgo de rechazo por parte de los receptores, su uso sigue siendo reducido. Si se logran más avances en ingeniería tisular de los islotes, esta técnica podría aplicarse en un futuro.

Imagen al microscopio óptico de un islote pancreático e imagen al microscopio electrónico de un islote pancreático de ratón

Véase Netter. Histología esencial 10.25 y 10.27

10.12. Glándula pineal



1. Estroma
2. Cuerpos arenáceos (arena cerebral o acérvulos cerebrales)

3. Pinealocitos
4. Células de la glía
5. Capilar sinusoide

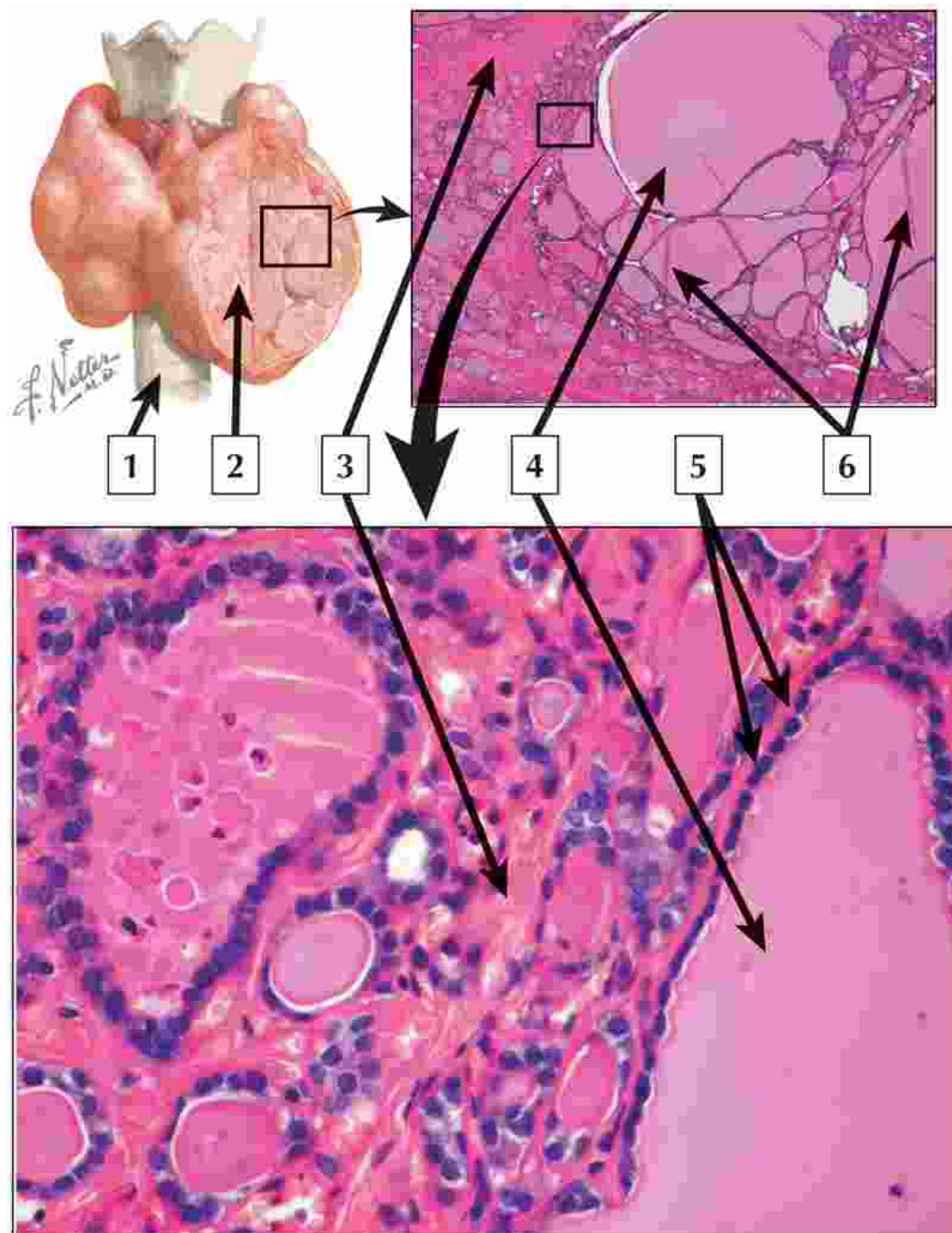
Comentario: La glándula pineal es un pequeño órgano neuroendocrino de forma cónica y ricamente vascularizado. Mide unos 7 mm de largo y pesa menos de 0,2 g. Se proyecta desde el techo del tercer ventrículo por delante del mesencéfalo y recibe inervación simpática y parasimpática. Está subdividida en lobulillos mal delimitados por delgados tabiques de tejido conjuntivo y estroma que se prolongan hacia dentro desde la cápsula formada alrededor de la glándula por la piamadre. La glándula pineal posee una estructura predominantemente glandular y consta de células pálidas densamente agrupadas conocidas como *pinealocitos*. Estas células producen la hormona melatonina, que se libera desde las largas expansiones terminales de las células a los capilares fenestrados situados en estrecha proximidad. Esta hormona ejerce un potente efecto en los ritmos circadianos y, en algunas especies, regula la actividad reproductora. A partir de la pubertad, la glándula presenta unas concreciones extracelulares mineralizadas llamadas *cuerpos arenáceos* (o «acervulos cerebrales»).

En los niños, la glándula pineal puede controlar el desarrollo gonadal antes de la pubertad a través del eje hipotálamo-hipofisario al suprimir la producción de hormona del crecimiento y gonadotropina. Los **tumores de la glándula pineal en niños** causan **hipertrofia gonadal** y **pubertad precoz**.

Imágenes al microscopio óptico a medio y gran aumento de la glándula pineal

Véase Netter. Histología esencial 10.28

10.13. Bocio multinodular



1. Tráquea
2. Lóbulo izquierdo de una glándula tiroidea con bocio multinodular
3. Estroma (con fibrosis del tejido conjuntivo)
4. Folículos hipertrofiados llenos de coloide
5. Células foliculares

6. Artefactos de fijación (pliegues provocados por la técnica de corte)

Comentario: La palabra **bocio** es un término inespecífico para referirse al aumento crónico de tamaño de la tiroides, lo que puede suceder en distintas afecciones de este órgano. El **bocio difuso** y el **bocio multinodular (tóxico o no tóxico)** suelen deberse a una ingesta **insuficiente de yodo** en la dieta o a determinados factores genéticos, y provoca una alteración de la síntesis de hormona tiroidea y una elevación de los niveles de hormona estimulante de la tiroides. Esto produce episodios recurrentes de **hipertrofia** e **hiperplasia** de las células foliculares, que en último término ocasionan un aumento irregular del tamaño de la glándula. La tumefacción resultante del cuello puede obstruir la vía respiratoria y generar otras complicaciones.

Incidencia y tratamiento: Al menos el 90% de los pacientes son mujeres, y a menudo el bocio aparece durante la adolescencia y el embarazo. El tratamiento del bocio depende de la causa y del tamaño de la glándula. Si la tiroides produce un exceso de las hormonas T3 y T4, se recomienda el tratamiento con **yodo radiactivo** para reducir el tamaño de la glándula. Cuando el bocio se debe a una deficiencia de yodo, se puede prescribir **yoduro** en dosis pequeñas; en cambio, el bocio asociado a una tiroides hipoactiva se trata mediante **sustitución hormonal** con levotiroxina. En ocasiones es preciso recurrir a una **tiroidectomía** quirúrgica parcial o completa.

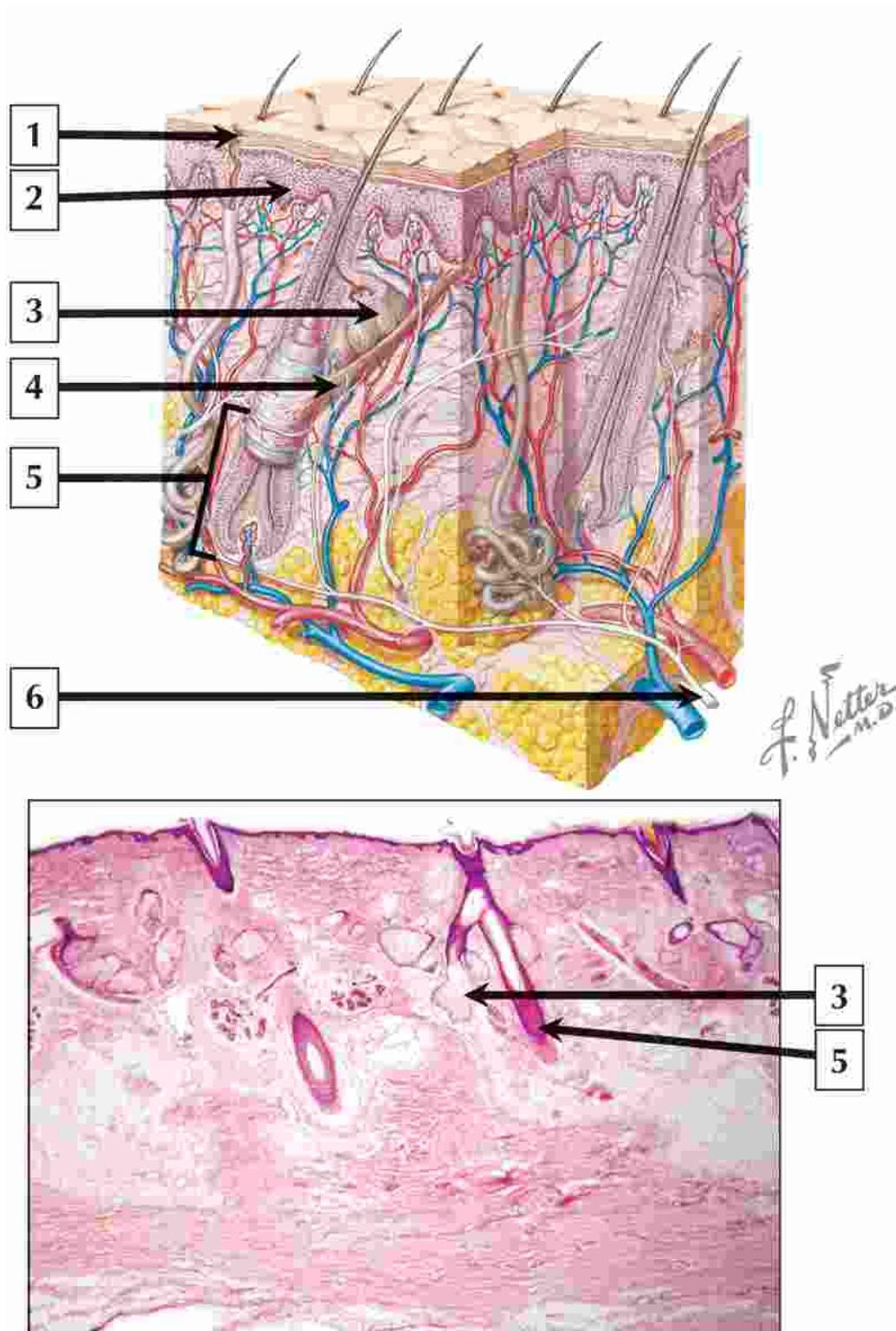
Esquema de un bocio multinodular e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de un bocio multinodular de la glándula tiroidea

Véase Netter. Histología esencial 10.30

11: Sistema tegumentario

- 11.1 Piel fina
- 11.2 Piel gruesa
- 11.3 Epidermis
- 11.4 Queratinocitos
- 11.5 Melanocitos
- 11.6 Células de Langerhans
- 11.7 Vasculatura de la dermis
- 11.8 Glándula sudorípara ecrina
- 11.9 Unidad pilosebácea
- 11.10 Pelo y folículo piloso
- 11.11 Glándula sebácea
- 11.12 Uñas
- 11.13 Carcinoma basocelular

11.1. Piel fina



1. Conducto de una glándula sudorípara ecrina

2. Epitelio plano estratificado (epidermis)
3. Glándula sebácea
4. Músculo erector del pelo
5. Bulbo piloso
6. Nervio cutáneo

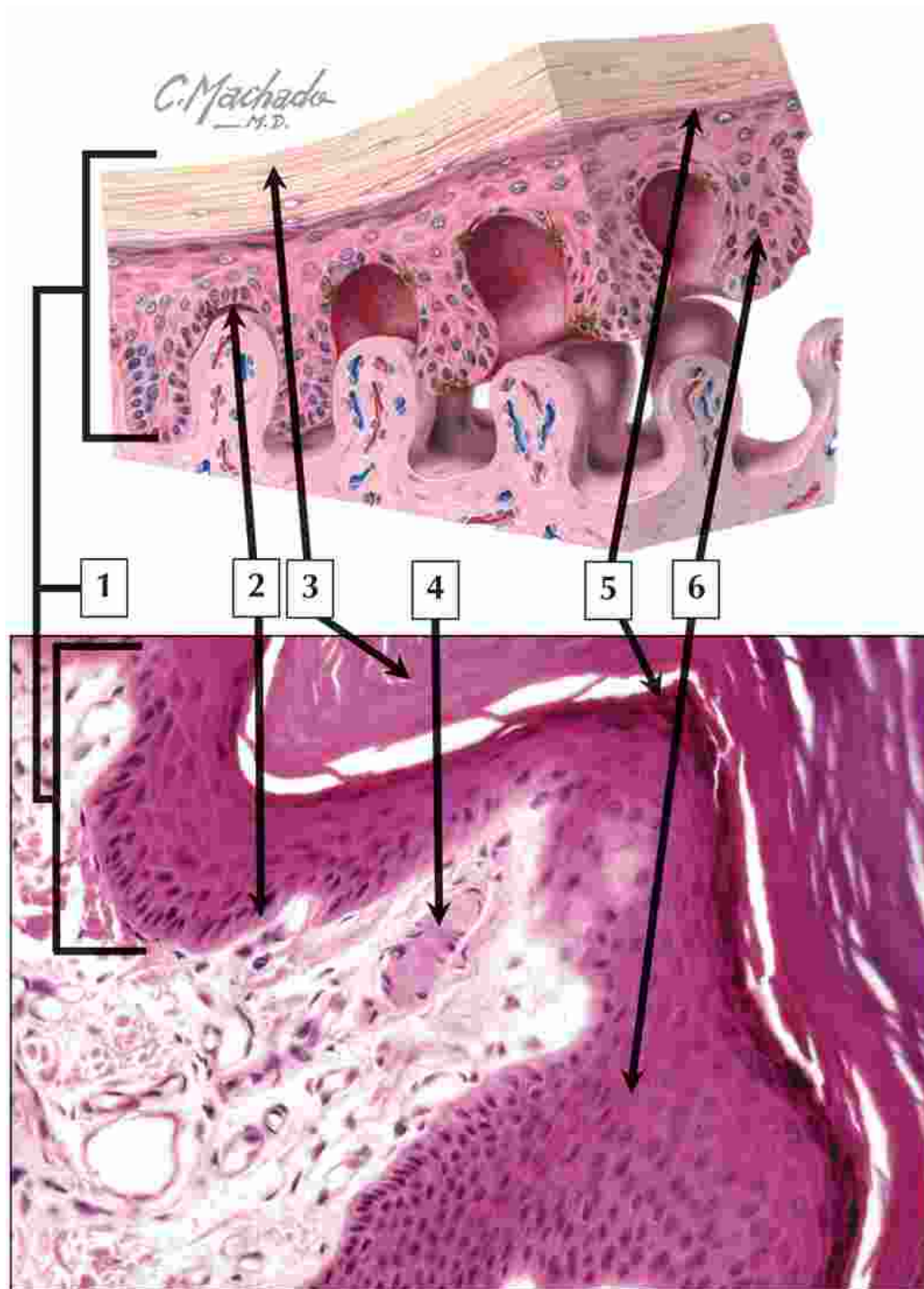
Comentario: El tegumento es el órgano más extenso del cuerpo. Consta de la piel y las faneras (uñas, pelo, glándulas sudoríparas y glándulas sebáceas). En el adulto, la piel pesa entre 3 y 5 kg y tiene una superficie comprendida entre 1,5 y 2 m². La piel constituye una barrera protectora frente a las agresiones, los patógenos infecciosos y la radiación ultravioleta. La piel también contribuye a la regulación de la temperatura corporal, la excreción de iones, la recepción sensitiva y la síntesis de vitamina D. Posee una notable capacidad de regeneración. La piel puede clasificarse en gruesa o fina dependiendo de la complejidad estructural y el espesor de la epidermis. La piel fina cubre la mayor parte de la superficie corporal, mientras que la piel gruesa se limita a las palmas de las manos y las plantas de los pies. La dermis de la piel fina normalmente contiene la mayoría de las faneras, como folículos pilosos y glándulas sudoríparas y sebáceas.

El **cáncer de piel** es la neoplasia maligna más frecuente en Norteamérica. Los tres tipos principales son el **carcinoma basocelular** (o **de células basales**), el **carcinoma epidermoide** (que se origina a partir de los queratinocitos) y el **melanoma** (que se origina a partir de los melanocitos). Más del 90% de los cánceres de piel son **carcinomas basocelulares**. Se trata de un tumor de crecimiento lento que rara vez se extiende a otras partes del cuerpo.

Esquema de la piel y las faneras en el que se muestran la epidermis, la dermis y el tejido conjuntivo subcutáneo

Véase Netter. Histología esencial 11.1 y 11.2

11.2. Piel gruesa



1. Epidermis (epitelio plano estratificado queratinizado)
2. Estrato basal de la epidermis
3. Queratina (estrato córneo)

4. Corpúsculo de Meissner
5. Estrato granuloso de la epidermis
6. Queratinocitos en el estrato espinoso

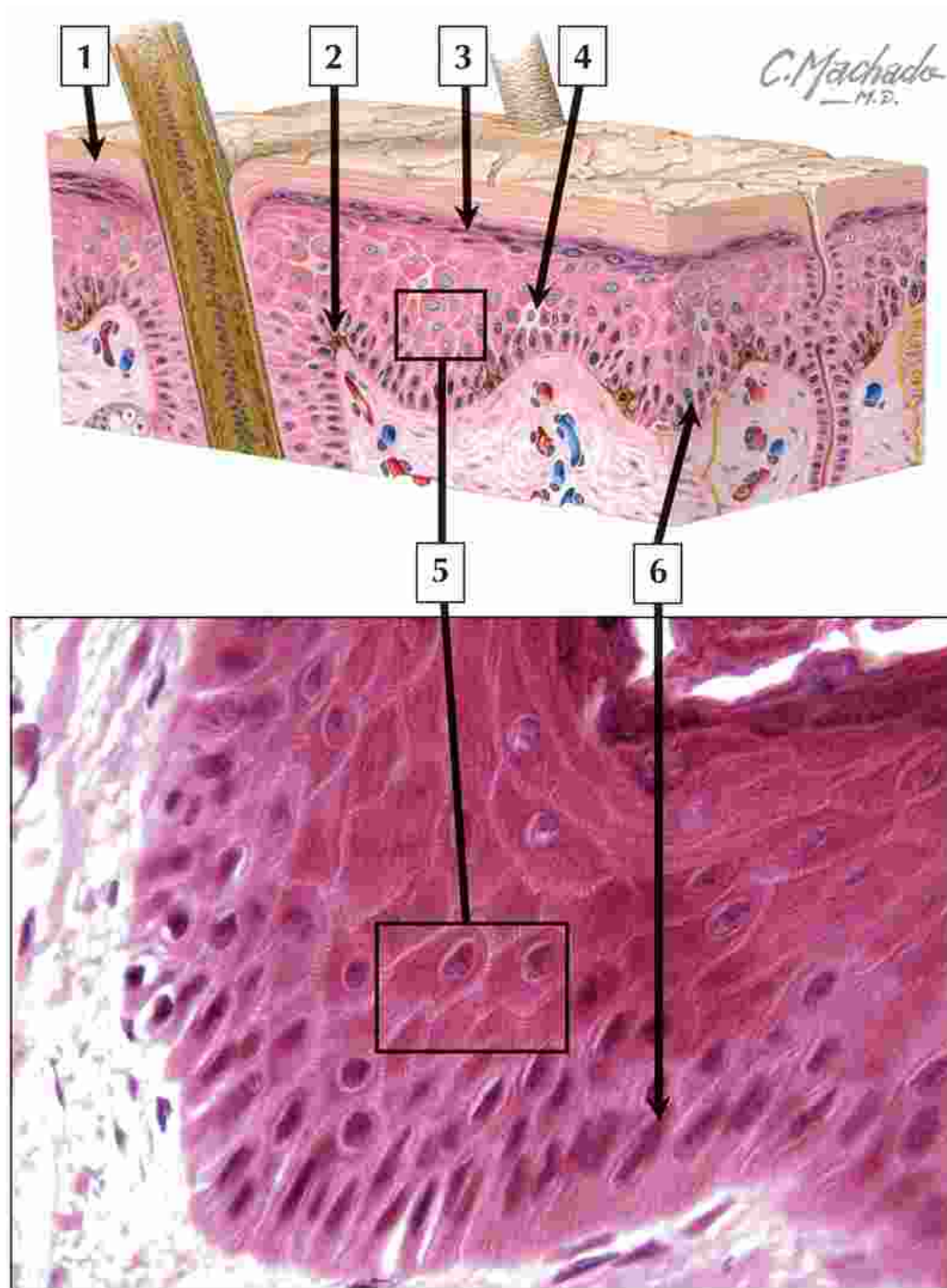
Comentario: La dermis de la piel gruesa carece de unidades pilosebáceas y se divide en dos capas: una capa papilar superficial de tejido conjuntivo laxo y una capa reticular más profunda de tejido conjuntivo denso irregular. La piel gruesa posee típicamente una capa más gruesa de queratina y unas crestas epidérmicas más profundas que la piel fina. La epidermis consiste en un epitelio plano estratificado compuesto principalmente por queratinocitos organizados en cuatro o cinco capas o estratos diferenciados: estrato basal, espinoso, granuloso y córneo. En la piel gruesa a menudo se observa un estrato lúcido mal definido entre los estratos granuloso y córneo, que no existe en la piel fina. La capa papilar de la dermis es un tejido conjuntivo laxo ricamente vascularizado. En las papilas dérmicas se encuentran receptores sensitivos, como los corpúsculos de Meissner.

El **carcinoma epidermoide** se asocia a la exposición al sol de larga evolución y tiene más probabilidades de producir **metástasis** que el **carcinoma basocelular**. Es la segunda forma más frecuente de cáncer de piel y suele afectar a personas mayores de 50 años.

Esquema e imagen al microscopio óptico de la piel gruesa en la unión dermoepidérmica

Véase Netter. Histología esencial 11.3 y 11.9

11.3. Epidermis



1. Estrato córneo (queratina)
2. Melanocito
3. Estrato granuloso
4. Célula de Langerhans

5. Queratinocitos en el estrato espinoso
6. Estrato basal (germinativo)

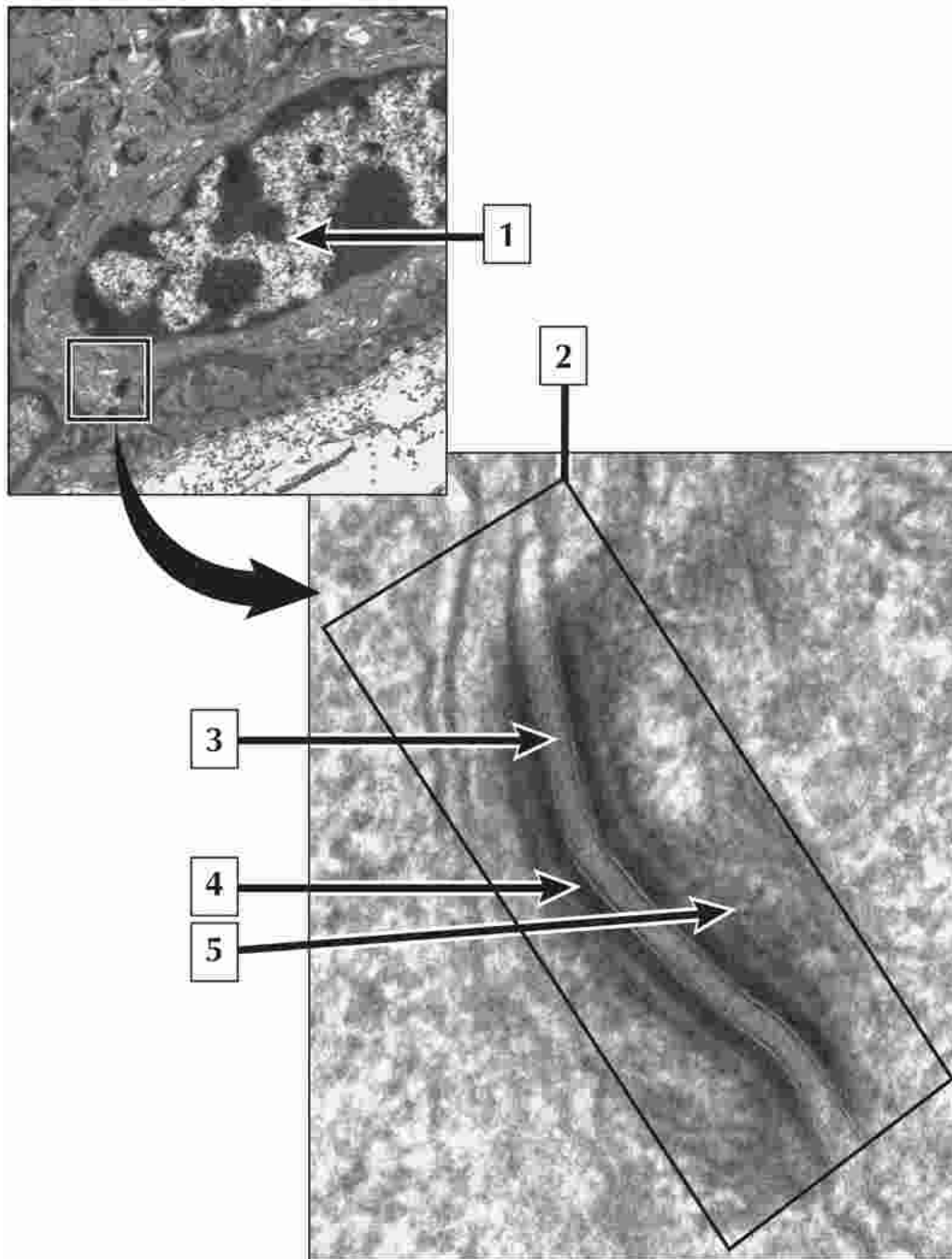
Comentario: La epidermis está compuesta por células que experimentan un ciclo de mitosis, diferenciación, maduración y queratinización a medida que se desplazan hacia la superficie externa de la piel para desprenderse. La epidermis está constituida por cuatro o cinco capas diferenciadas: estrato basal, espinoso, granuloso, lúcido y córneo. Las células más superficiales se desprenden continuamente en un proceso conocido como *queratinización*. Aparte de los queratinocitos, que constituyen el 90% de la población celular, otros tipos celulares presentes en la epidermis son los melanocitos, las células de Langerhans y las células de Merkel.

Los **trastornos de la pigmentación** de la piel pueden deberse a un cambio en el número de melanocitos o a un aumento o disminución de su actividad. La **leucodermia**, que se asocia a trastornos inflamatorios de la piel como la **dermatitis atópica**, y el **vitíligo** son los dos trastornos por hipopigmentación más frecuentes.

Esquema e imagen al microscopio óptico de las capas (o estratos) de la epidermis de la piel

Véase Netter. Histología esencial 11.3

11.4. Queratinocitos



1. Núcleo del queratinocito
2. Desmosoma
3. Zona central
4. Placa
5. Tonofilamentos (filamentos intermedios [de queratina])

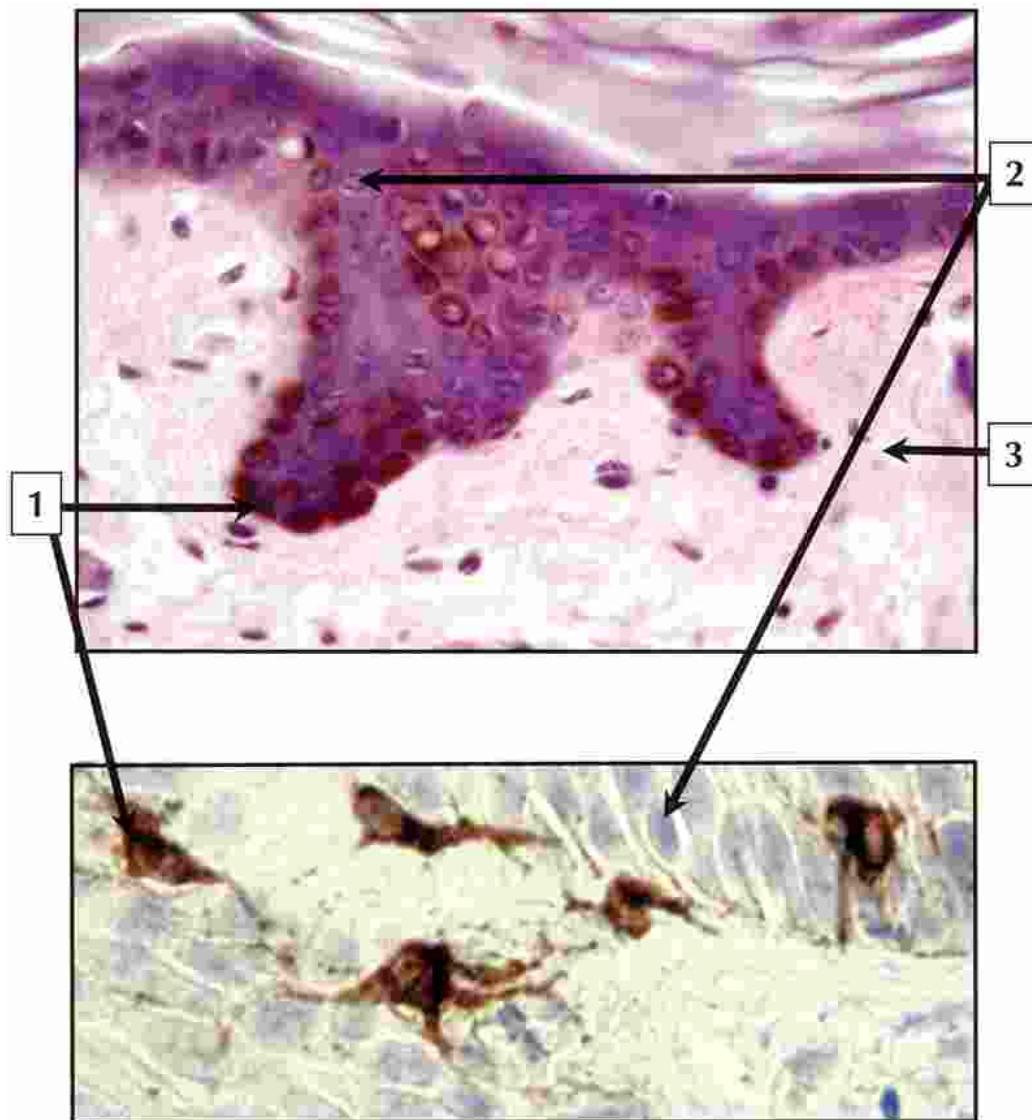
Comentario: Todas las células epiteliales contienen queratina y en la piel se han identificado casi 50 tipos diferentes de queratinas. Los queratinocitos de los estratos basal y espinoso están conectados por desmosomas. Estas complejas uniones intercelulares intervienen en la adhesión celular y la mejoran mediante el anclaje de filamentos de queratina a la membrana plasmática de los queratinocitos. Un desmosoma entre dos queratinocitos adyacentes consiste en una zona central que cubre el espacio entre las células y separa dos placas electrodensas idénticas. Los tonofilamentos del citoesqueleto están asociados a las regiones de las placas citoplasmáticas. Al conectar haces de tonofilamentos de células adyacentes, los desmosomas proporcionan a la epidermis una continuidad estructural y resistencia mecánica.

Algunos **trastornos** debilitantes de la piel que cursan **con ampollas** se deben a la alteración de la adhesión y fijación de la epidermis. El **pénfigo** es la enfermedad más frecuente y se debe a la formación de anticuerpos dirigidos contra la superficie celular de los queratinocitos; un trastorno relacionado, el **penfigoide ampolloso**, produce ampollas subepidérmicas.

Imagen al microscopio electrónico de un queratinocito y un desmosoma en la epidermis de la piel

Véase Netter. Histología esencial 11.5

11.5. Melanocitos



- 1 Indique el nombre de esta célula y su origen embrionario.
- 2 Indique el nombre de esta célula y su origen embrionario.
- 3 ¿Cuál es el nombre y el origen embrionario de la estructura que señala la punta de la flecha?

1. Melanocito, ectodermo de la cresta neural
2. Queratinocito, ectodermo superficial
3. Dermis, mesodermo

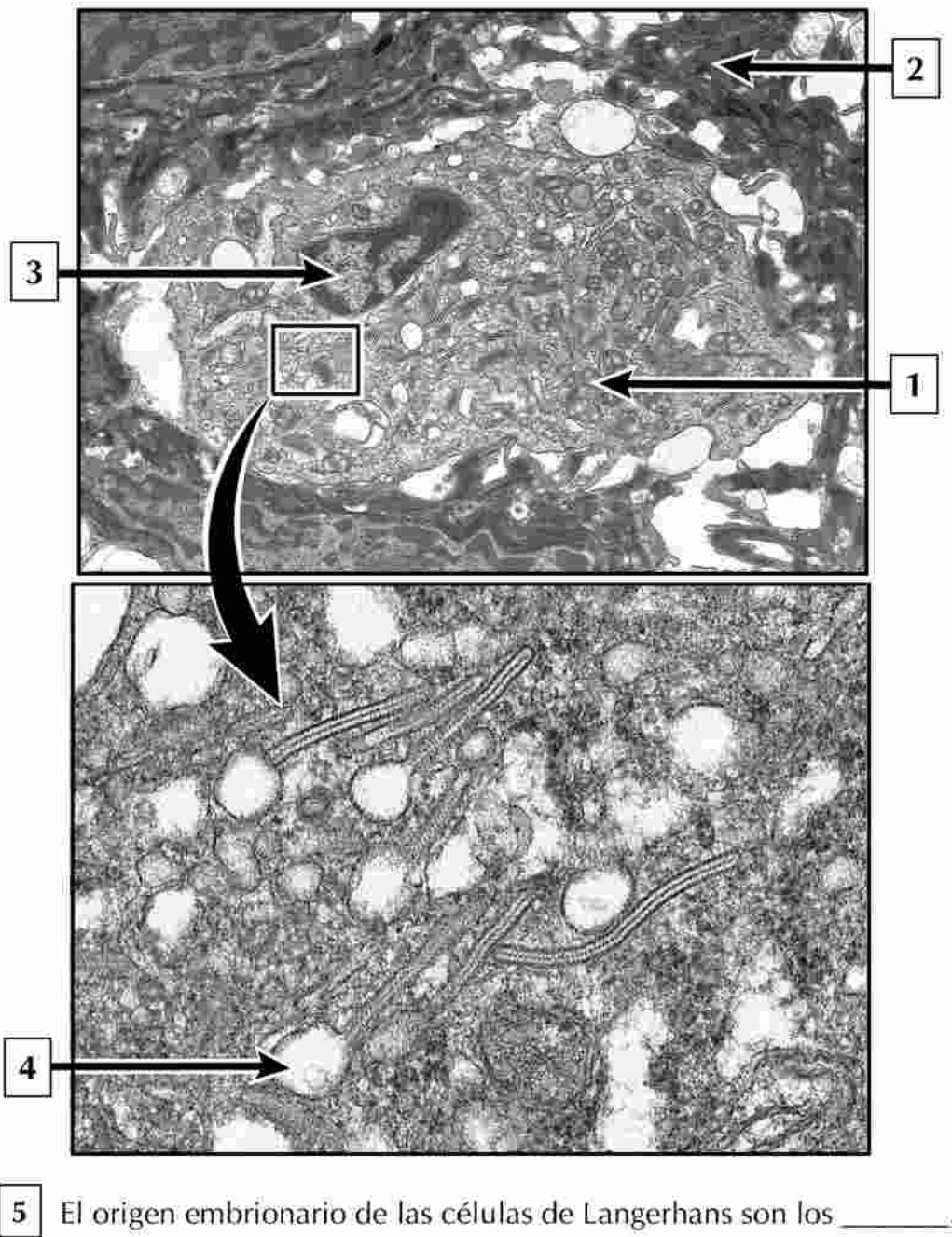
Comentario: Los melanocitos son células productoras del pigmento melanina, que determina el color de la piel y el cabello. La melanina se produce en unos gránulos llamados *melanosomas*. La piel, el cabello y los ojos de pigmentación más oscura tienen melanosomas que contienen más melanina que los de las zonas menos pigmentadas. La melanina protege frente a los efectos perjudiciales de la radiación ultravioleta sobre el ADN. En el ser humano existen dos formas principales de melanina, la eumelanina y la feomelanina, ambas derivadas de la tirosina.

El **bronceado** causado por la exposición a la luz ultravioleta representa un aumento del contenido de eumelanina en la epidermis. El **melanoma maligno** causa más del 75% de las muertes atribuidas a **cánceres de piel**. Si se diagnostica a tiempo, el tratamiento suele ser eficaz; en cambio, si se diagnostica en estadios avanzados, hay más probabilidades de **metástasis** y muerte.

Imágenes al microscopio óptico con tinción de hematoxilina y eosina y técnicas de inmunotinción de una piel gruesa en las que se muestran melanocitos en la epidermis

Véase Netter. Histología esencial 11.6

11.6. Células de Langerhans



1. Citoplasma de la célula de Langerhans
2. Queratinocito
3. Núcleo (eucromatina) de la célula de Langerhans
4. Gránulo de Birbeck
5. Monocitos (mesodermo)

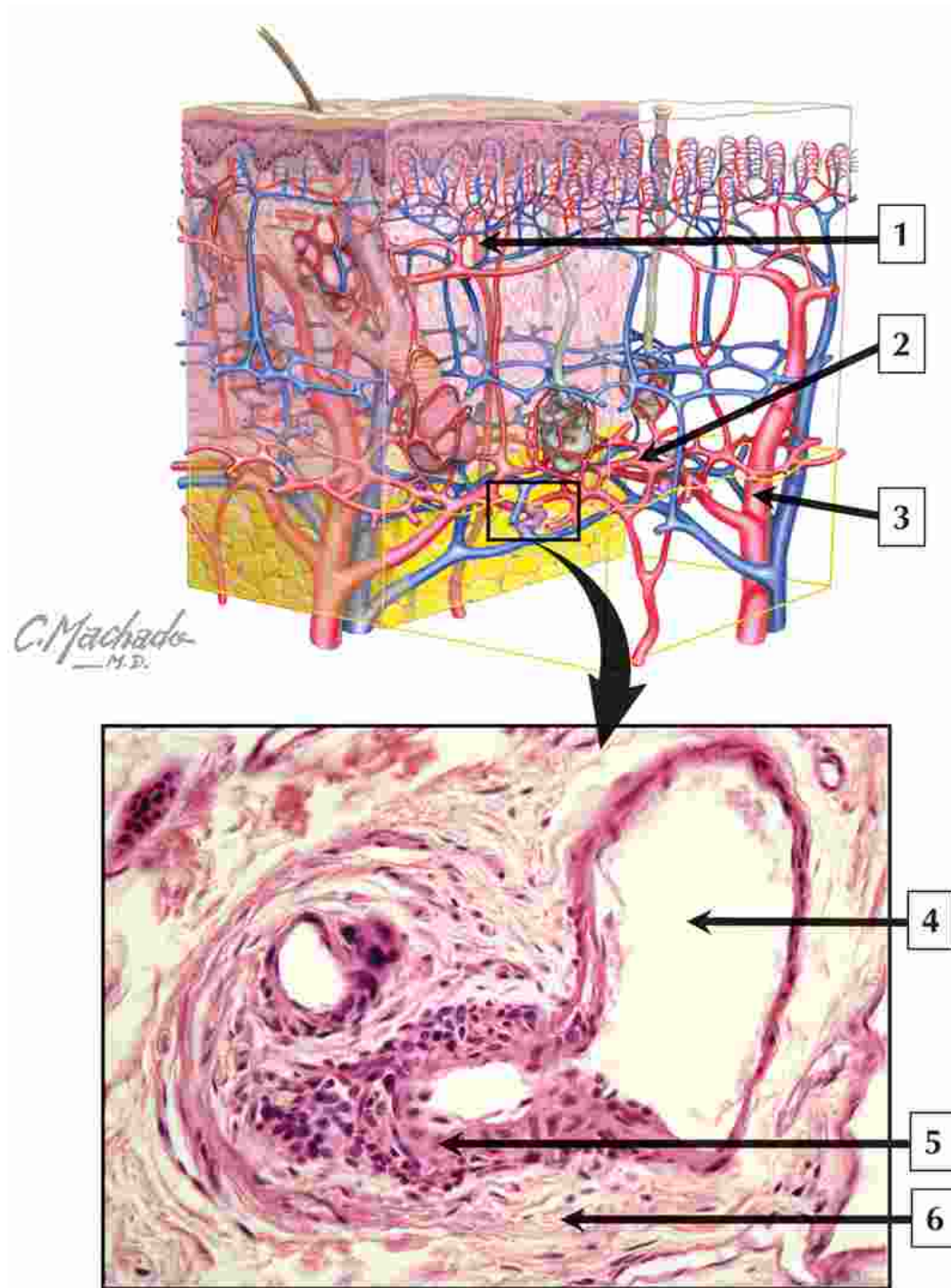
Comentario: Las células de Langerhans son células dendríticas derivadas de los monocitos que se encuentran en las capas superficiales de los estratos espinoso y granuloso de la epidermis. Constituyen el 2-8% de la población celular total de la epidermis. Para identificarlas es preciso utilizar tinciones especiales o el microscopio electrónico. Poseen un solo núcleo muy indentado. Su citoplasma contiene un aparato de Golgi, lisosomas y unas inclusiones exclusivas conocidas como gránulos de Birbeck. Son células fagocíticas y procesadoras de antígenos pertenecientes al sistema inmunitario.

El número de células de Langerhans aumenta en varias **enfermedades inflamatorias**, como la **dermatitis de contacto**. En la **histiocitosis X**, una rara enfermedad autoinmunitaria, también intervienen las células de Langerhans. Además, el número de células de Langerhans se reduce en los estadios terminales del sida, ya que interaccionan con partículas del VIH y resultan dañadas.

Imagen al microscopio electrónico de varias células de Langerhans de la epidermis

Véase Netter. Histología esencial 11.8

11.7. Vasculatura de la dermis



1. Plexo superficial (subpapilar)
2. Plexo profundo (cutáneo)
3. Arteria musculocutánea
4. Luz de la vénula

5. Células del glomo

6. Tejido conjuntivo irregular denso de la dermis

Comentario: La dermis es un tejido conjuntivo ricamente vascularizado que proporciona a la piel sostén mecánico, elasticidad y resistencia a la tracción. Los vasos sanguíneos cutáneos suministran nutrientes a la piel e intervienen en la termorregulación. Las grandes arterias musculares presentes en el tejido conjuntivo subcutáneo que irrigan la piel están acompañadas por venas musculares. El plexo profundo (cutáneo) está formado por una red de vasos de menor calibre. Se comunica con un plexo más superficial (subpapilar) situado inmediatamente por debajo de las papilas dérmicas. En las capas profundas de la dermis tienen lugar numerosas anastomosis arteriovenosas. Estas estructuras especializadas, conocidas como *glomos*, participan en la regulación de la temperatura periférica.

La **esclerodermia** es un trastorno crónico raro del tejido conjuntivo dérmico que se caracteriza por el endurecimiento de la piel y por un extenso depósito de colágeno. El cuadro histológico consiste en la oclusión de la microvasculatura y la infiltración linfocítica del tejido conjuntivo subcutáneo.

Esquema de la vasculatura de la dermis e imagen al microscopio óptico de una anastomosis arteriovenosa (glomo)

Véase Netter. Histología esencial 11.9

11.8. Glándula sudorípara ecrina



1. Luz del acino secretor de la glándula sudorípara
2. Célula secretora
3. Conducto de la glándula sudorípara
4. Célula clara

- 5. Célula mioepitelial
- 6. Célula oscura

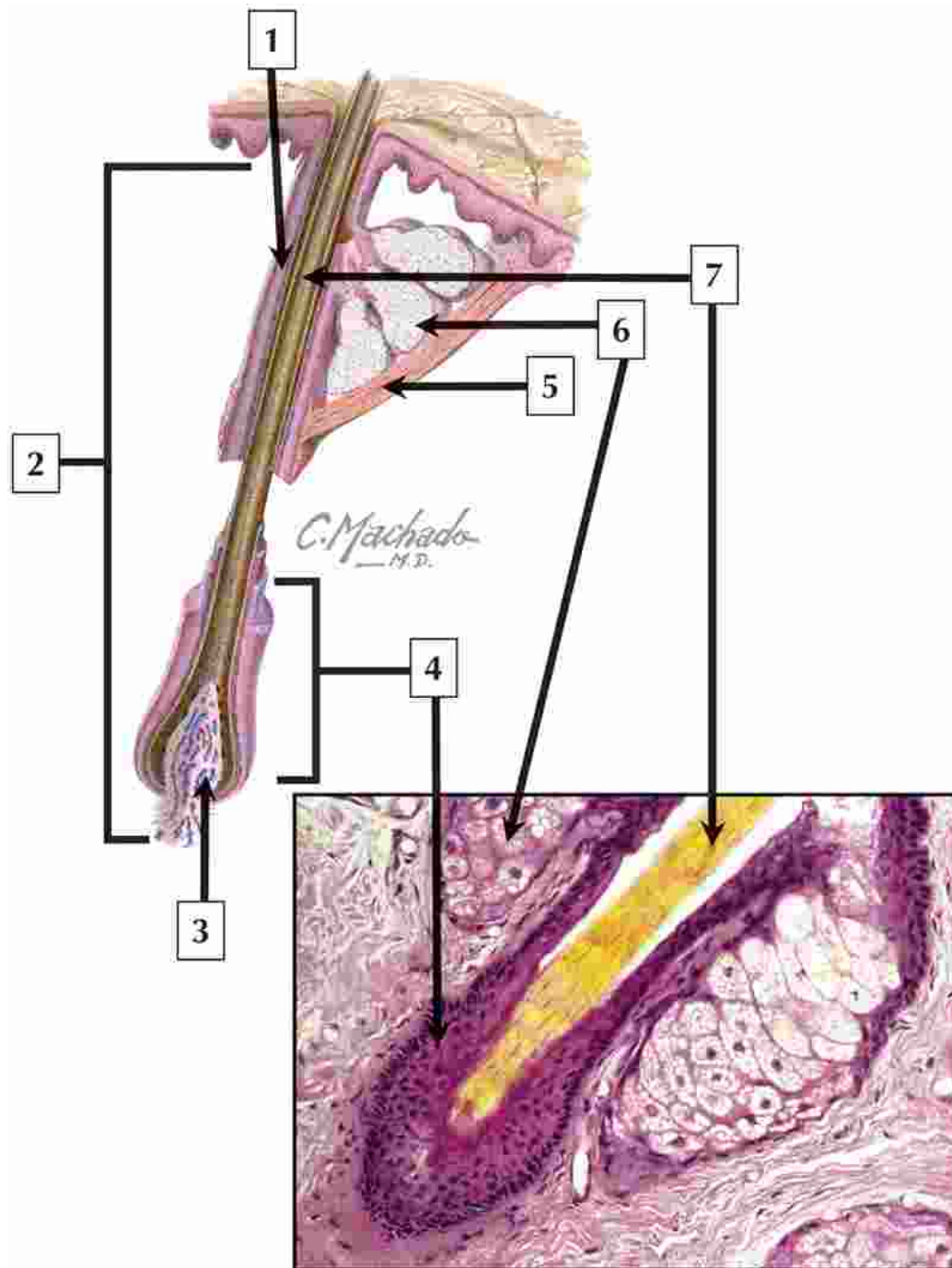
Comentario: Las glándulas sudoríparas ecrinas son glándulas tubulares simples en espiral que constan de una porción secretora (acino) y una porción más estrecha, correspondiente al conducto secretor. Su función básica es la termorregulación y producen hasta 500-750 ml diarios de sudor en respuesta a estímulos térmicos y emocionales. En los acinos secretores pueden encontrarse dos tipos de células secretoras (claras y oscuras). Las células claras secretan sobre todo agua y electrolitos, mientras que las células oscuras aportan al sudor macromoléculas como glicoproteínas. Las pequeñas células mioepiteliales, intensamente eosinófilas, situadas en la base del acino ayudan a expulsar el sudor a la luz de la glándula.

La **fibrosis quística** se caracteriza por una reabsorción defectuosa de iones por parte de los conductos excretores de las glándulas sudoríparas ecrinas. El gen responsable de esta enfermedad congénita autosómica recesiva codifica una proteína asociada a la membrana, que normalmente se encuentra en las membranas apicales de las células epiteliales.

Imágenes al microscopio óptico de varias glándulas sudoríparas ecrinas en la dermis

Véase Netter. Histología esencial 11.11

11.9. Unidad pilosebácea



1. Vaina radicular externa
2. Folículo piloso
3. Papila de la dermis
4. Bulbo piloso

5. Músculo piloerector
6. Glándula sebácea
7. Tallo del pelo

Comentario: La unidad pilosebácea consta del pelo, el folículo piloso y un músculo piloerector acompañado por una glándula sebácea. El eje principal del folículo piloso es oblicuo al plano de la superficie de la epidermis. A excepción de los labios, las palmas de las manos, las plantas de los pies y algunas otras localizaciones, el pelo cubre la mayor parte de la superficie corporal. El pelo crece por ciclos, compuestos por las fases anágena, catágena y telógena. La contracción del músculo piloerector provoca la erección del pelo y un hundimiento de la piel adyacente, dando lugar a la «piel de gallina».

El **acné vulgar** es una enfermedad inflamatoria crónica de la unidad pilosebácea; es habitual durante la adolescencia y provoca un aumento de la producción de sebo y una dilatación del folículo piloso. El acné afecta a ambos sexos, pero los hombres tienden a experimentar un grado más intenso de la enfermedad. El tratamiento consiste en antibióticos sistémicos y corticoides tópicos de forma temporal.

Esquema e imagen al microscopio óptico de una unidad pilosebácea

Véase Netter. Histología esencial 11.14 y 11.16

11.10. Pelo y folículo piloso

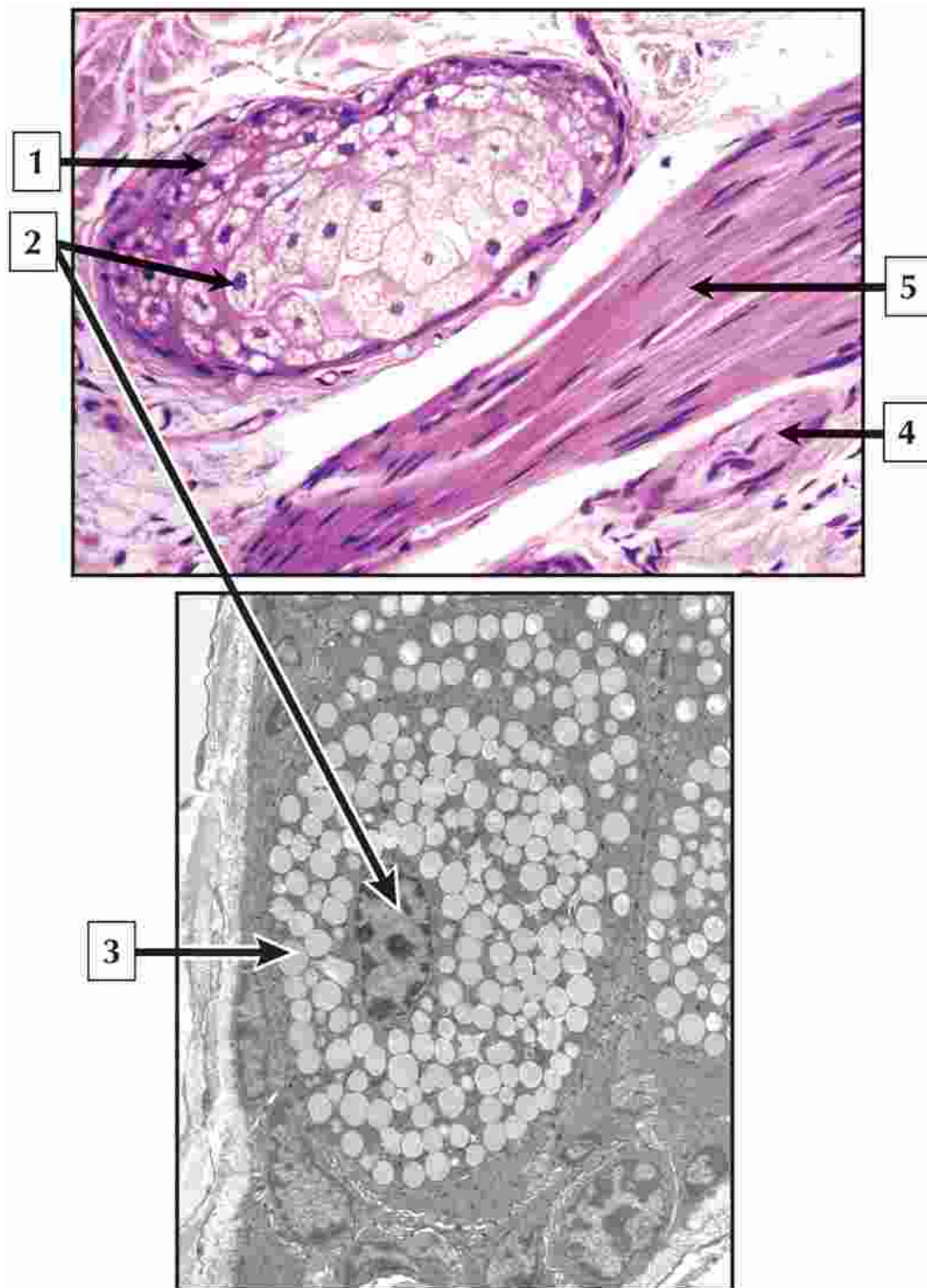
Comentario: Los folículos pilosos se encargan de la producción del pelo. Son engrosamientos de la epidermis que proliferan en forma de cordones y penetran en la dermis. Los folículos pilosos cilíndricos están compuestos por una vaina radicular epitelial que se origina a partir de la epidermis y por un tejido conjuntivo externo derivado de la dermis. La vaina radicular epitelial consta de la vaina radicular externa y la vaina radicular interna. Esta última, a su vez, está formada por tres capas que fijan el pelo dentro del folículo: una vaina de Henle externa, una capa de Huxley compuesta por células queratinizadas planas y la cutícula, que rodea la corteza y la médula del tallo del pelo.

La **calvicie (alopecia)** afecta a ambos sexos cuando se produce un cambio en el ciclo de crecimiento del pelo. El tipo más frecuente es la **alopecia androgénica**, que se debe a factores genéticos y ambientales. En este trastorno progresivo, el tamaño de los folículos pilosos se reduce progresivamente en respuesta a la hormona androgénica dihidrotestosterona, provocando una pérdida del pelo en la parte superior (coronilla) del cuero cabelludo. Entre los tratamientos se incluyen estrategias quirúrgicas, como el trasplante de folículos pilosos y medicamentos tópicos y sistémicos que promueven el crecimiento del pelo.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico de un pelo y su folículo cortados transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 11.15

11.11. Glándula sebácea



1. Célula periférica de la glándula sebácea
2. Núcleo de la célula de la glándula sebácea
3. Gota lipídica

4. Fascículo nervioso
5. Músculo piloerector

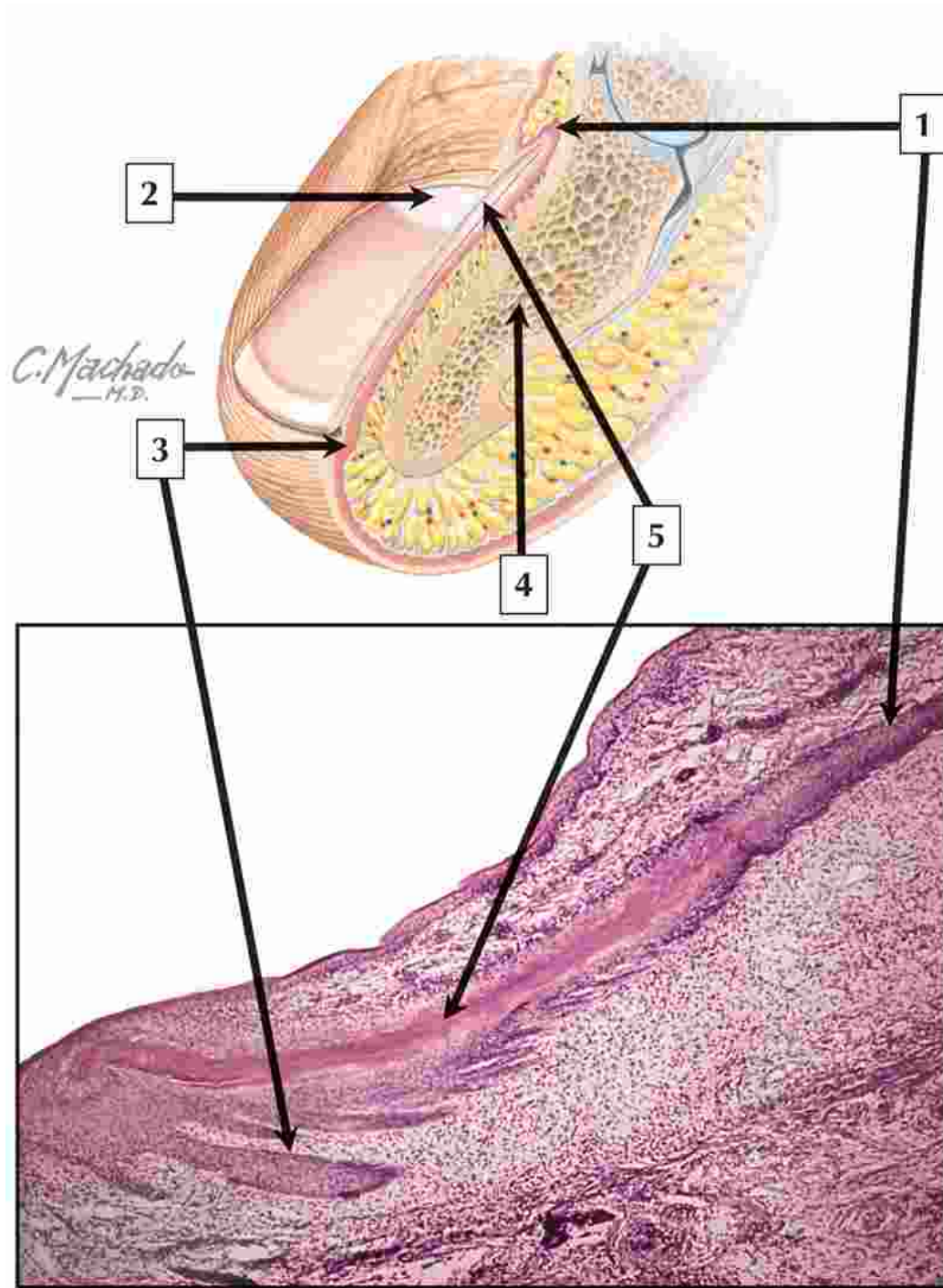
Comentario: Por lo general, las glándulas sebáceas se suelen asociar al pelo y se encuentran entre un folículo piloso y su músculo piloerector, en la dermis. Se trata de glándulas holocrinas, en las que parte del producto de la secreción, conocido como *sebo*, está compuesto por células descompuestas ricas en lípidos. Estas glándulas alveolares simples o ramificadas son pálidas y ovoideas. El lípido del sebo se sintetiza en el abundante retículo endoplasmático liso y se agrega en un aparato de Golgi bien desarrollado formando gotas lipídicas. La secreción holocrina supone la descomposición de toda la célula sebácea. Las enzimas lisosómicas son las responsables de esta autólisis. El sebo es una compleja mezcla oleosa de lípidos (triglicéridos, ácidos grasos libres y colesterol). Reduce la pérdida de agua en la superficie de la piel y lubrica el pelo. También protege la piel frente a **infecciones y bacterias**.

Las glándulas sebáceas están reguladas por hormonas y aumentan de tamaño durante la pubertad, cuando producen una cantidad considerable de sebo, lo que puede dar lugar a la aparición de **acné** en la adolescencia.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico de varias glándulas sebáceas

Véase Netter. Histología esencial 11.16 y 11.17

11.12. Uñas



1. Matriz ungueal
2. Lúnula
3. Hiponiquio (lecho ungueal)
4. Hueso (falange distal)

5. Placa ungueal

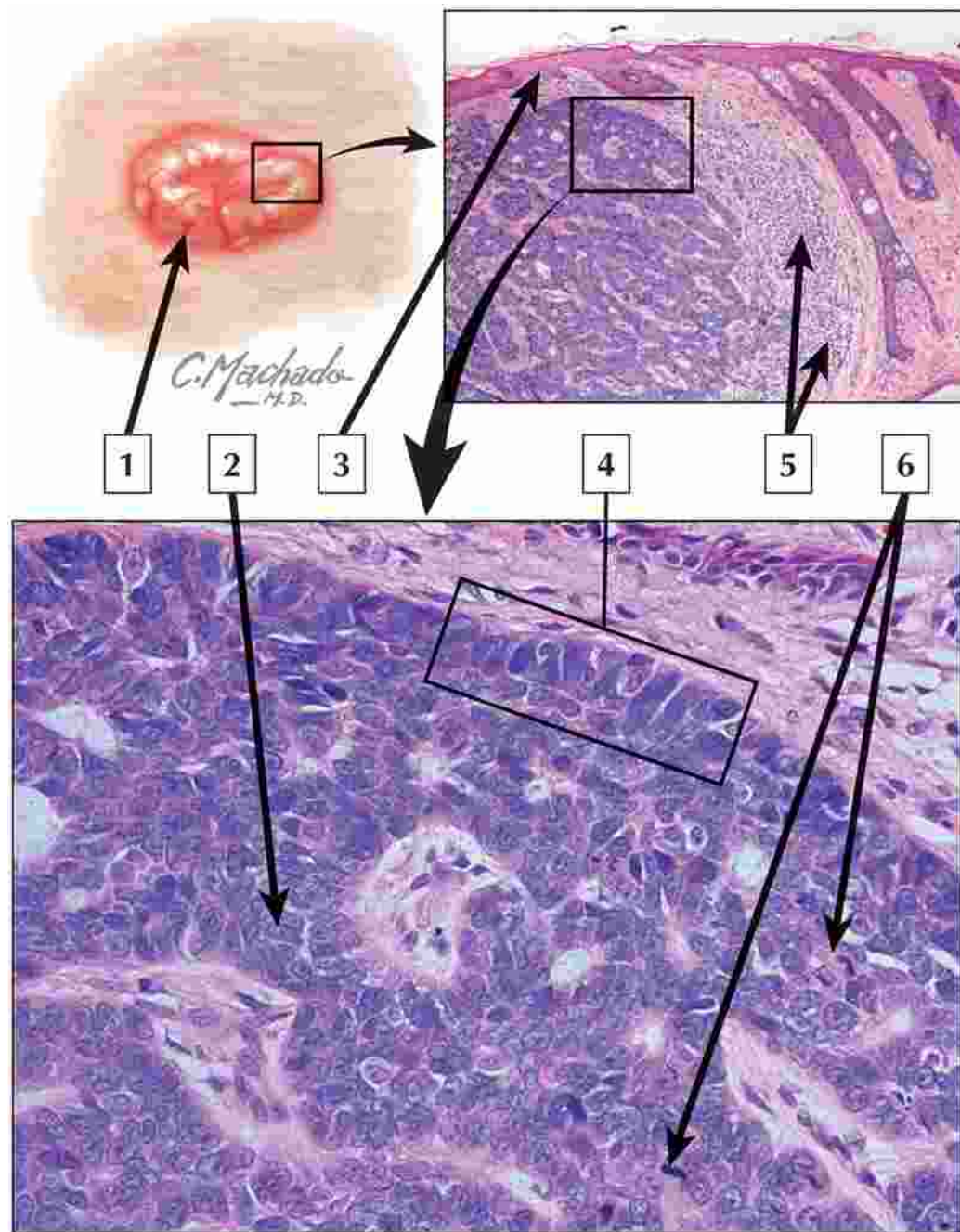
Comentario: Las uñas son modificaciones del estrato córneo situadas en el dorso de las falanges terminales de los dedos de manos y pies. El eponiquio es una capa superficial de epidermis que acaba degenerando durante las primeras etapas del desarrollo excepto en la base, donde persiste formando la cutícula. La placa ungueal está compuesta por queratina, intensamente eosinófila en los cortes teñidos con hematoxilina y eosina. Procede de las células germinativas de la matriz ungueal. El lecho ungueal o hiponiquio se encuentra por debajo de la placa ungueal. Es similar a la epidermis, salvo por el hecho de que sus papilas dérmicas se sitúan paralelas a la superficie ungueal. Esta orientación longitudinal permite a la placa ungueal desplazarse hacia fuera.

La **onicomicosis** es una **infección por hongos** de la placa ungueal que provoca engrosamiento, cambios de color, desfiguración y ruptura por separación tanto en las uñas de las manos como en las de los pies. Es difícil de tratar porque las uñas crecen lentamente y su aporte sanguíneo es muy escaso.

Esquema de una uña cortada sagitalmente e imagen al microscopio óptico de una uña fetal cortada longitudinalmente

Véase Netter. Histología esencial 11.18

11.13. Carcinoma basocelular



1. Carcinoma basocelular nodular
2. Célula tumoral basaloide (con un gran núcleo hipercromático)
3. Epidermis
4. Empalizada periférica de las células basaloideas
5. Infiltración por linfocitos

6. Figuras mitóticas (mitosis)

Comentario: El **carcinoma basocelular** (o **de células basales; CBC**) es un tumor epitelial **maligno** que se origina a partir del **estrato basal** o los **anexos pilosebáceos** de la **epidermis**. Esta neoplasia tiene dos patrones de crecimiento: 1) **proliferaciones multifocales**, que se extienden varios centímetros en la superficie de la epidermis, y 2) las **lesiones nodulares de CBC**, más frecuentes, que crecen en profundidad hacia la dermis subyacente en forma de nidos o cordones de células basófilas (o **basaloides**) con grandes núcleos hipercromáticos y citoplasma escaso. Se encuentran sumergidas en una matriz mucinosa rodeada por abundantes fibroblastos y linfocitos. Un rasgo llamativo de las células basaloides es la formación de empalizadas, de manera que las células se alinean como las tablas de una cerca.

Incidencia y tratamiento: Normalmente aparece en personas poco pigmentadas y en localizaciones expuestas a la radiación ultravioleta de la luz solar. El CBC es una forma de **cáncer de piel** que puede tratarse con una tasa elevada de curación si se diagnostica y trata a tiempo. Aparte de la extirpación con bisturí, la **cirugía micrográfica de Mohs** consigue la mayor tasa de curación y resulta especialmente útil para tratar tumores extensos o con bordes mal definidos en localizaciones como la cara, el cuello, el cuero cabelludo y los genitales. Otras modalidades de tratamiento son los **retinoides** sistémicos, el **imiquimod** tópico y la **terapia fotodinámica**.

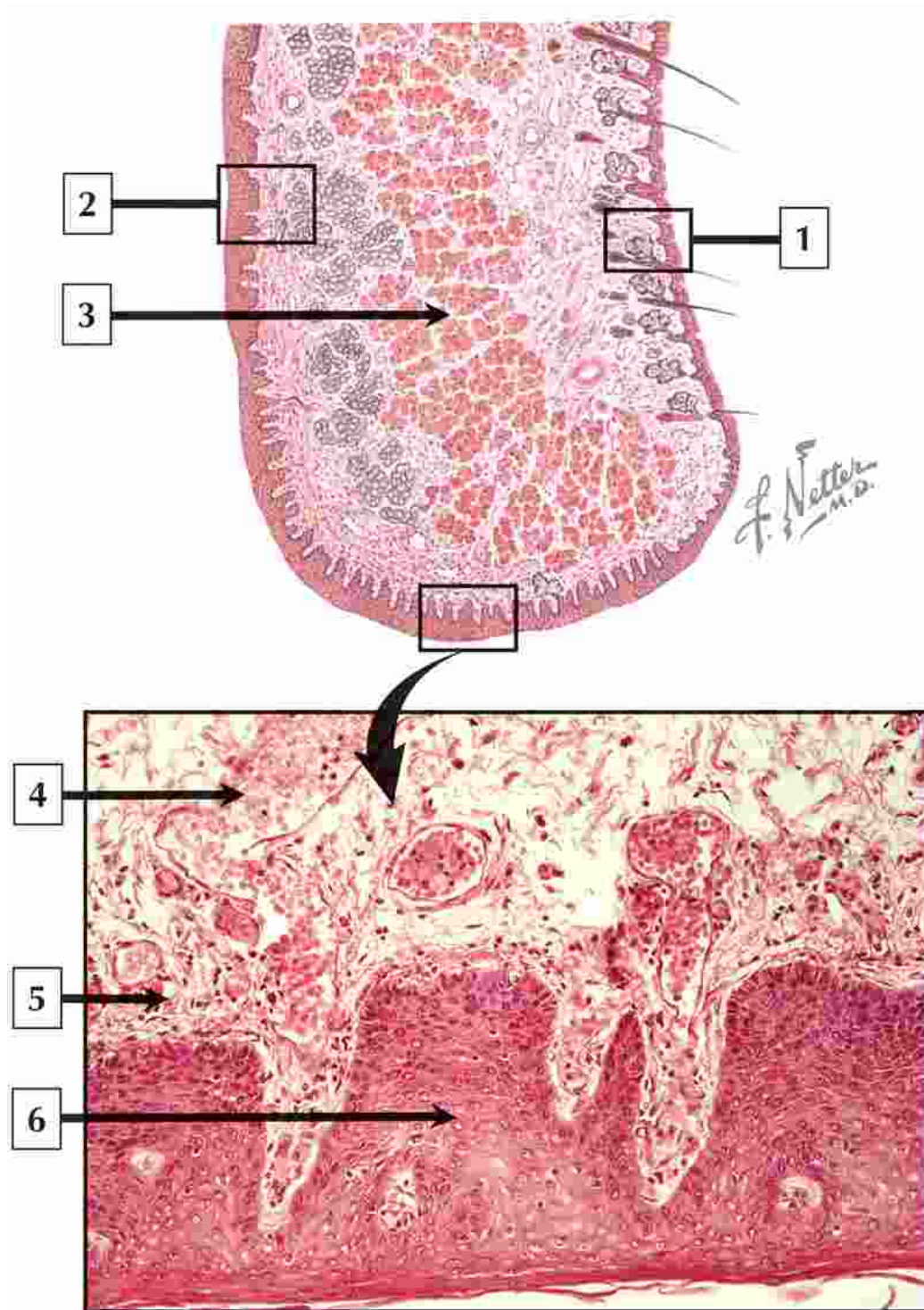
CBC nodular e imágenes al microscopio óptico, con bajo y gran aumento, de un CBC en piel fina

Véase Netter. Histología esencial 11.20

12: Tracto superior del tubo digestivo

- 12.1 Labio
- 12.2 Encía
- 12.3 Lengua
- 12.4 Paladar
- 12.5 Dientes
- 12.6 Glándulas salivales
- 12.7 Conductos estriados
- 12.8 Esófago
- 12.9 Esófago
- 12.10 Unión gastroesofágica
- 12.11 Sistema nervioso entérico
- 12.12 Carcinoma epidermoide de esófago

12.1. Labio



1. Parte externa (cutánea) del labio
2. Mucosa bucal
3. Músculo esquelético (orbicular de la boca)

4. Luz del vaso sanguíneo
5. Lámina propia (tejido conjuntivo laxo)
6. Epitelio plano estratificado queratinizado

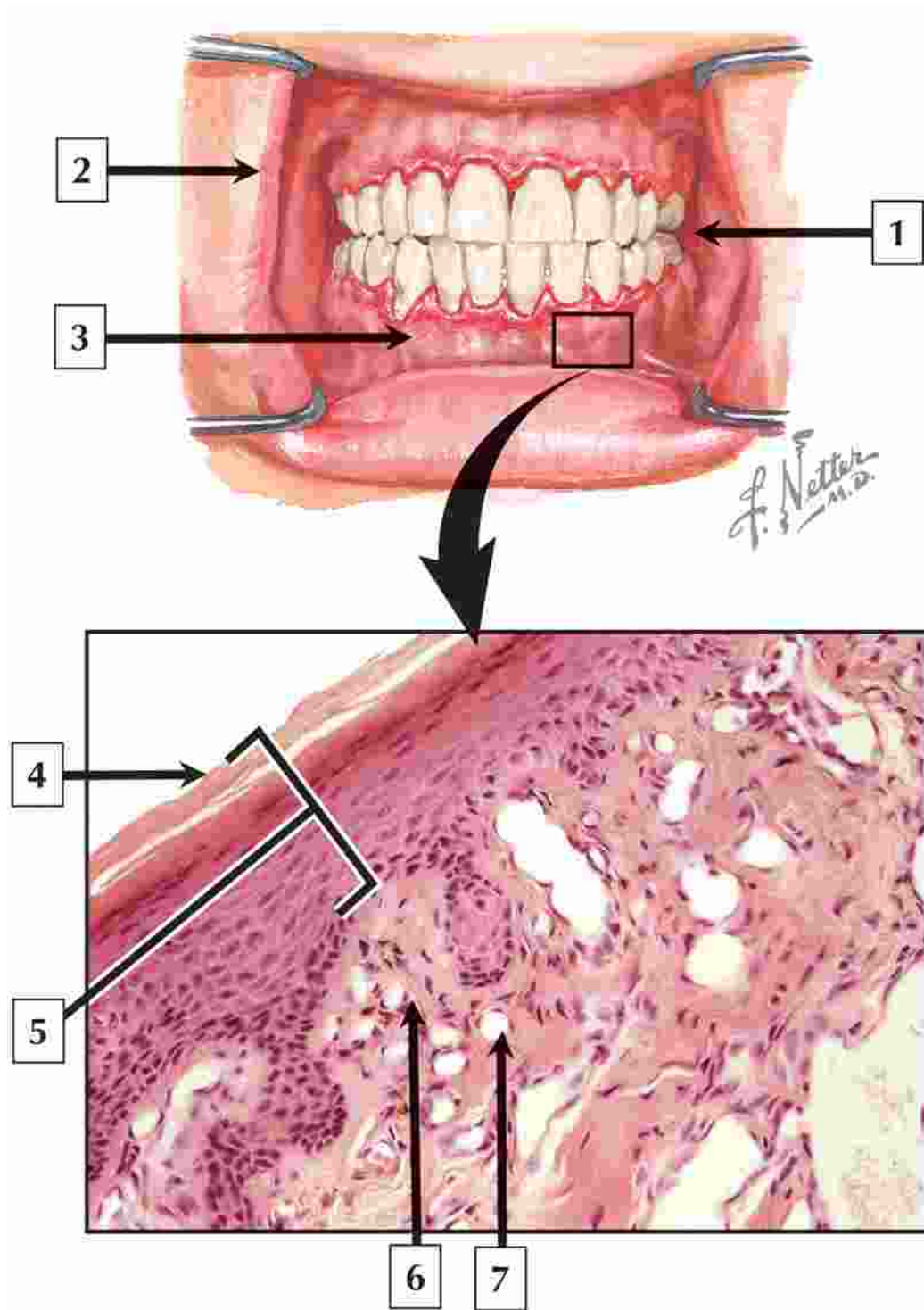
Comentario: Los labios constituyen una unión mucocutánea entre el tubo digestivo y el exterior. Protegen la entrada al tubo digestivo. Cada labio consta de tres partes: una porción cutánea, el borde libre (bermellón de los labios) y la mucosa bucal interna. El bermellón de los labios (o borde libre) es una zona de transición entre la piel y la mucosa bucal. Está compuesto por un epitelio plano estratificado grueso con escasa o ninguna queratina. Inmediatamente por debajo del epitelio hay unas papilas altas de tejido conjuntivo, cercanas a la superficie. El epitelio relativamente translúcido y la sangre de los capilares de las papilas son los causantes del bermellón del borde libre de los labios.

El tipo más frecuente de **neoplasia maligna** de la cavidad bucal es el **carcinoma** del labio, y casi el 95% de todos los casos de cáncer de labio son **carcinomas epidermoides**. A menudo se deben a la exposición crónica al sol. A diferencia de otros cánceres de cabeza y cuello, el carcinoma del labio puede curarse con relativa facilidad.

Esquema del labio e imagen al microscopio óptico del borde libre de los labios

Véase Netter. Histología esencial 12.2

12.2. Encía



1. Mucosa bucal de la mejilla
2. Borde libre del labio
3. Encía

4. Queratina
5. Epitelio plano estratificado queratinizado
6. Lámina propia
7. Capilar

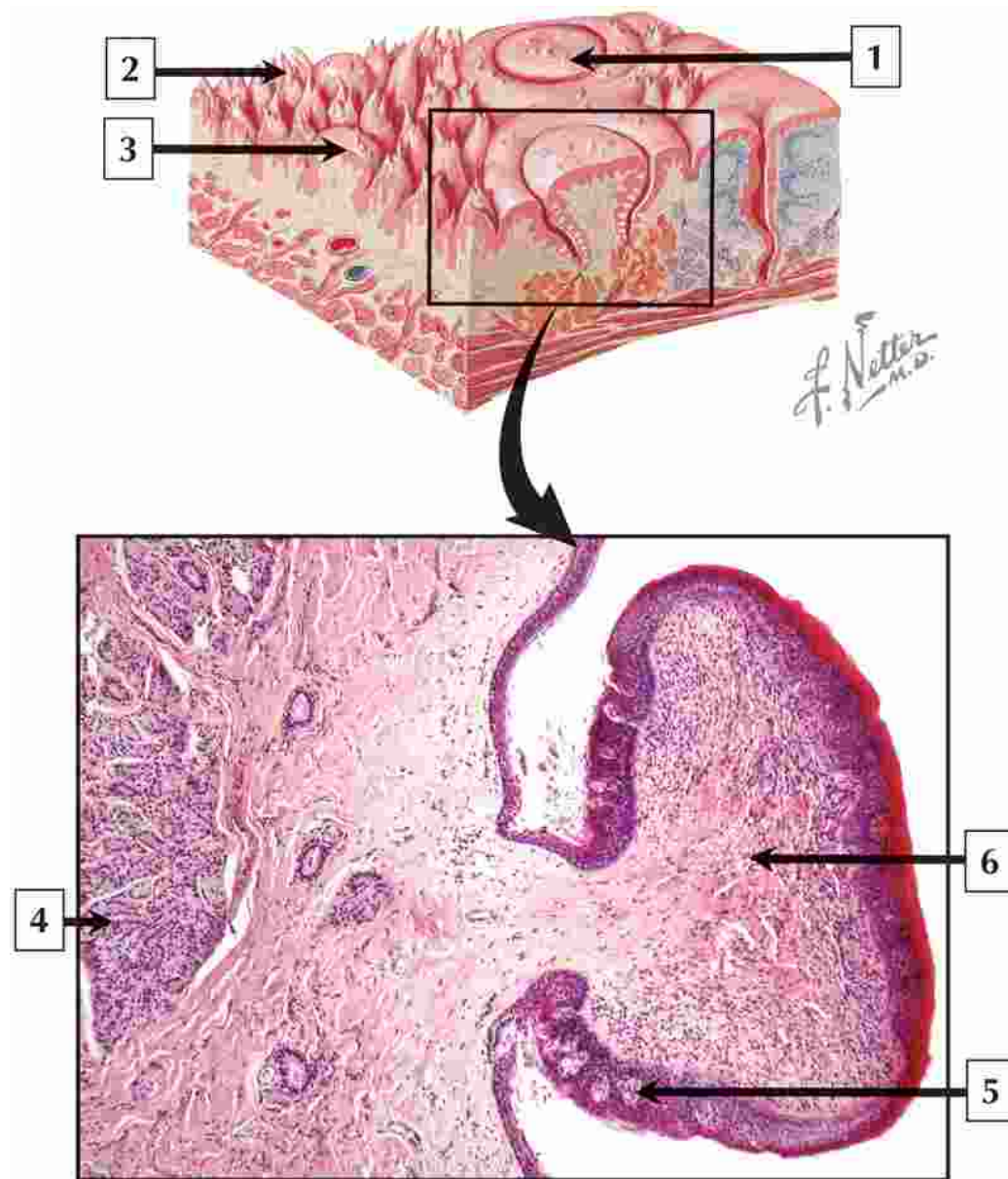
Comentario: La mucosa bucal está modificada a nivel regional para reflejar las diferencias en la función y la capacidad de resistir la fricción. Se clasifica en tres tipos: mucosa de revestimiento (labios, mejillas y paladar blando), mucosa masticatoria (encías y paladar duro) y mucosa especializada (dorso de la lengua). La encía es una mucosa que carece de glándulas. Rodea cada diente y envuelve las superficies externa e interna de las apófisis alveolares del maxilar superior y las porciones alveolares de la mandíbula.

La **gingivitis** (inflamación de las encías) puede deberse a una mala o insuficiente higiene bucal. Es el trastorno dental más frecuente en niños y adultos y por lo general se debe a la acumulación de placa dental o sarro, que contiene una gran cantidad de bacterias. Si no se trata, la gingivitis degenera en complicaciones más graves como la **periodontitis**, que supone la destrucción del hueso alveolar y, en último término, la pérdida de piezas dentales.

Esquema de parte de la cavidad bucal e imagen al microscopio óptico de la encía

Véase Netter. Histología esencial 12.4

12.3. Lengua



1. Papila caliciforme
2. Papila filiforme
3. Papila fungiforme
4. Glándula serosa de von Ebner
5. Papila gustativa
6. Lámina propia de la papila caliciforme

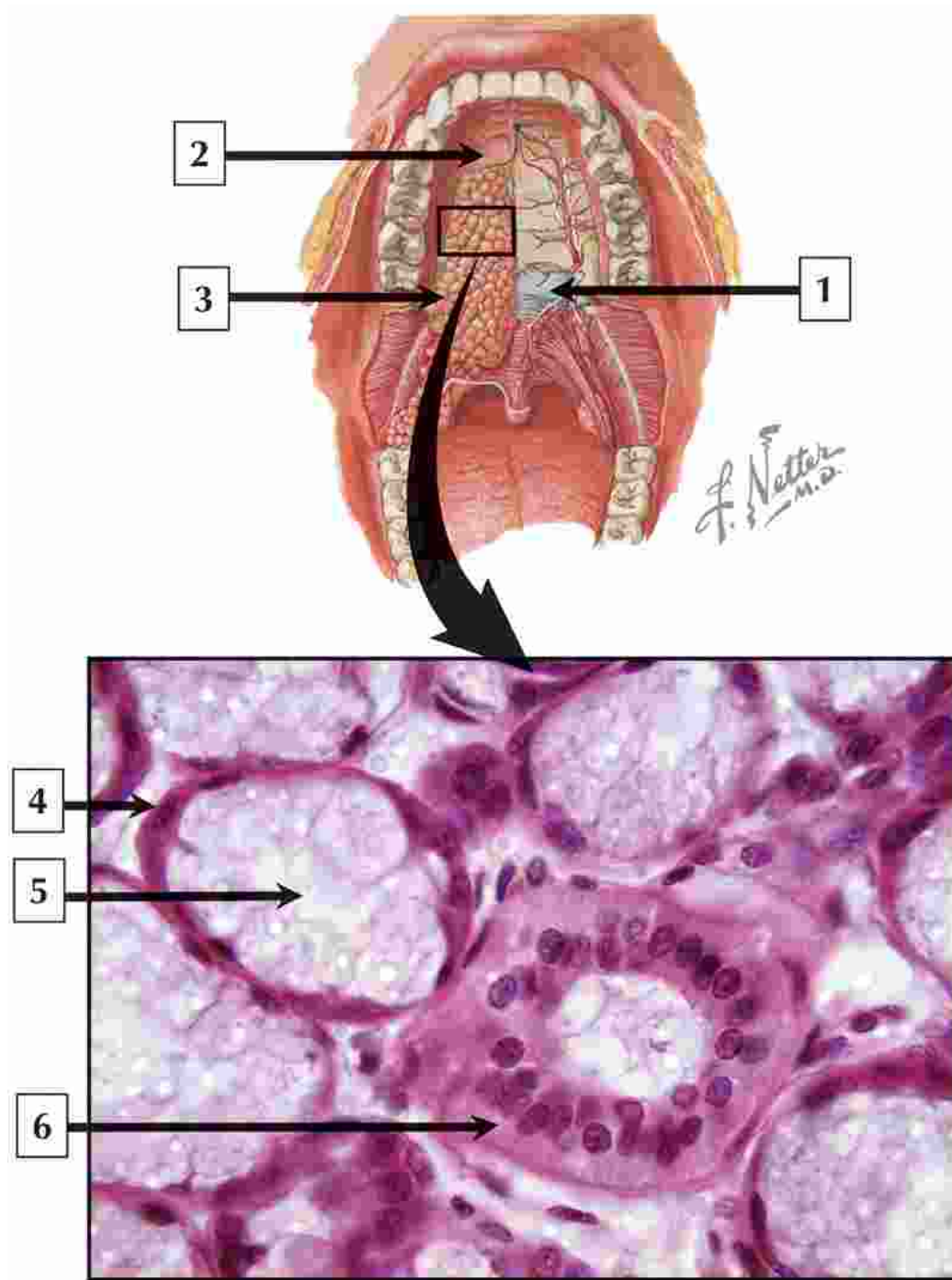
Comentario: La lengua es un órgano muscular móvil cubierto externamente por una mucosa. Su superficie inferior está recubierta por un epitelio plano estratificado no queratinizado liso, pero la superficie dorsal rugosa de los dos tercios anteriores de la lengua está cubierta por mucosa queratinizada. Se observan tres tipos principales de proyecciones desde la superficie (las papilas linguales). Se denominan, en función de sus diferentes formas, papilas *filiformes*, *fungiformes* y *caliciformes*. Las papilas caliciformes son las más grandes, con un diámetro de hasta 3 mm. Pueden estar queratinizadas de manera completa o parcial. Cada una de ellas se encuentra encastrada bajo la superficie y rodeada por un surco circular a modo de trinchera. Las glándulas serosas de von Ebner, situadas en la profundidad de la lámina propia, drenan en la base de cada surco, y sus secreciones acuosas lo mantienen libre de residuos.

Los **cánceres bucales** son relativamente raros; los principales factores de riesgo para la aparición de un **carcinoma epidermoide** de la lengua son el consumo de alcohol y el tabaquismo. Los carcinomas linguales son más frecuentes en hombres que en mujeres.

Esquema del dorso de la lengua e imagen al microscopio óptico de una papila caliciforme y de las glándulas serosas de von Ebner subyacentes

Véase Netter. Histología esencial 12.5 y 12.6

12.4. Paladar



1. Paladar blando
2. Paladar duro
3. Glándulas palatinas
4. Célula mioepitelial en la base de un acino mucoso

5. Luz del acino mucoso de la glándula palatina
6. Célula de epitelio cilíndrico del conducto de la glándula palatina

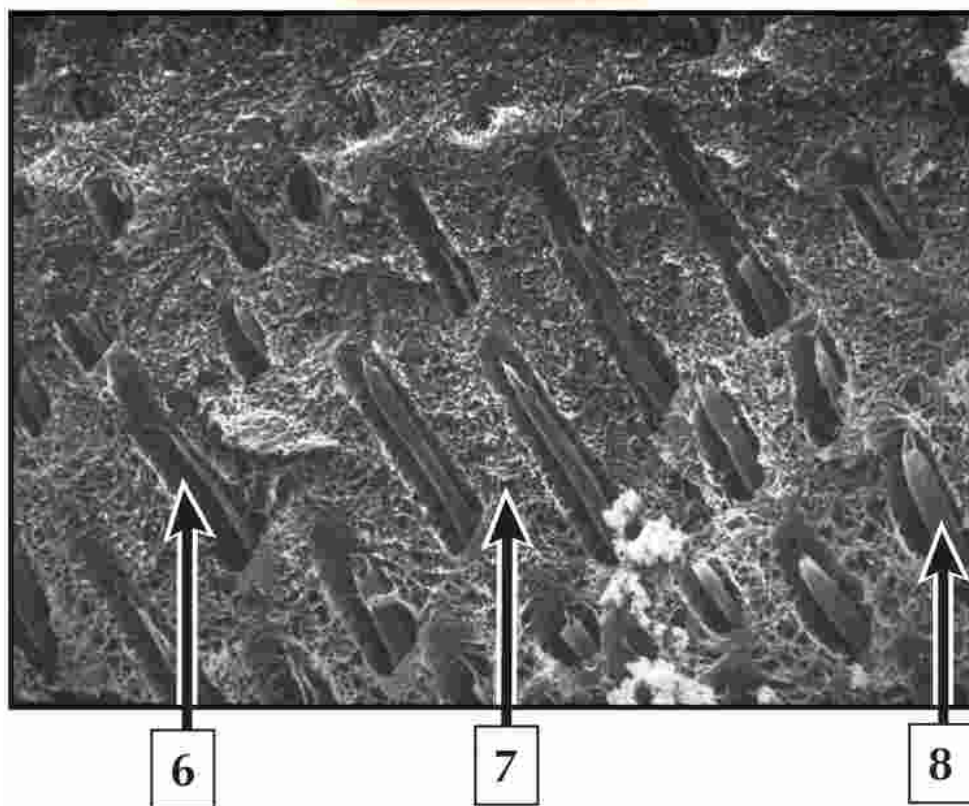
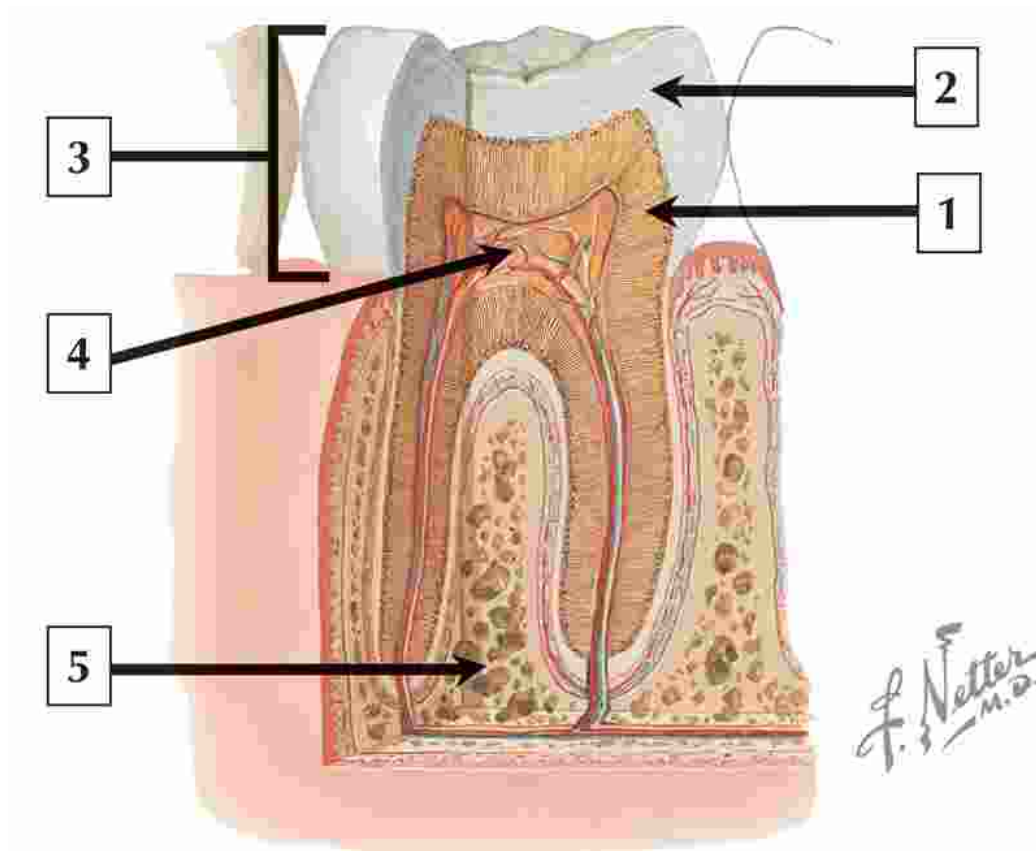
Comentario: El paladar forma el techo de la boca y separa la cavidad bucal de las fosas nasales. La parte anterior es el paladar duro, y la posterior, el paladar blando. El paladar duro está cubierto por mucosa masticatoria que actúa como superficie de trabajo para la lengua, que ejerce presión sobre el paladar durante la masticación y la deglución. Las pequeñas glándulas palatinas secretoras de moco de la submucosa están conectadas con la superficie epitelial por conductos. El paladar blando (un pliegue móvil con una proyección cónica llamada úvula) cierra la comunicación entre la nasofaringe y la orofaringe durante la deglución. A diferencia del paladar duro, el paladar blando carece de hueso. Las glándulas mucosas de la submucosa del paladar blando se encuentran cerca de la superficie bucal. En cambio, las glándulas seromucosas mixtas se localizan en la porción nasofaríngea.

La **fisura palatina** es una malformación congénita causada por el fallo en la fusión de los procesos palatinos durante la gestación. El tratamiento quirúrgico poco después del parto tiene una tasa de éxito muy elevada.

Esquema del techo de la boca e imagen al microscopio óptico de parte de una glándula palatina

Véase Netter. Histología esencial 12.7

12.5. Dientes



1. Dentina y túbulos dentinarios
2. Esmalte
3. Corona del diente
4. Pulpa dental con vasos y nervios
5. Hueso
6. Túbulo dentinario
7. Matriz de la dentina
8. Prolongación de un odontoblasto

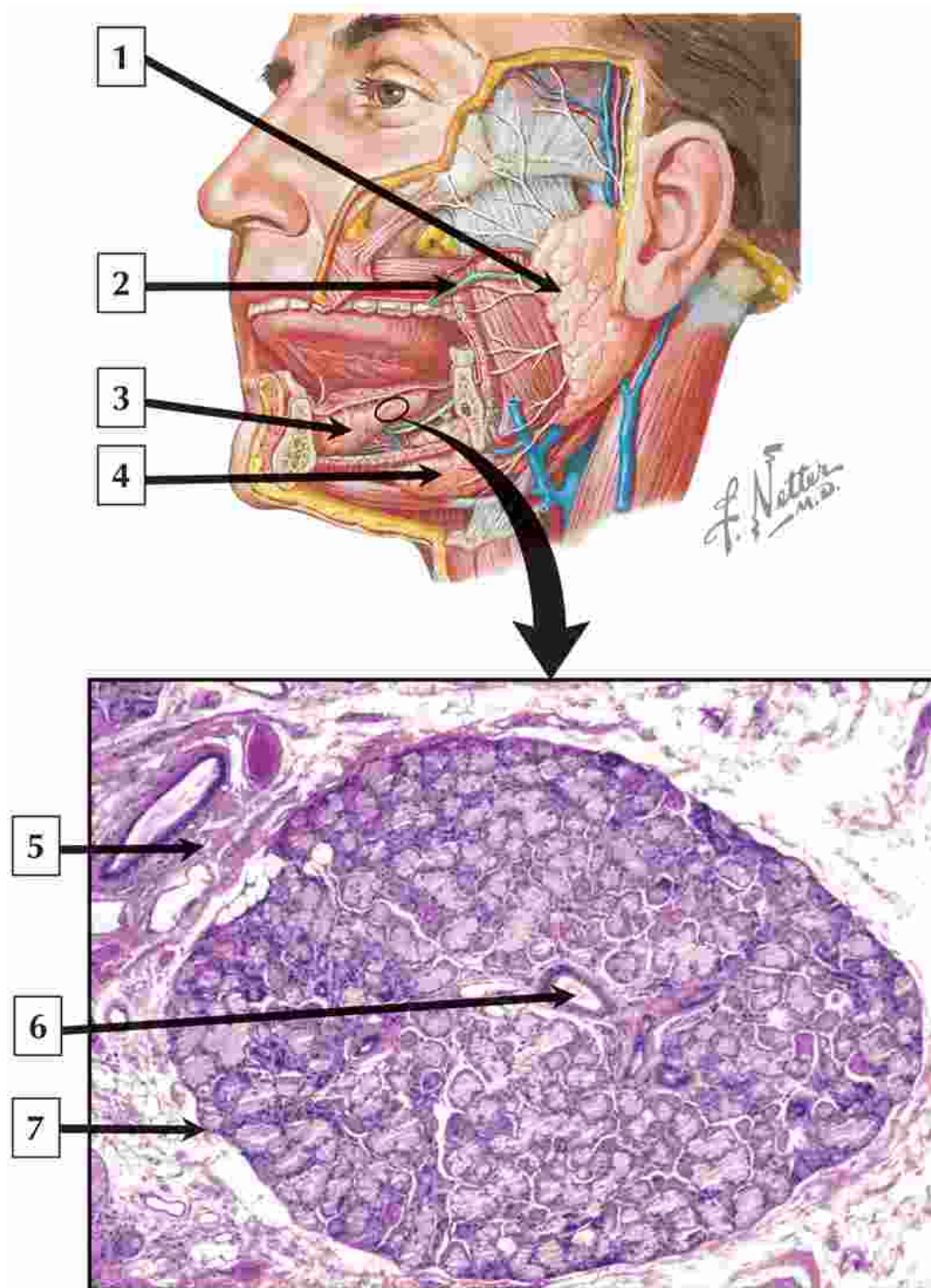
Comentario: Cada diente consiste en una corona libre que se proyecta por encima de la encía, y una o más raíces sumergidas en un saco (o alveolo) óseo excavado en los maxilares. Una cavidad pulpar central se extiende hacia los conductos radiculares, y la pulpa dental contiene vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios que salen por los orificios apicales. Las paredes del diente están constituidas por tres tejidos mineralizados: dentina, esmalte y cemento. La dentina rodea la cavidad pulpar y constituye la mayor parte del diente. Se trata de un tejido duro pero resistente que presenta estriaciones radiales correspondientes a los túbulos dentinarios. La luz de un túbulo dentinario contiene la prolongación citoplasmática apical de un odontoblasto.

La **caries dental** está causada por bacterias productoras de ácido que disuelve el esmalte. Las bacterias pueden penetrar en las capas más profundas de los dientes y llegar a la pulpa, provocando dolor, infección local y pérdida de la pieza dental. La fluoración del agua potable ha reducido drásticamente la incidencia de caries.

Esquema de un diente e imagen al microscopio electrónico de barrido de alta resolución de los túbulos dentinarios

Véase Netter. Histología esencial 12.8 y 12.10

12.6. Glándulas salivales



1. Glándula parótida
2. Conducto parotídeo (de Stenon)
3. Glándula sublingual

4. Glándula submandibular
5. Estroma (tejido conjuntivo laxo)
6. Conducto intralobulillar
7. Lobulillo de una glándula salival mixta (seromucosa)

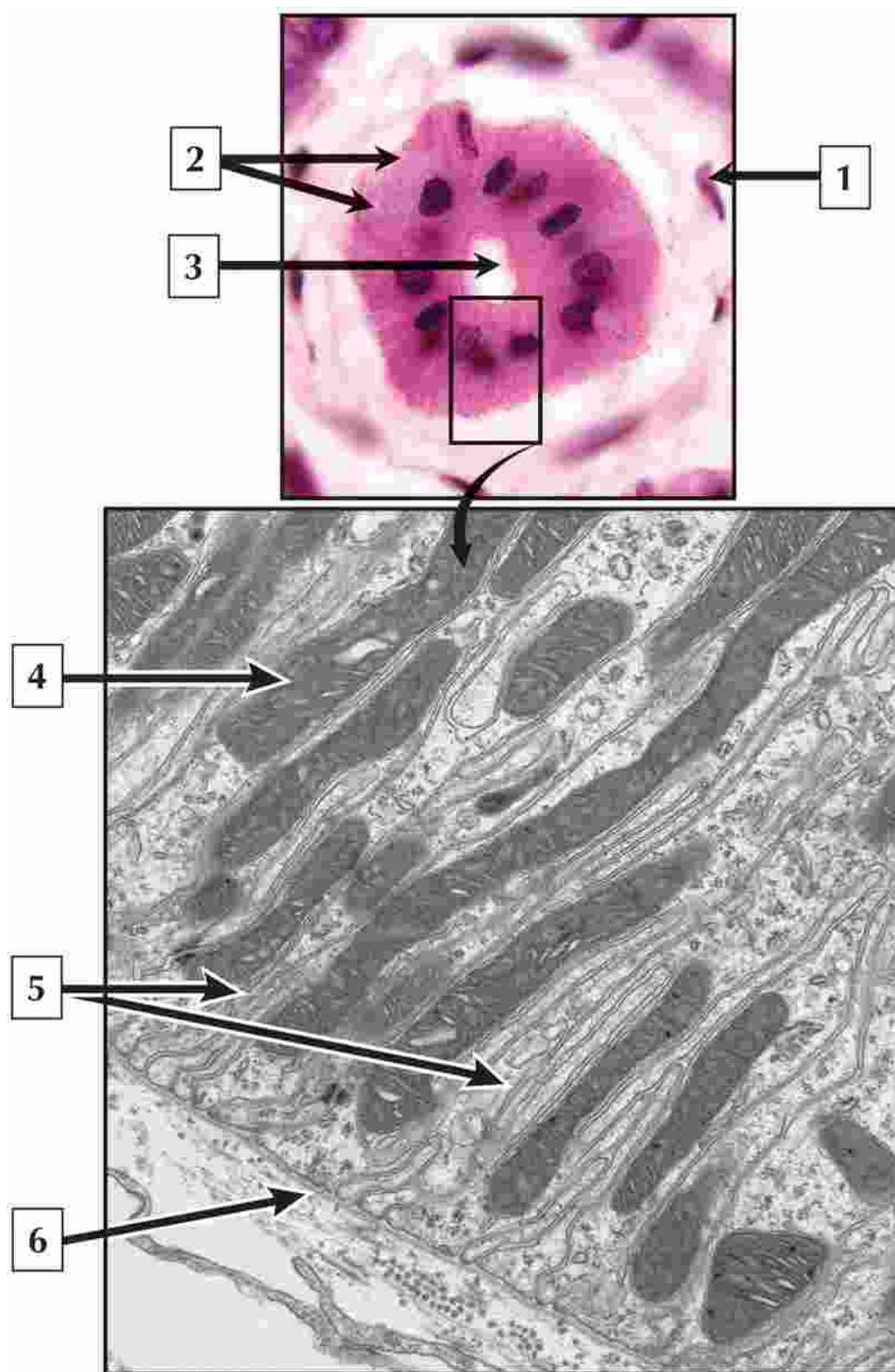
Comentario: Existen tres pares de glándulas salivales mayores (parótida, submandibular y sublingual) y varias glándulas salivales menores que producen saliva y drenan los productos de la secreción a la cavidad bucal a través de conductos. La saliva es una suspensión acuosa viscosa de moco, enzimas, iones inorgánicos y anticuerpos. Lubrica y protege los tejidos bucales y constituye un disolvente acuoso para el sentido del gusto. También contribuye a controlar la flora microbiana de la cavidad bucal (a través de las inmunoglobulinas) e inhibe la caries dental (a través de la lisozima bacteriana). El parénquima de las glándulas salivales está organizado en lobulillos de distintos tamaños separados por un estroma intermedio formado por tejido conjuntivo.

La mucosa bucal es la puerta de entrada para **patógenos** y **sustancias irritantes** al tubo digestivo y el aparato respiratorio. La reparación de la mucosa bucal en respuesta a las **enfermedades** o las **infecciones** es mucho más eficaz que la de la piel, ya que apenas se forman cicatrices tras una lesión.

Esquema de las glándulas salivales mayores e imagen al microscopio óptico de un lobulillo de la glándula sublingual

Véase Netter. Histología esencial 12.11

12.7. Conductos estriados



1. Fibroblasto en el estroma
2. Estriaciones basales
3. Luz del conducto estriado
4. Mitocondria
5. Invaginaciones de la membrana plasmática basal
6. Lámina basal

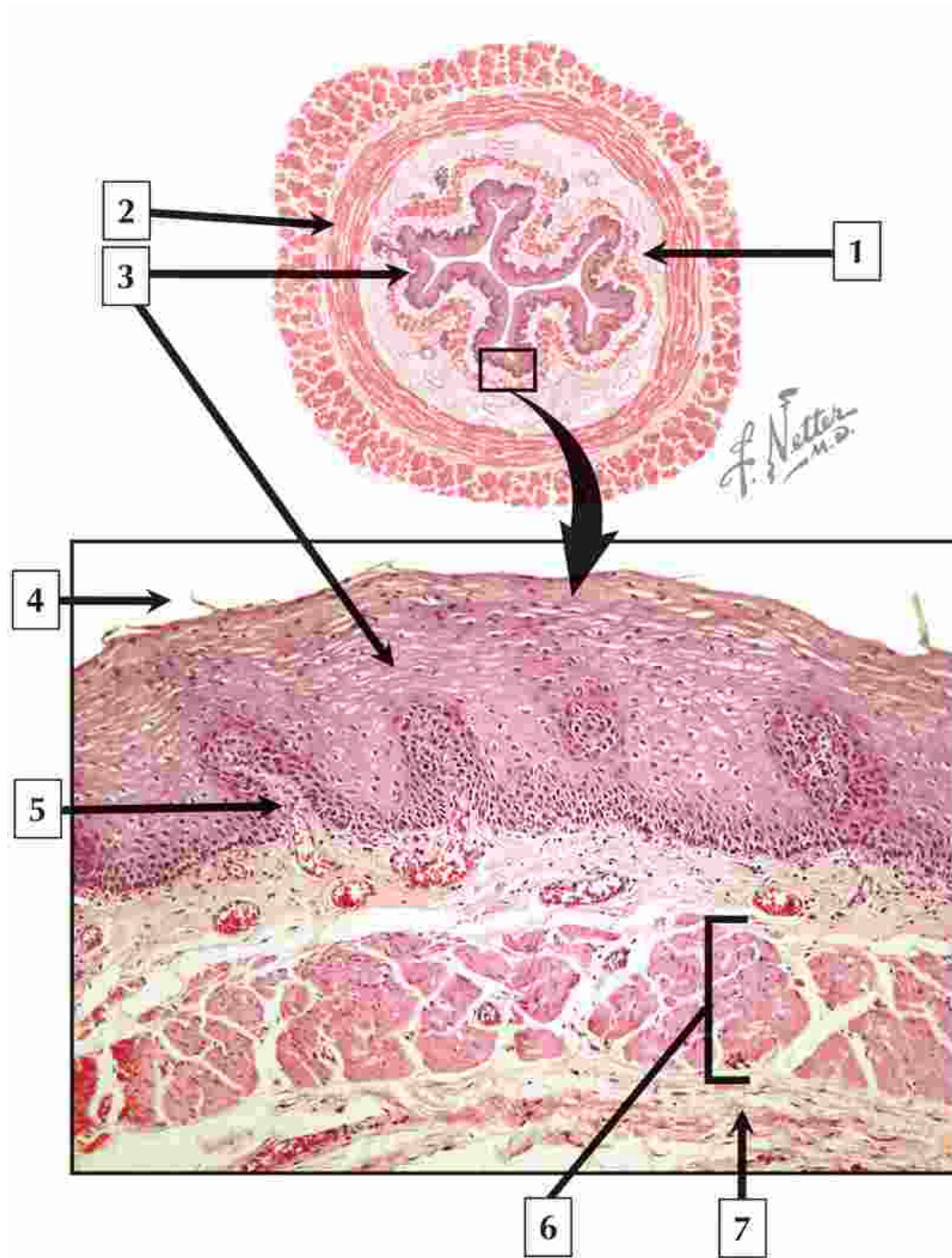
Comentario: Los conductos estriados se encuentran exclusivamente en las glándulas salivales. Modifican la composición de la saliva, haciéndola hipotónica. Las estriaciones basales de las células de epitelio cilíndrico simple que forman estos conductos las separan de otras partes del sistema del conducto. En los cortes teñidos con hematoxilina y eosina, las células de los conductos son intensamente eosinófilas debido a la abundancia de mitocondrias. Las estriaciones basales son invaginaciones de la membrana plasmática. La ultraestructura de los conductos estriados se corresponde con su función como epitelio transportador de iones. Las invaginaciones basales de la membrana plasmática, que son perpendiculares a la base de las células, aumentan considerablemente la superficie dedicada a la función de la célula. Las mitocondrias alargadas se disponen paralelamente en hileras entre estas invaginaciones. Esta disposición facilita el transporte activo de iones, ya que proporcionan energía en forma de ATP en aquellas localizaciones donde tiene lugar la reabsorción activa de iones de sodio (Na^+).

El **oncocitoma** es una **neoplasia benigna** rara que suele aparecer en la parótida; se cree que se origina a partir de las células de los conductos estriados. Estos **tumores** están formados por oncocitos con un citoplasma granular eosinófilo y una gran cantidad de mitocondrias apicales.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico de los conductos estriados de las glándulas salivales

Véase Netter. Histología esencial 12.13 y 12.14

12.8. Esófago



1. Submucosa
2. Músculo circular
3. Epitelio plano estratificado no queratinizado
4. Luz del esófago
5. Papila de tejido conjuntivo

6. Capa muscular de la mucosa
7. Submucosa

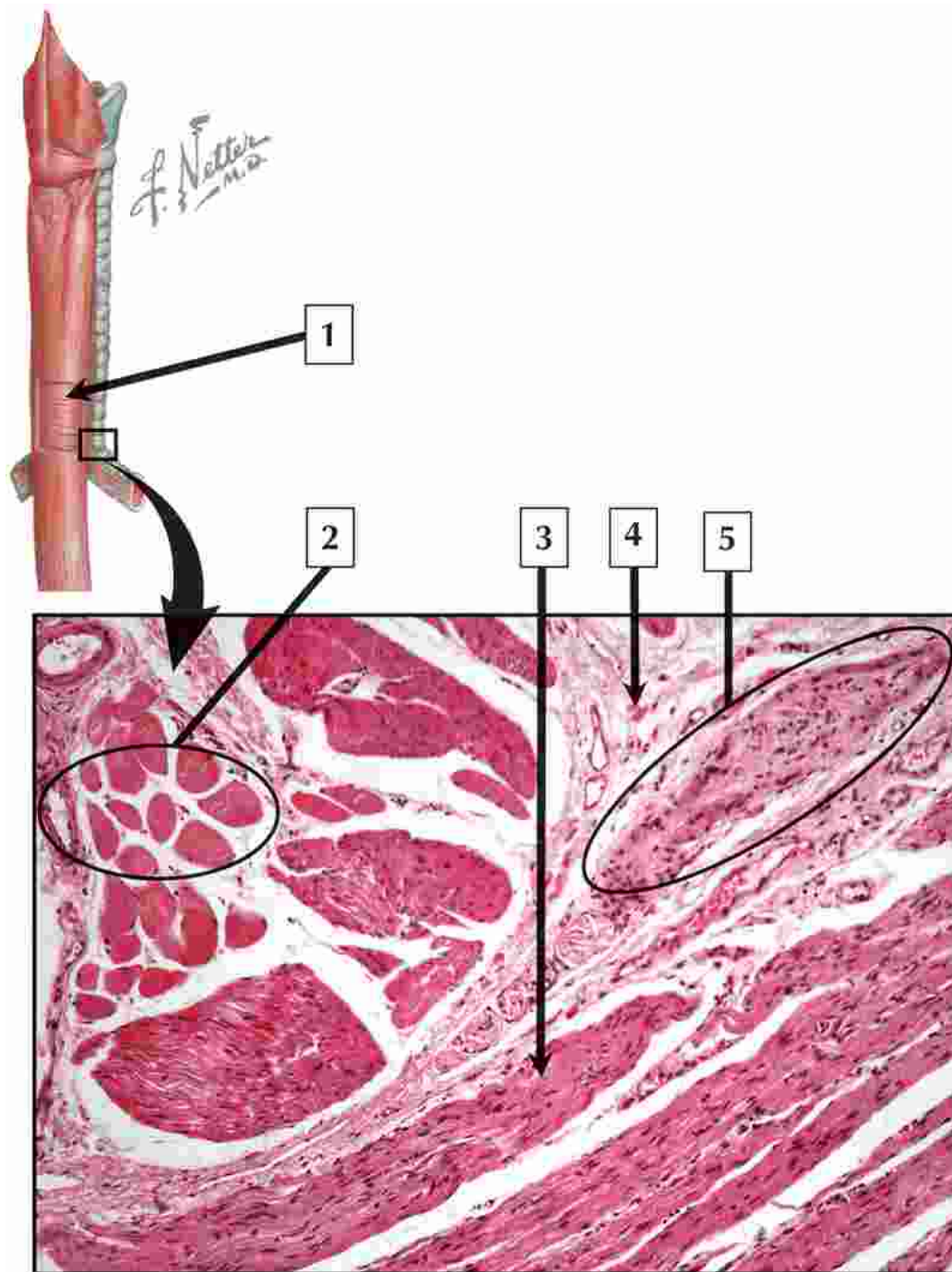
Comentario: El esófago es un tubo hueco que mide unos 25 cm de largo en el adulto; impulsa los alimentos parcialmente digeridos desde la faringe hasta el estómago. Su pared está compuesta por cuatro capas concéntricas: mucosa, submucosa, muscular externa y adventicia. La mucosa esofágica consiste en epitelio plano estratificado no queratinizado, la lámina propia subyacente y la prominente capa muscular de la mucosa.

El **esófago de Barrett** se caracteriza por la **metaplasia** del epitelio esofágico, que consiste en la presencia de un epitelio cilíndrico simple, similar al del estómago, en sustitución del epitelio plano estratificado habitual. Un síntoma frecuente es la **pirosis**, o ardor de estómago.

Esquema del esófago en el que se muestran sus cuatro capas concéntricas e imagen al microscopio óptico de la mucosa esofágica

Véase Netter. Histología esencial 12.15 y 12.16

12.9. Esófago



1. Capa de músculo liso circular
2. Músculo esquelético (corte transversal)
3. Músculo liso (corte longitudinal)
4. Tejido conjuntivo laxo

5. Plexo de Auerbach (mientérico)

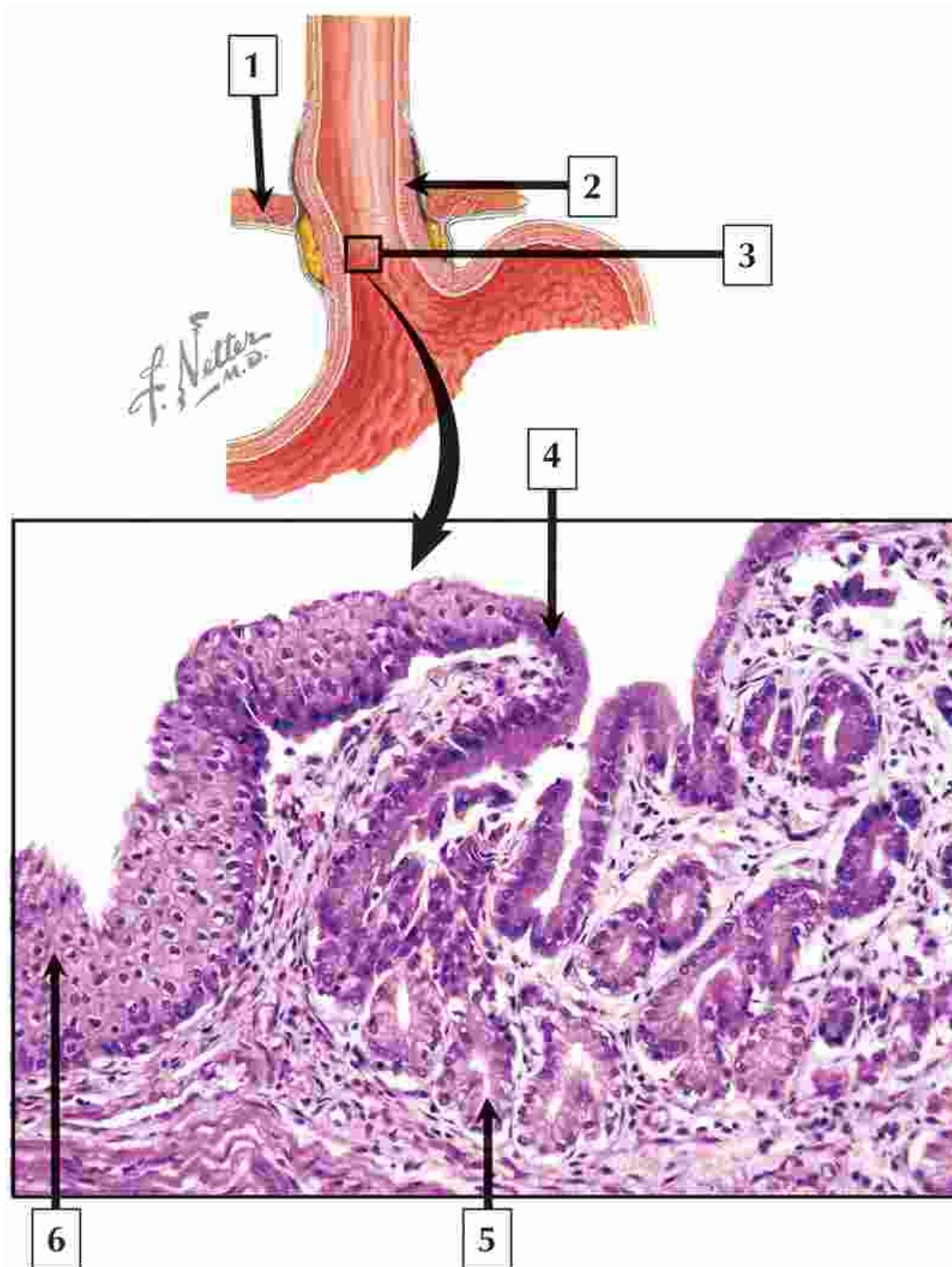
Comentario: La muscular externa del esófago, con un grosor de 0,5-2 mm, consta de una capa interna de músculo circular y una capa externa de músculo longitudinal. En el tercio superior del estómago, ambas capas contienen únicamente fibras de músculo esquelético cuyas placas motoras reciben terminaciones de los pares craneales IX y X. Sin embargo, estas fibras musculares son únicas en el sentido de que su contracción es involuntaria. En el tercio medio del esófago hay células de músculo liso internas al músculo esquelético y su número aumenta a medida que se avanza en sentido distal.

En el tercio inferior del esófago pueden aparecer venas submucosas anormalmente dilatadas, conocidas como **varices esofágicas**. A menudo se asocian a **cirrosis** hepática e **hipertensión portal**. Estas varices pueden romperse y producir **hemorragias** potencialmente mortales.

Esquema de la musculatura del esófago e imagen al microscopio óptico de parte de la capa muscular externa en la que se muestra el plexo mientérico

Véase Netter. Histología esencial 12.18

12.10. Unión gastroesofágica



1. Diafragma
2. Muscular externa (esfínter esofágico inferior)
3. Línea Z (unión gastroesofágica)
4. Epitelio (cilíndrico simple) de la superficie gástrica
5. Glándula del cardias

6. Epitelio plano estratificado no queratinizado del esófago

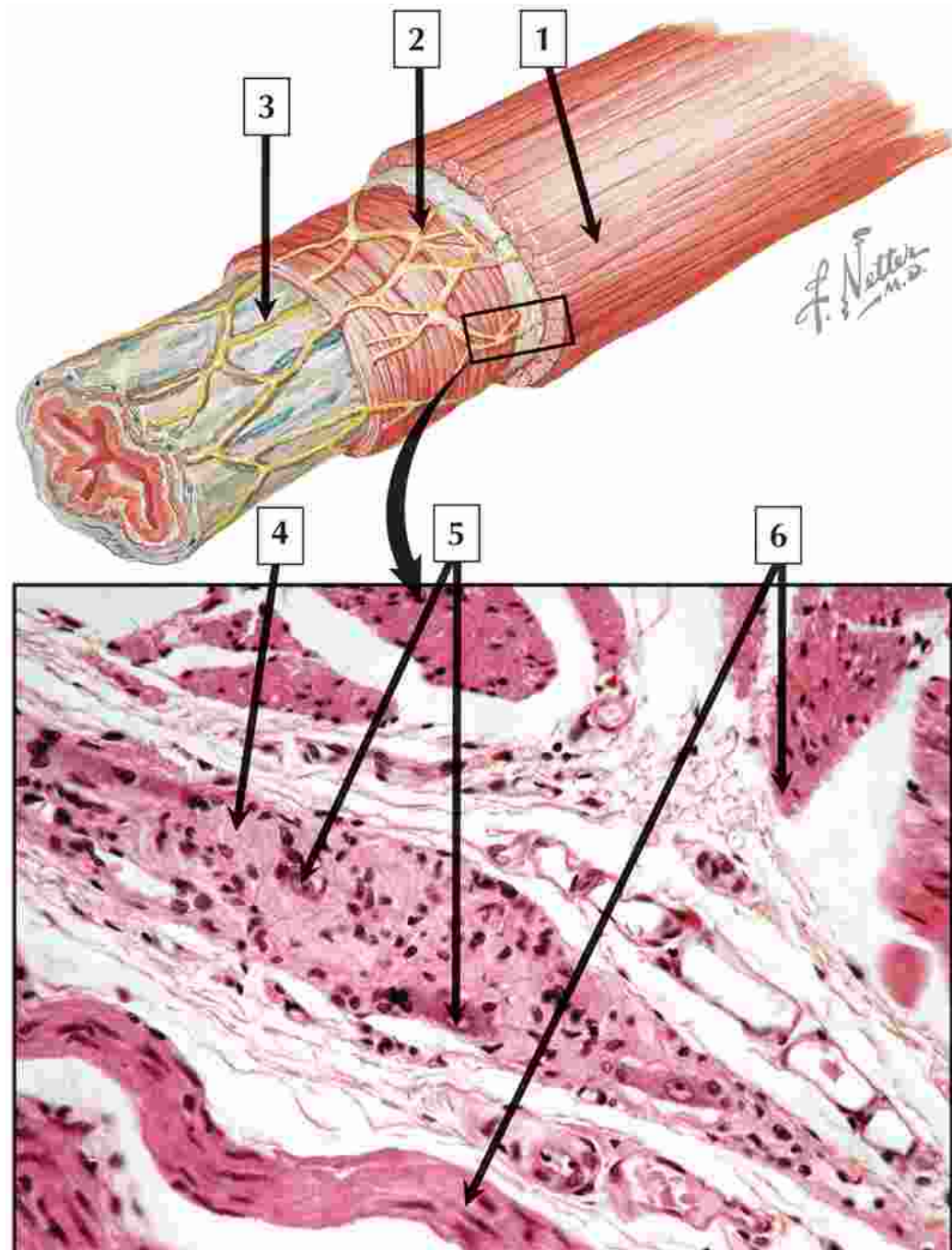
Comentario: En la unión gastroesofágica se produce una transición histológica brusca. El revestimiento epitelial constituye una unión plano-cilíndrica, cuya importancia clínica radica en que es la localización más frecuente del carcinoma esofágico. Este borde estriado, conocido como *línea Z*, se identifica fácilmente en la endoscopia y muestra un cambio característico de coloración, pasando de ser pálido en la parte superior a rojo intenso en la inferior. El epitelio plano estratificado no queratinizado se convierte en el epitelio cilíndrico simple del estómago. En la lámina propia, cerca de la unión gastroesofágica, también pueden encontrarse agregados de tejido linfoide.

La **inflamación** del esófago con el consiguiente daño epitelial se denomina **esofagitis**. Su causa más frecuente es el reflujo del contenido gástrico hacia la porción inferior del esófago, lo que altera la capacidad de reparación de la mucosa esofágica. La **enfermedad por reflujo gastroesofágico** es un trastorno crónico que suele afectar a personas mayores de 40 años.

Esquema e imagen al microscopio óptico de la unión gastroesofágica

Véase Netter. Histología esencial 12.19

12.11. Sistema nervioso entérico



1. Capa longitudinal (externa) de músculo liso
2. Plexo de Auerbach (mientérico)
3. Plexo de Meissner (submucoso)
4. Fibras nerviosas del plexo mientérico
5. Células ganglionares del plexo mientérico

6. Músculo liso

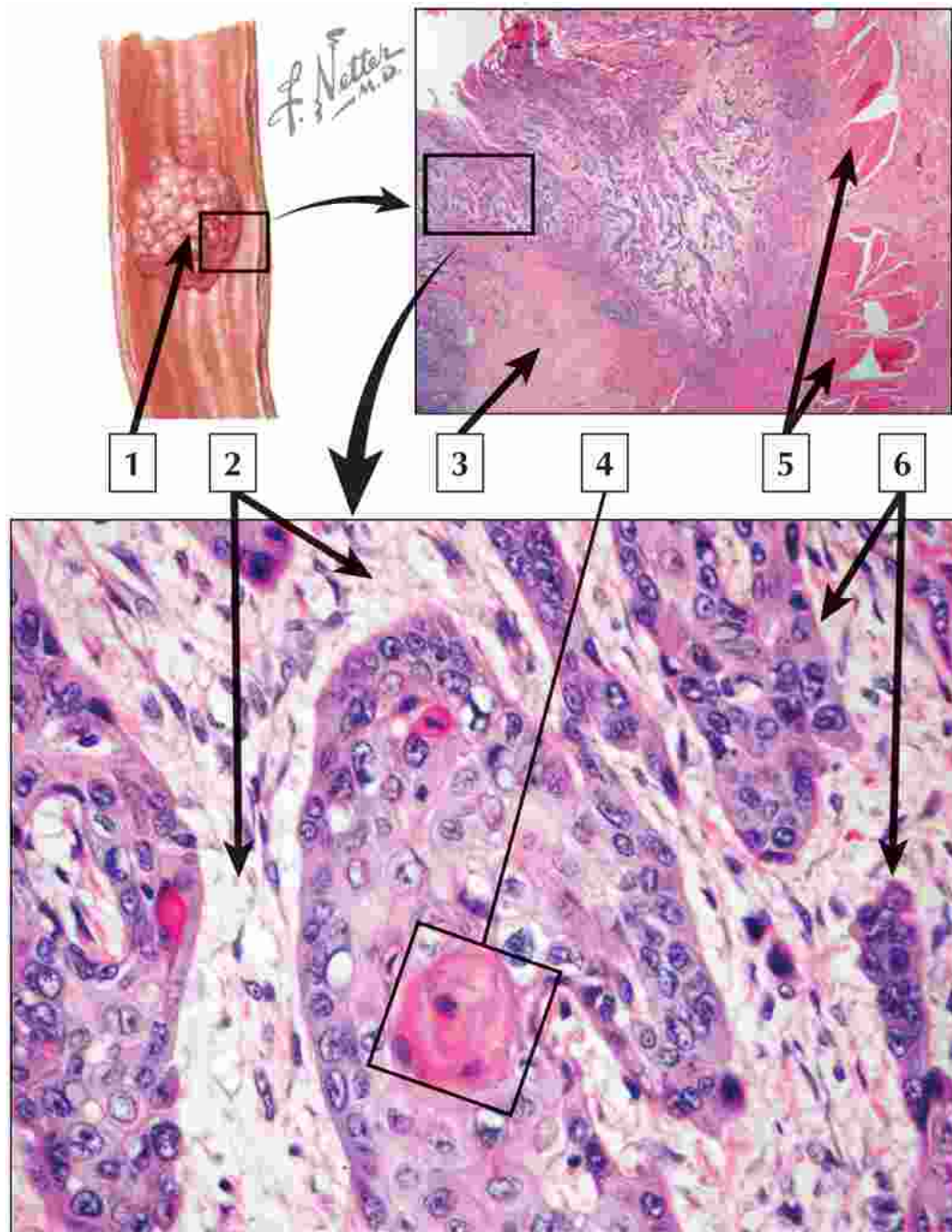
Comentario: Desde el esófago hasta el ano, el tubo digestivo tiene su propia inervación intrínseca, el *sistema nervioso entérico* (SNE), que consiste en una amplia red de fibras nerviosas, somas neuronales (células ganglionares) y células de soporte (glía). El SNE deriva embriológicamente de la cresta neural y consta de dos partes diferenciadas pero conectadas dentro de la pared del tubo digestivo. El plexo mientérico (de Auerbach), más extenso, se encuentra entre las capas interna y externa de músculo liso de la muscular externa. Regula principalmente la contracción del músculo liso, la peristalsis y la motilidad gastrointestinal. El plexo submucoso (de Meissner), más pequeño, regula la secreción glandular y el flujo sanguíneo local.

La **enfermedad de Hirschsprung** es un trastorno del desarrollo caracterizado por la ausencia de las células ganglionares del SNE. Provoca una descoordinación de la peristalsis, estreñimiento y obstrucción funcional. El tratamiento consiste en la extirpación quirúrgica de la región afectada seguida de la anastomosis de las zonas intactas.

Esquema del sistema nervioso entérico en el que se muestra la inervación del esófago e imagen al microscopio óptico de un plexo mientérico

Véase Netter. Histología esencial 12.20

12.12. Carcinoma epidermoide de esófago



1. Tumor en el tercio medio del esófago
2. Estroma de tejido conjuntivo
3. Fibrosis (de la submucosa)
4. Formación de «perlas» epidermoides (islas queratinizadas)
5. Muscular externa

6. Cordones de células tumorales

Comentario: Los **carcinomas epidermoides (CE)** aparecen con más frecuencia en el **tercio medio del esófago**, donde a menudo provocan estenosis. Los carcinomas epidermoides se originan a partir de la mucosa y pueden profundizar en la pared, invadiendo la capa muscular de la mucosa y la submucosa y llegando a la muscular externa. Las células tumorales se disponen en **cordones** y **nidos epiteliales** separados por un estroma de tejido conjuntivo; esta disposición recuerda en parte a la organización del epitelio plano estratificado. Cada célula posee grandes núcleos hipercromáticos, a menudo con mitosis, y los cordones muestran «**perlas**» **epidermoides**, similares a islas queratinizadas cerca de la superficie mucosa. También se observa fibrosis y un infiltrado de células inflamatorias.

Incidencia y tratamiento: El **carcinoma epidermoide esofágico** es el cáncer de esófago más frecuente en todo el mundo y la sexta causa de muerte relacionada con el cáncer. Aunque se diagnostican casi 400.000 casos nuevos al año, la incidencia de este tumor maligno de origen epitelial varía dependiendo de la región, siendo más frecuente en las regiones subdesarrolladas y rurales. Afecta predominantemente a adultos mayores de 45 años y es más frecuente en hombres que en mujeres. Las terapéuticas actuales son la **resección quirúrgica** con **radioterapia** y **quimioterapia neoadyuvantes**, pero el pronóstico es en general malo, con una tasa de supervivencia del 10% a los 5 años.

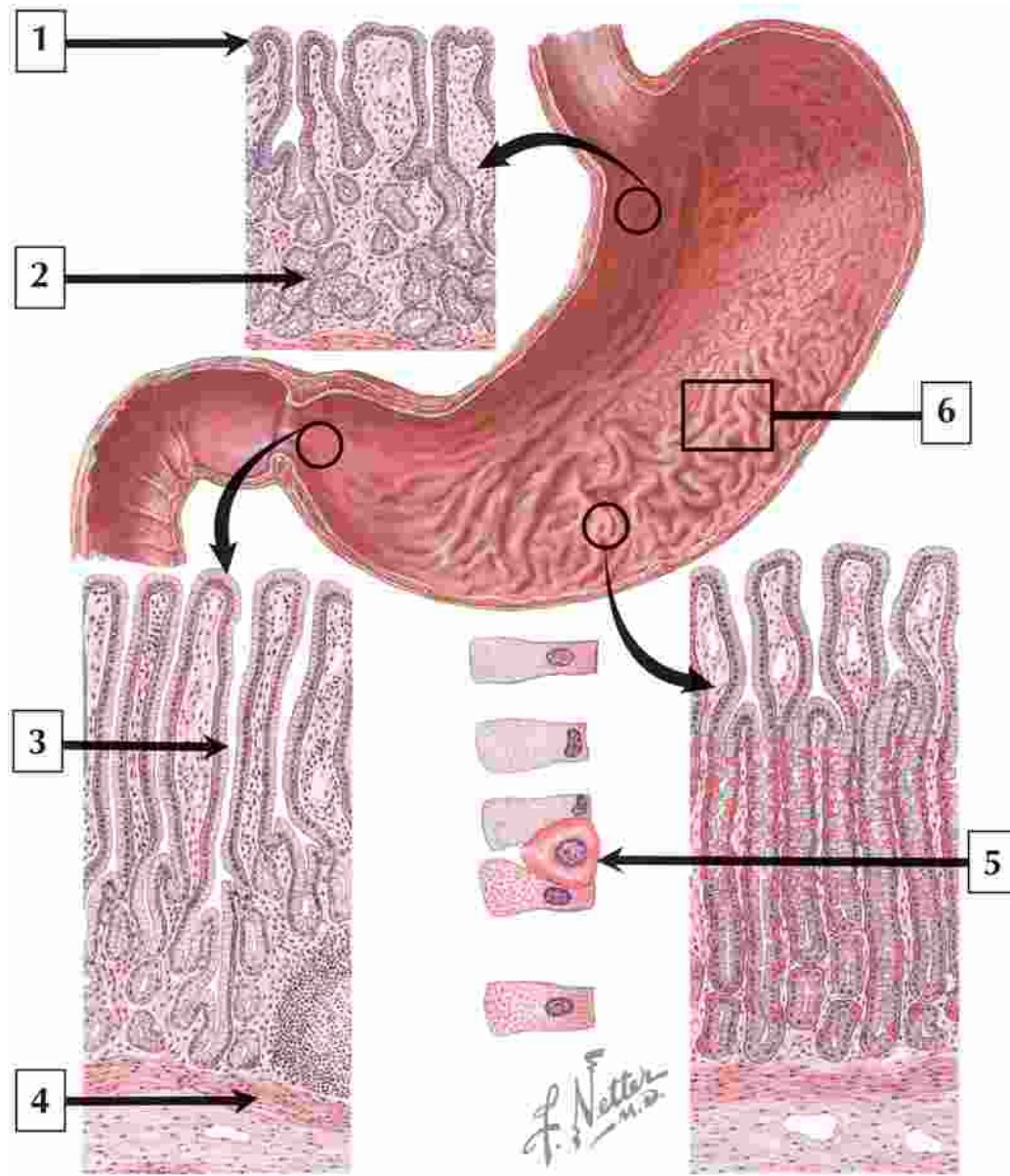
Carcinoma epidermoide de esófago e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de un carcinoma epidermoide de esófago

Véase Netter. Histología esencial 12.21

13: Tracto inferior del tubo digestivo

- 13.1 Estómago
- 13.2 Estómago
- 13.3 Células parietales
- 13.4 Células principales
- 13.5 Células enteroendocrinas
- 13.6 Duodeno
- 13.7 Yeyuno
- 13.8 Unión gastroduodenal
- 13.9 Enterocitos
- 13.10 Células caliciformes
- 13.11 Células de Paneth
- 13.12 Apéndice
- 13.13 Unión anorrectal
- 13.14 Cáncer colorrectal

13.1. Estómago



1. Célula mucosa superficial
2. Glándula del cardias
3. Cripta gástrica
4. Capa muscular de la mucosa
5. Célula parietal
6. Pliegue gástrico

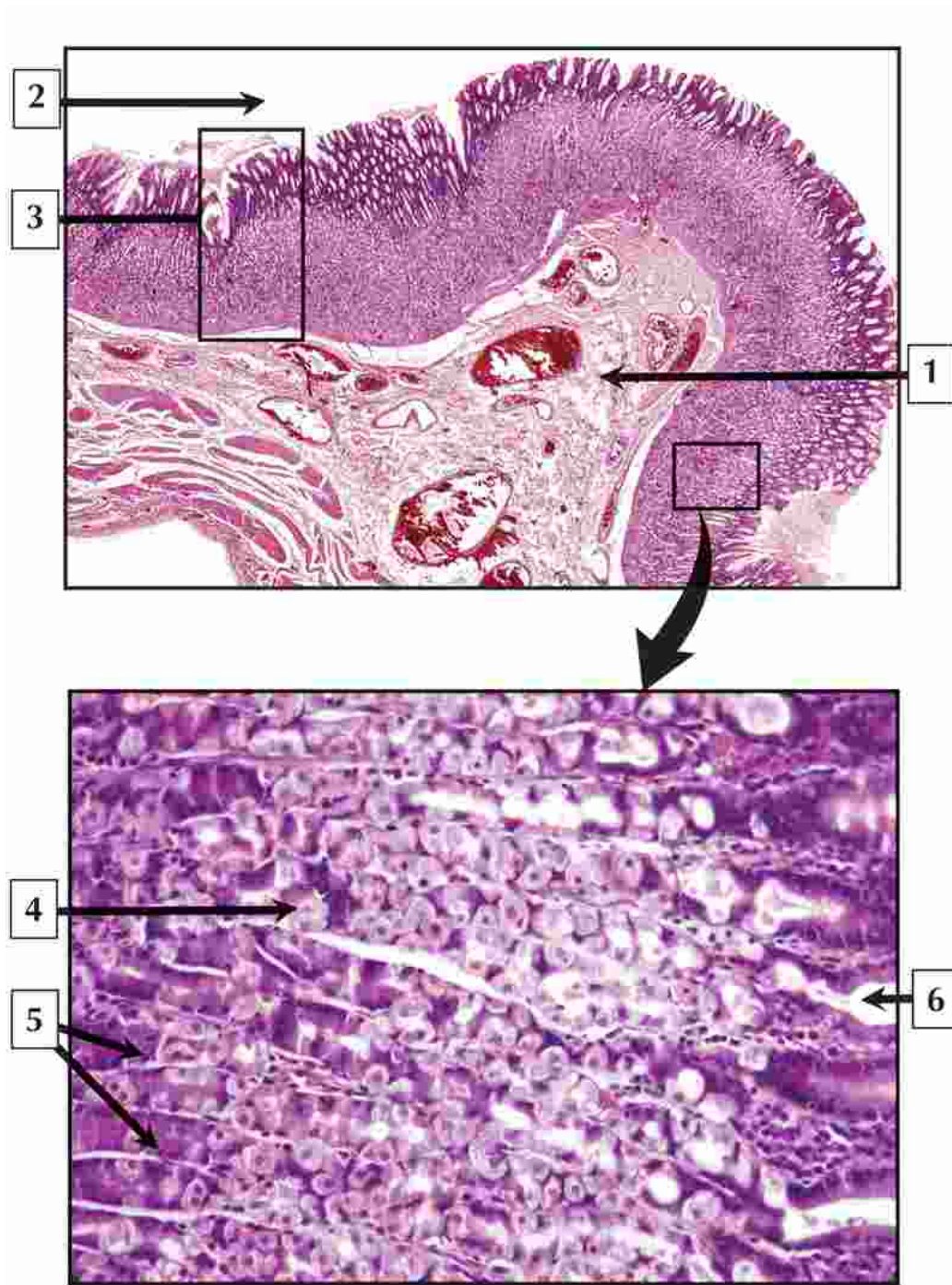
Comentario: El estómago es un saco fibromuscular expandible que almacena y mezcla los alimentos. Tiene una capacidad de 1,5-3 l cuando se encuentra distendido. Consta de cuatro regiones anatómicas: el cardias, el fondo, el cuerpo y el píloro. Como en otras partes del tubo digestivo, su pared está compuesta por cuatro capas concéntricas: la mucosa, la submucosa, la muscular externa y la serosa. La mucosa (la capa más gruesa) se encuentra a 0,3-1,5 mm de profundidad y presenta unos pliegues longitudinales irregulares, conocidos como *rugosidades* (o *pliegues gástricos*), que se aplanan cuando el estómago se dilata. El epitelio se hunde a intervalos regulares para formar pequeños pliegues gástricos o *foveolas*, donde desembocan las glándulas gástricas tubulares largas.

La **hernia de hiato (diafragmática)** es una enfermedad clínica frecuente que consiste en el prolapso de la porción superior del estómago en el mediastino a través de la abertura (hiato) del diafragma. Es habitual en personas mayores de 60 años y afecta más a las mujeres. Aunque por lo general es asintomática, puede interferir en los mecanismos de barrera frente al reflujo, dando lugar al reflujo del contenido gástrico hacia el esófago.

Esquema de la mucosa del estómago

Véase Netter. Histología esencial 13.2

13.2. Estómago



1. Submucosa
2. Luz del estómago
3. Mucosa gástrica
4. Célula parietal

5. Células principales gástricas
6. Pliegue gástrico

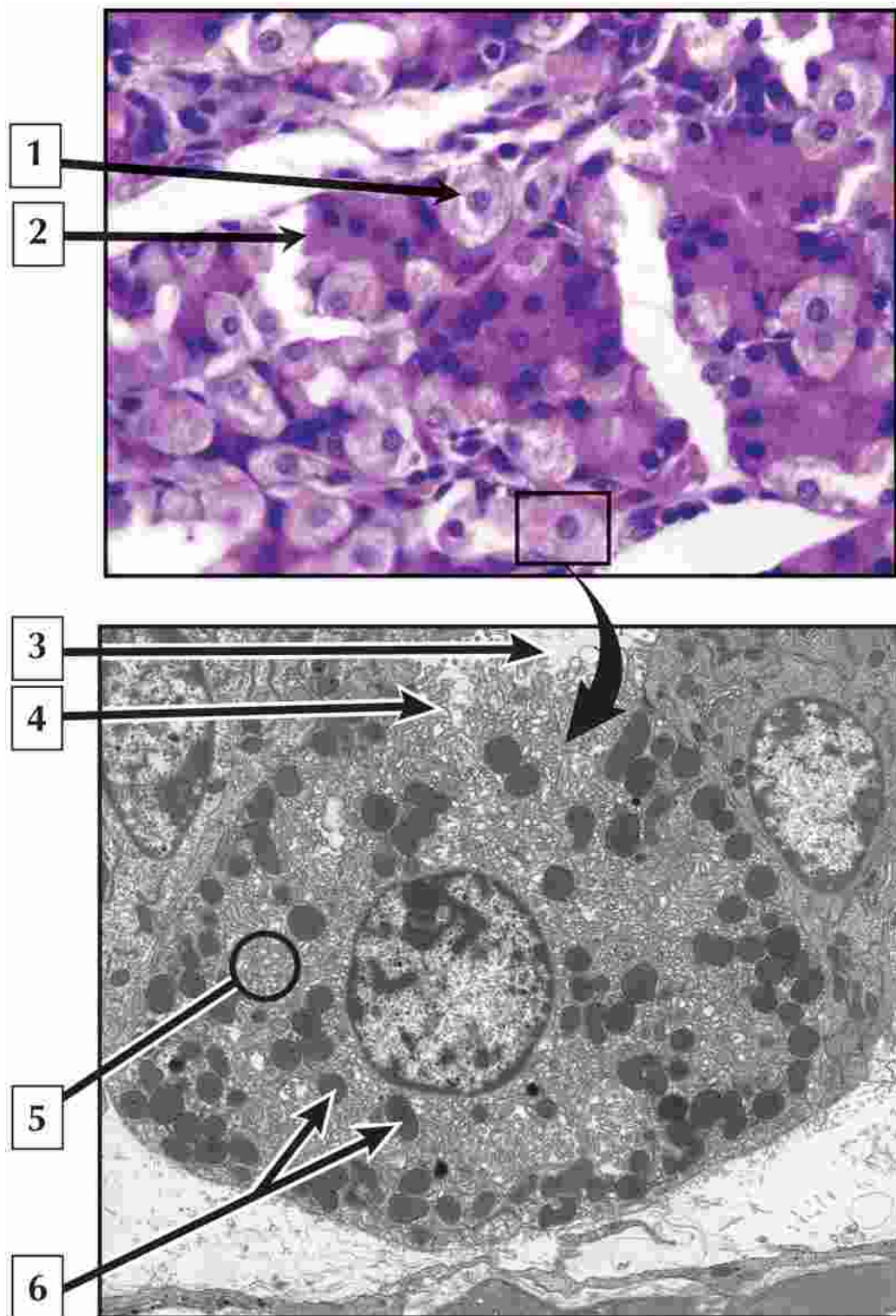
Comentario: La mucosa gástrica presenta un alto grado de celularidad y consiste en un epitelio cilíndrico simple, la lámina propia subyacente y la capa muscular de la mucosa, más profunda. Las células mucosas superficiales se extienden hacia el interior de los pliegues gástricos, donde desembocan largas glándulas gástricas tubulares. Las glándulas también están tan apiñadas que resulta difícil distinguir la lámina propia, que a menudo es escasa. En cada glándula se observan tres regiones: un istmo apical, el cuello y el cuerpo (parte principal), con una base enrollada ligeramente dilatada. Las células mucosas del cuello, las células parietales, las células principales y las células enteroendocrinas son las principales glándulas gástricas que se encuentran en el cuerpo y el fondo del estómago.

El **cáncer de estómago** puede aparecer en cualquier parte de este órgano, pero la localización más habitual es cerca de la unión gastroesofágica. El **adenocarcinoma gástrico** (el tipo más frecuente) es un **tumor maligno** que se origina en el epitelio glandular de la mucosa gástrica. El diagnóstico se establece mediante endoscopia con biopsia. Tiende a invadir la pared gástrica y a metastatizar a otros órganos.

Imágenes al microscopio óptico de la pared del estómago y de la mucosa gástrica

Véase Netter. Histología esencial 13.3

13.3. Células parietales



1. Célula parietal

2. Célula principal gástrica
3. Luz de la glándula gástrica
4. Microvellosidades de la célula parietal
5. Canalículos
6. Mitocondrias

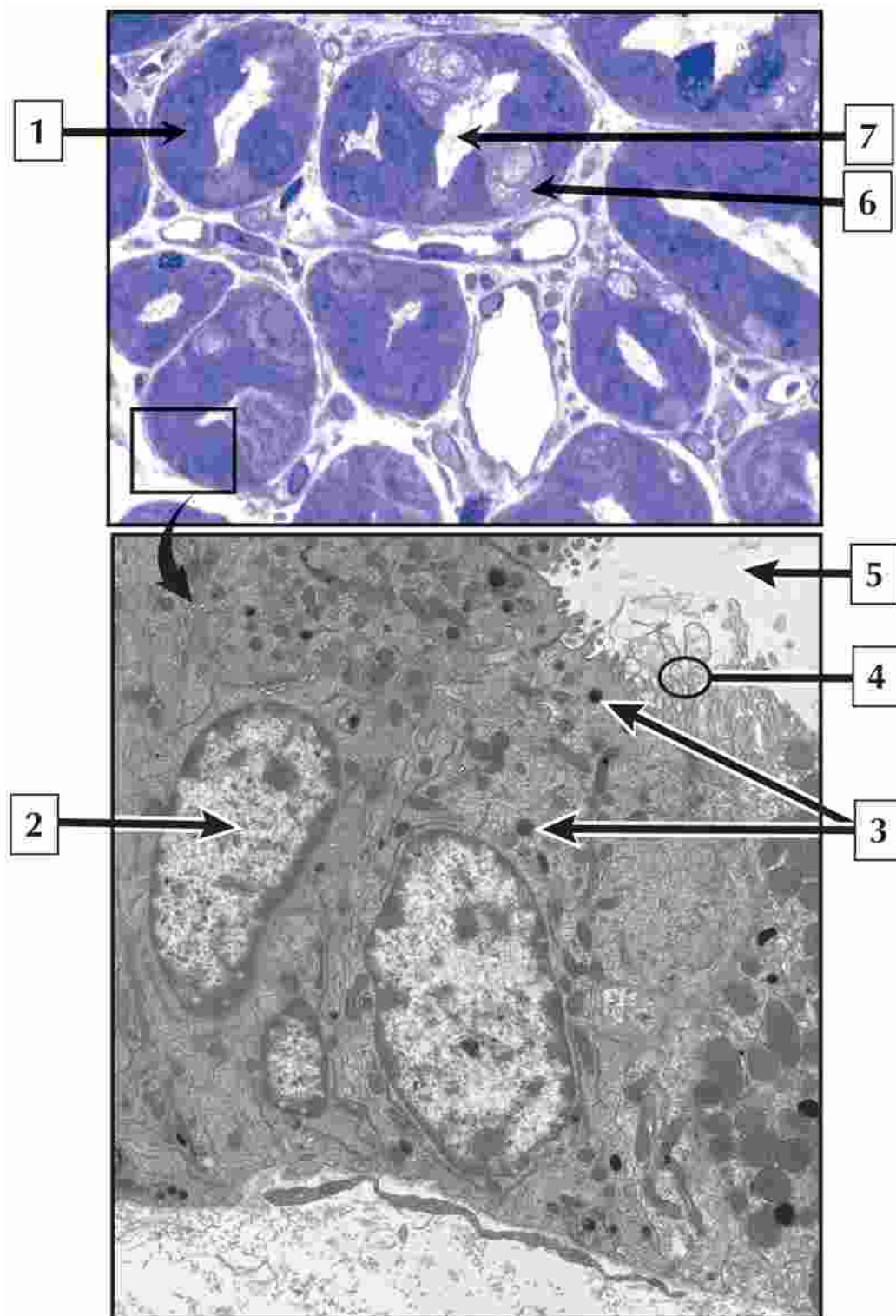
Comentario: Las células parietales (el tipo celular más numeroso en las glándulas del cuerpo del estómago) producen ácido clorhídrico y factor intrínseco para la absorción de la vitamina B₁₂. Se trata de células grandes, redondeadas o piramidales con un solo núcleo central. En los cortes teñidos con hematoxilina y eosina aparecen desteñidas (debido a artefactos de la preparación) o muestran un citoplasma intensamente eosinófilo (debido a las elevadas concentraciones de mitocondrias). Al microscopio electrónico muestran un extenso sistema de canalículos (invaginaciones de la membrana plasmática apical) revestidos por microvellosidades, un pequeño aparato de Golgi basal y retículo endoplasmático rugoso.

La **anemia perniciosa** es una enfermedad crónica debida a un defecto de la absorción de la vitamina B₁₂. Normalmente se debe a la incapacidad de las células parietales para producir factor intrínseco. El 90% de los pacientes poseen anticuerpos dirigidos contra las células parietales. La carencia de vitamina B₁₂ causa **déficits neurológicos** y **anemia megaloblástica**, que altera la formación de los eritrocitos en la médula ósea. El tratamiento consiste en la administración complementaria de vitamina B₁₂ (cianocobalamina) por vía oral o intramuscular.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico de las células parietales de la mucosa gástrica

Véase Netter. Histología esencial 13.5 y 13.6

13.4. Células principales



1. Célula principal gástrica

2. Núcleo (eucromatina) de la célula principal gástrica
3. Gránulos de zimógeno
4. Microvellosidades
5. Luz de la glándula gástrica
6. Célula parietal
7. Luz de la glándula gástrica

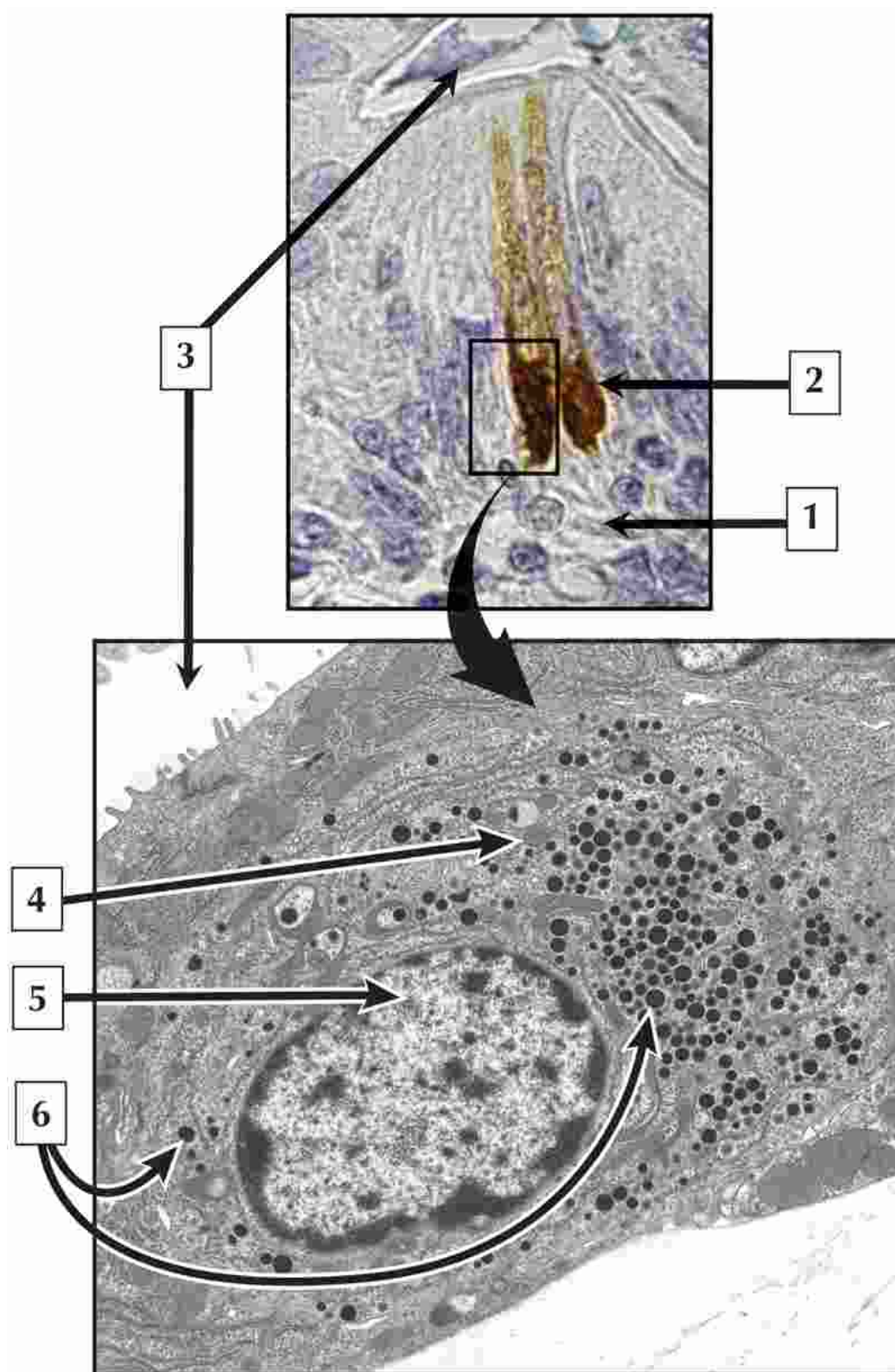
Comentario: Las células principales gástricas son las más abundantes en las glándulas gástricas de la porción basal del estómago. Se trata de células secretoras de proteínas que producen dos tipos de enzimas proteolíticas (pepsinógeno I y II), así como lipasa, otra enzima digestiva. Las células principales tienen una forma entre cúbica y cilíndrica. Poseen un núcleo basal redondeado y un citoplasma apical con numerosos gránulos de zimógeno. Su ultraestructura recuerda a la de las células acinares del páncreas. Los gránulos de zimógeno son grandes vesículas secretoras derivadas del aparato de Golgi. Descargan su contenido mediante exocitosis en la parte apical de la célula.

Los hábitos alimentarios, el consumo de alcohol, el tabaquismo y la infección por *Helicobacter pylori* desempeñan un papel importante en el **adenocarcinoma gástrico**. Para determinar si se ha extendido a otras localizaciones, este tipo de **cáncer de estómago** se clasifica mediante tomografía computarizada y la presencia de marcadores tumorales en sangre (como el antígeno carcinoembrionario).

Imagen al microscopio óptico de las glándulas gástricas teñidas con azul de toluidina e imagen al microscopio electrónico de las células principales gástricas

Véase Netter. Histología esencial 13.5 y 13.7

13.5. Células enteroendocrinas



1. Lámina propia
2. Parte basal de la célula enteroendocrina
3. Luz del tubo digestivo
4. Mitocondria
5. Núcleo (eucromatina) de la célula enteroendocrina
6. Vesículas secretoras

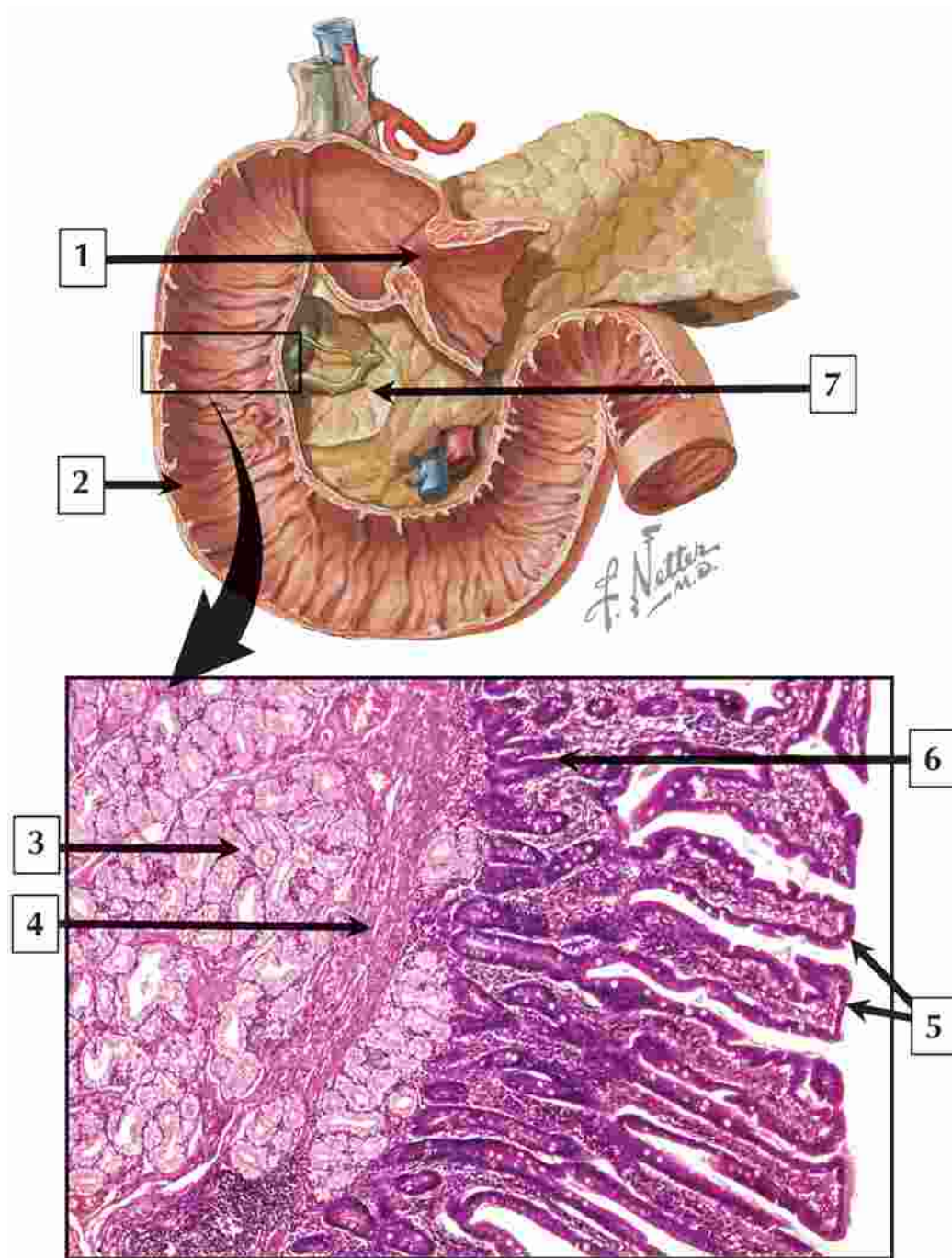
Comentario: Las células enteroendocrinas del tubo digestivo producen más de 30 hormonas digestivas. Estas células se encuentran dispersas en el epitelio desde el esófago hasta el colon. Aunque es difícil observarlas en los cortes convencionales, se pueden ver con técnicas de inmunocitoquímica y al microscopio electrónico. Se trata de un conjunto de células que conforman el sistema neuroendocrino, que tiene potentes efectos sobre las células y los tejidos diana. En su citoplasma abundan pequeñas vesículas secretoras.

Los **tumores carcinoides** son raros y de crecimiento lento; se originan a partir de las células productoras de hormonas del tubo digestivo. Las localizaciones más frecuentes para su origen son el apéndice, el intestino delgado y el recto. Al originarse a partir de las células enteroendocrinas, conservan la capacidad de producir hormonas en grandes cantidades. En función del tipo de hormona que produzcan las células tumorales, los tumores carcinoides pueden provocar una amplia variedad de signos y síntomas.

Imagen al microscopio óptico de las células enteroendocrinas del intestino delgado teñidas para detectar el péptido intestinal vasoactivo e imagen al microscopio electrónico de una célula enteroendocrina del estómago

Véase Netter. Histología esencial 13.8

13.6. Duodeno



1. Orificio pilórico
2. Superficie mucosa
3. Glándula de Brunner (submucosa)
4. Capa muscular de la mucosa
5. Velloidad intestinal

6. Cripta de Lieberkühn
7. Cabeza del páncreas

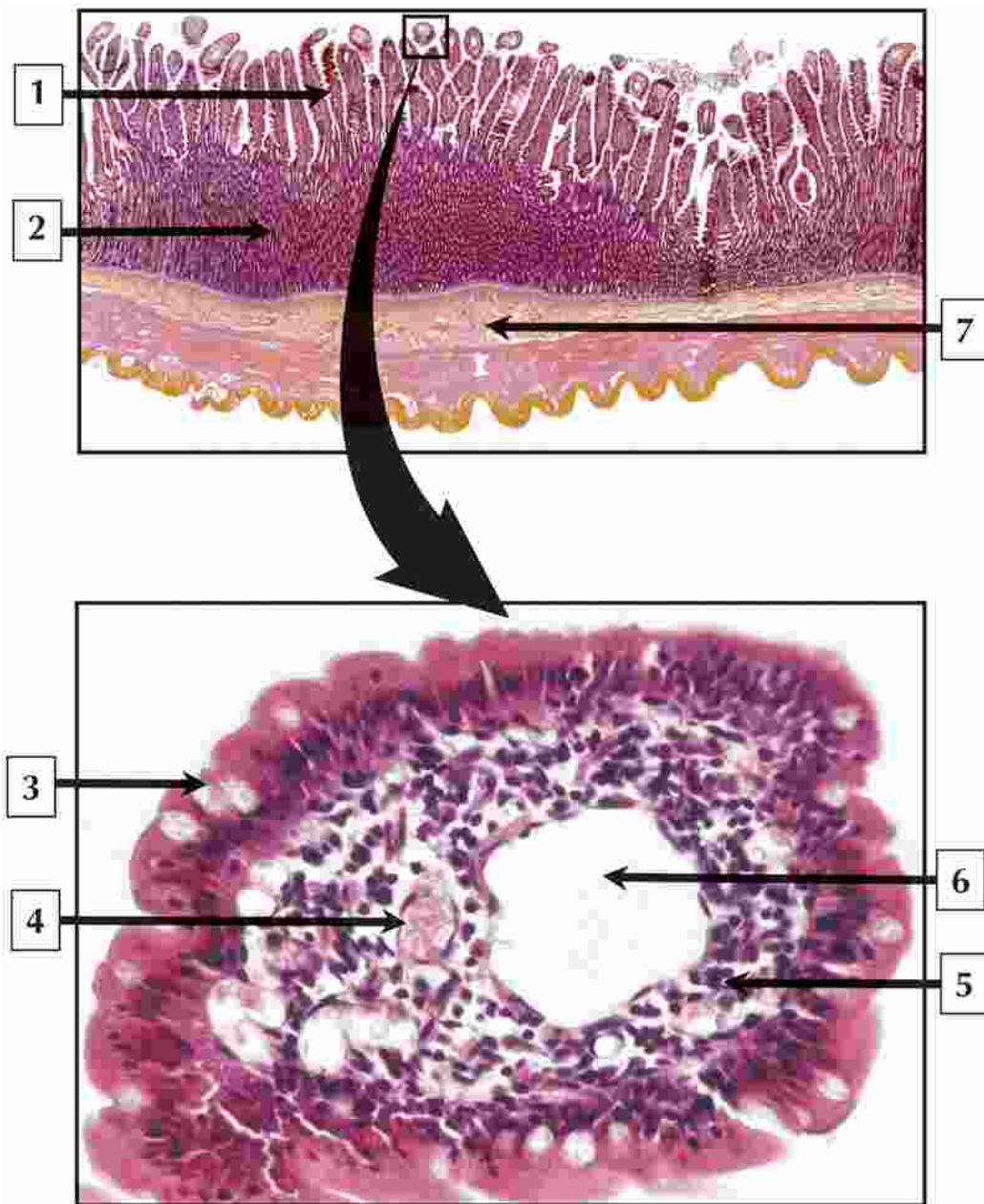
Comentario: El duodeno, con forma de herradura, es el más corto de los tres segmentos del intestino delgado. La mucosa presenta unas anchas vellosidades en forma de hojas y las criptas están revestidas por epitelio cilíndrico simple compuesto por enterocitos y células caliciformes. Las glándulas de Brunner, que secretan moco, se encuentran en la porción proximal del duodeno. Estas glándulas tubulares compuestas poseen acinos secretores localizados en la submucosa. Atraviesan la capa muscular de la mucosa y drenan a través de cortos conductos en las bases de las criptas de la mucosa. El moco alcalino producido por estas glándulas protege a la mucosa de daños y erosiones.

La mayoría de las **úlceras pépticas** se producen en la porción proximal del duodeno. Comienzan en la mucosa y, cuando se cronifican, se extienden a las capas subyacentes, pudiendo perforar la serosa. Ello puede deberse a la exposición al ácido y a las enzimas proteolíticas, a la infección por *Helicobacter pylori* o al uso de antiinflamatorios no esteroideos.

Esquema del duodeno e imagen al microscopio óptico de su mucosa y submucosa

Véase Netter. Histología esencial 13.12

13.7. Yeyuno



1. Vellosidad intestinal
2. Criptas del intestino (de Lieberkühn)
3. Célula caliciforme
4. Eritrocitos en la luz del capilar
5. Lámina propia
6. Luz del vaso quilífero
7. Submucosa

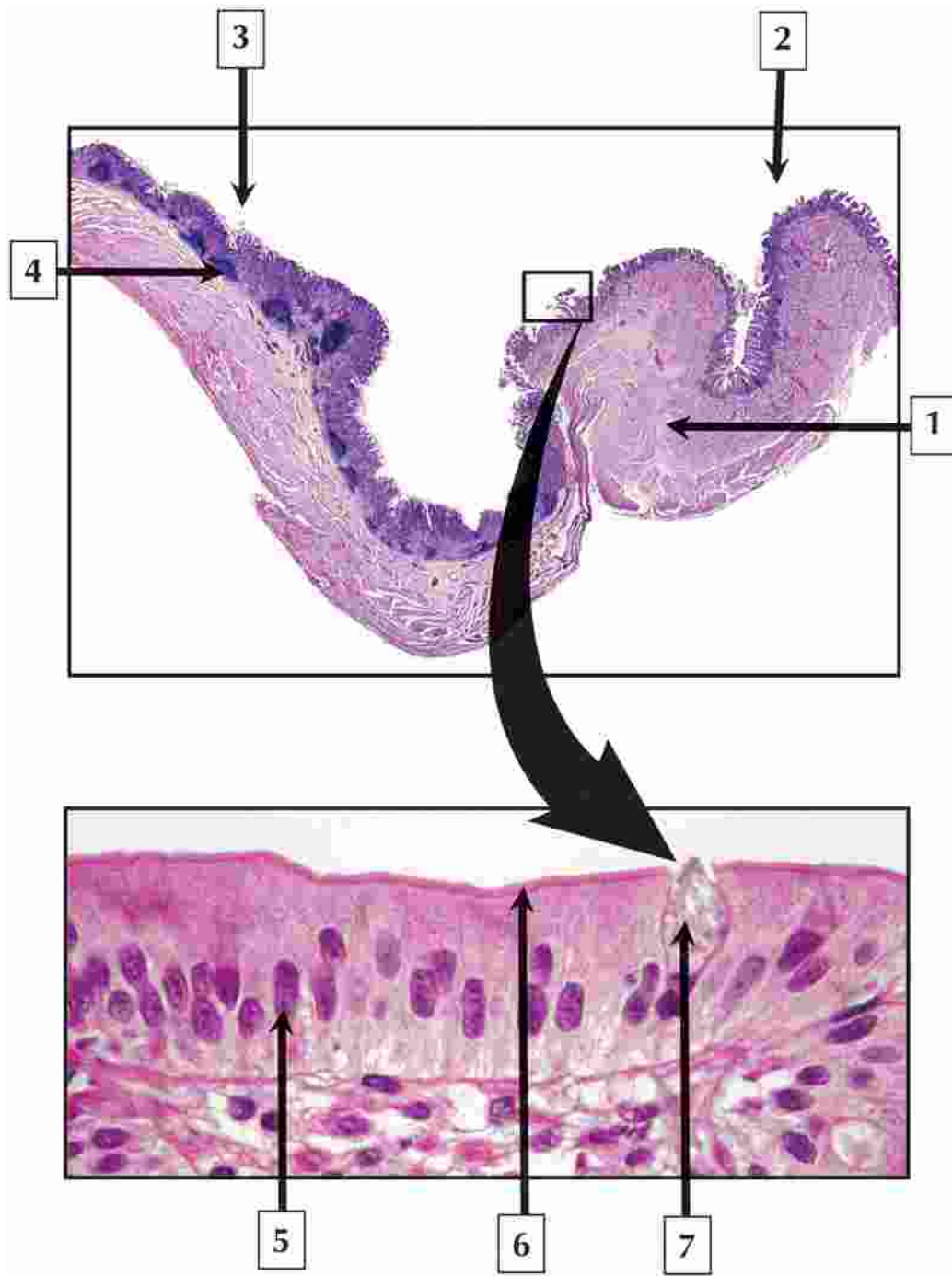
Comentario: En comparación con otras partes del intestino delgado, el yeyuno posee la mayor superficie de secreción y absorción luminal. El espesor total de la mucosa del yeyuno es de 0,5-1,5 mm. Además, los pliegues circulares son más gruesos, altos y numerosos en el yeyuno que en el duodeno o en el íleon. Las vellosidades del yeyuno son altas, estilizadas y digitiformes. Subyacente al epitelio cilíndrico simple de cada vellosidad se sitúa la lámina propia con un elevado contenido celular, y es característica la presencia de un vaso linfático quilífero y capilares sistémicos de pequeño diámetro.

La **enfermedad inflamatoria intestinal** puede afectar al intestino delgado y al colon. La **colitis ulcerosa** y la **enfermedad de Crohn** (las formas más habituales) provocan hemorragias, diarrea y dolor abdominal. Las alteraciones histopatológicas presentes en la enfermedad de Crohn consisten en úlceras profundas, agregados linfáticos ostensibles y vasos linfáticos dilatados.

Imagen al microscopio óptico de la pared del yeyuno a bajo aumento y de una vellosidad intestinal cortada en sentido transversal

Véase Netter. Histología esencial 13.13

13.8. Unión gastroduodenal



1. Esfínter pilórico (músculo liso)
2. Primera porción del duodeno
3. Píloro gástrico
4. Folículo linfoide con su centro germinal

5. Núcleo del enterocito
6. Borde en cepillo (microvellosidades) del enterocito
7. Célula caliciforme

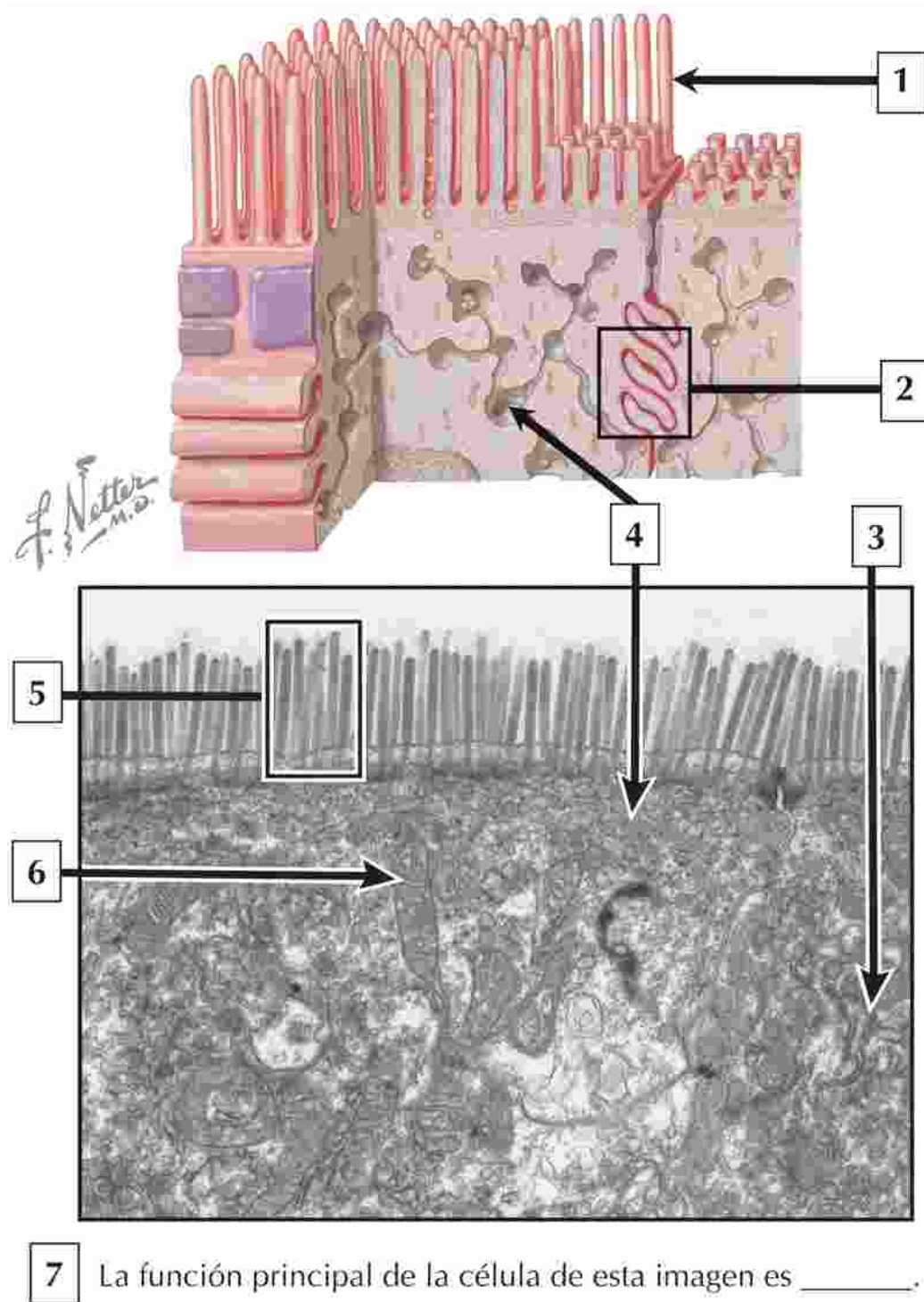
Comentario: La unión gastroduodenal es una amplia zona de transición en la que el píloro gástrico conecta con la primera porción del duodeno. Desde el punto de vista histológico, muestra una transición gradual desde la mucosa gástrica del píloro hasta el epitelio característico de las vellosidades de la mucosa duodenal. Mientras que el epitelio de la superficie gástrica está revestido por un tipo de célula mucosa superficial, el epitelio cilíndrico simple del duodeno posee dos tipos de células (enterocitos y células caliciformes). La capa media de músculo liso presente en la muscular externa del píloro se encuentra engrosada para formar el esfínter pilórico.

El **síndrome de Zollinger-Ellison** (o **gastrinoma**) es un trastorno producido a menudo por un tumor de células enteroendocrinas localizado en el píloro gástrico o en la porción proximal del duodeno. Da lugar a una producción excesiva de la hormona gastrina y a una mayor producción de ácido clorhídrico por parte de las células parietales, lo que provoca la aparición de úlceras pépticas. El tratamiento habitual consiste en fármacos para reducir la acidez y curar las úlceras y en intervenciones quirúrgicas para los casos más graves.

Imágenes al microscopio óptico de la unión gastroduodenal y de la mucosa duodenal

Véase Netter. Histología esencial 13.10 y 13.15

13.9. Enterocitos



1. Microvellosidad
2. Interdigitación de los bordes laterales de los enterocitos
3. Retículo endoplasmático rugoso

4. Retículo endoplasmático liso
5. Borde en cepillo (microvellosidades)
6. Mitocondria
7. Absorción

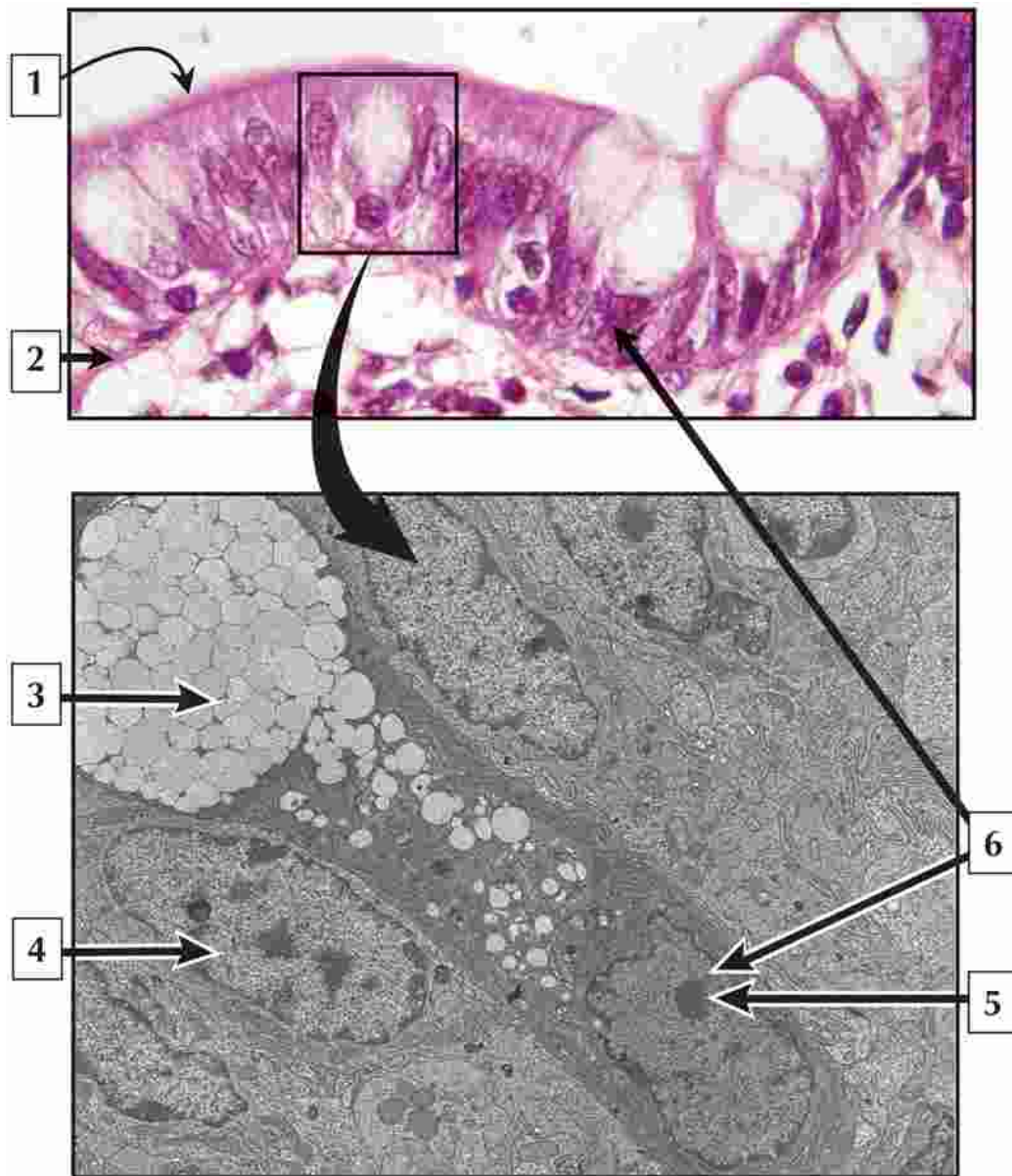
Comentario: Los enterocitos son las células que revisten la luz de los intestinos delgado y grueso. Para aumentar la superficie, la membrana plasmática apical está repleta de microvellosidades. Los bordes laterales interdigitados de las células contienen uniones intercelulares que establecen una barrera que regula la permeabilidad. El citoplasma contiene una amplia variedad de orgánulos muy apiñados que intervienen en muchas funciones, como la descomposición de los nutrientes ingeridos, la absorción, el procesamiento intracelular y el transporte activo.

Muchos **síndromes de malabsorción** tanto congénitos como adquiridos alteran la capacidad de los enterocitos del intestino delgado para absorber, hidrolizar y transportar adecuadamente los nutrientes a través de la mucosa. La **enfermedad celiaca** (o **enteropatía por gluten**) es el síndrome de malabsorción más frecuente en el mundo. Está causado por una lesión de las microvellosidades de los enterocitos que altera su estructura normal.

Esquema e imagen al microscopio óptico del borde en cepillo (microvellosidades) de los enterocitos

Véase Netter. Histología esencial 13.16

13.10. Células caliciformes



1. Borde en cepillo del enterocito
2. Membrana basal
3. Gránulos de mucina
4. Núcleo (eucromatina) del enterocito
5. Nucleolo de la célula caliciforme
6. Núcleo de la célula caliciforme

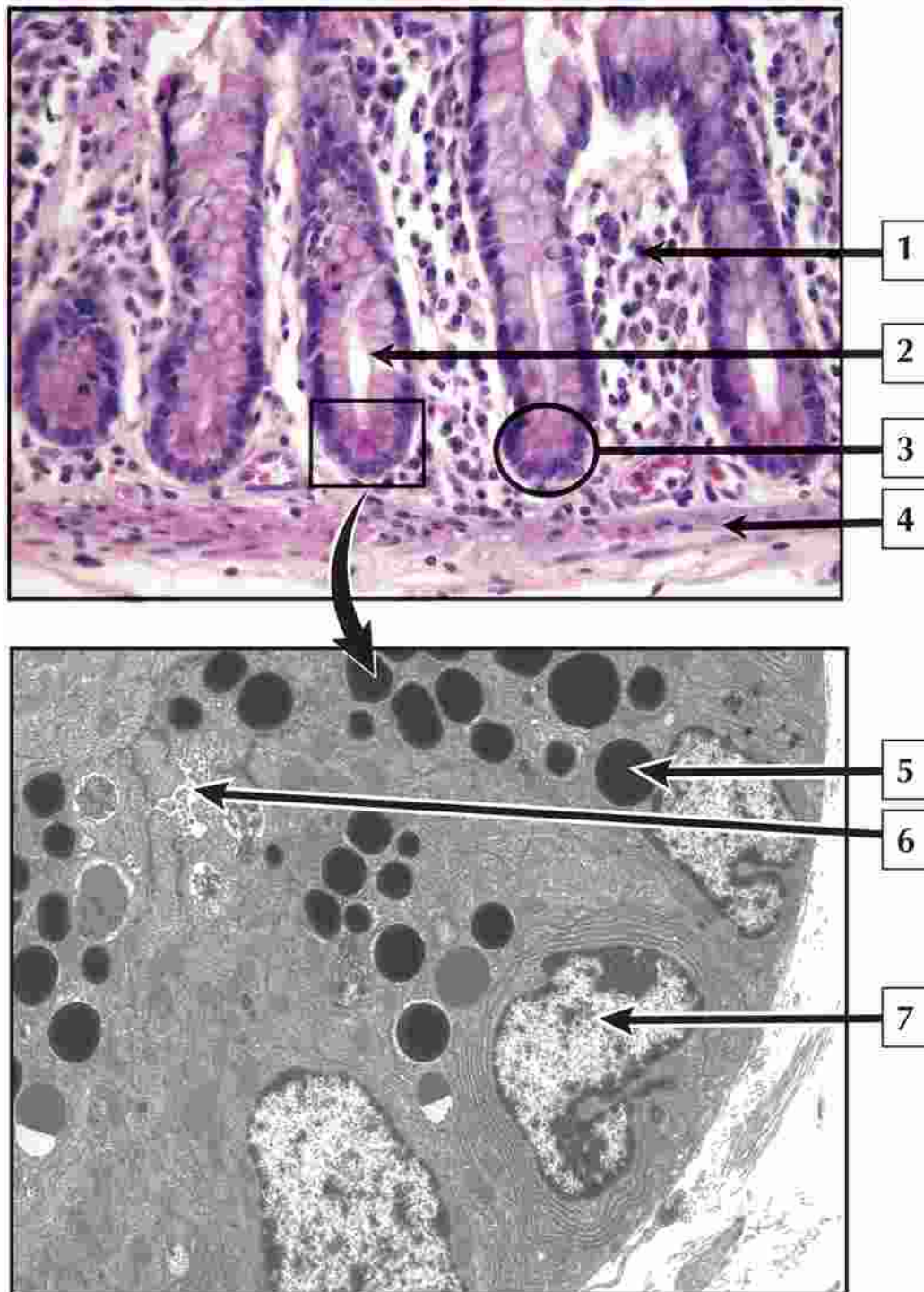
Comentario: Las células caliciformes producen el moco que recubre la mucosa de los intestinos delgado y grueso. Su número aumenta progresivamente desde la porción proximal del duodeno hasta la porción distal del colon. En los cortes teñidos con hematoxilina y eosina, se ven como células con forma de matraz con un citoplasma desteñido y un núcleo localizado en la parte basal. El moco es un lubricante muy viscoso que también posee propiedades antibacterianas. Las células caliciformes sintetizan, almacenan y descargan el moco mediante exocitosis. El citoplasma apical está repleto de grandes vesículas secretoras (o gránulos de mucina), derivados del aparato de Golgi, que posteriormente descargarán el producto de la secreción en la superficie luminal.

La **colonoscopia** (empleada por los gastroenterólogos para el cribado del cáncer de colon) permite evaluar todo el colon y la porción terminal del íleon en una sola exploración. Los **pólipos**, que son sobreelevaciones anómalas de la mucosa del colon, pueden extirparse en una colonoscopia terapéutica. Pueden progresar de **adenomas** a **carcinomas**.

Imagen al microscopio óptico del epitelio del íleon e imagen al microscopio electrónico de una célula caliciforme entre dos enterocitos

Véase Netter. Histología esencial 13.15 y 13.17

13.11. Células de Paneth



1. Lámina propia
2. Luz de la cripta intestinal
3. Células de Paneth

4. Capa muscular de la mucosa
5. Vesícula (gránulo) secretora
6. Microvellosidad que se proyecta hacia la luz de la cripta intestinal
7. Núcleo (eucromatina) de la célula de Paneth

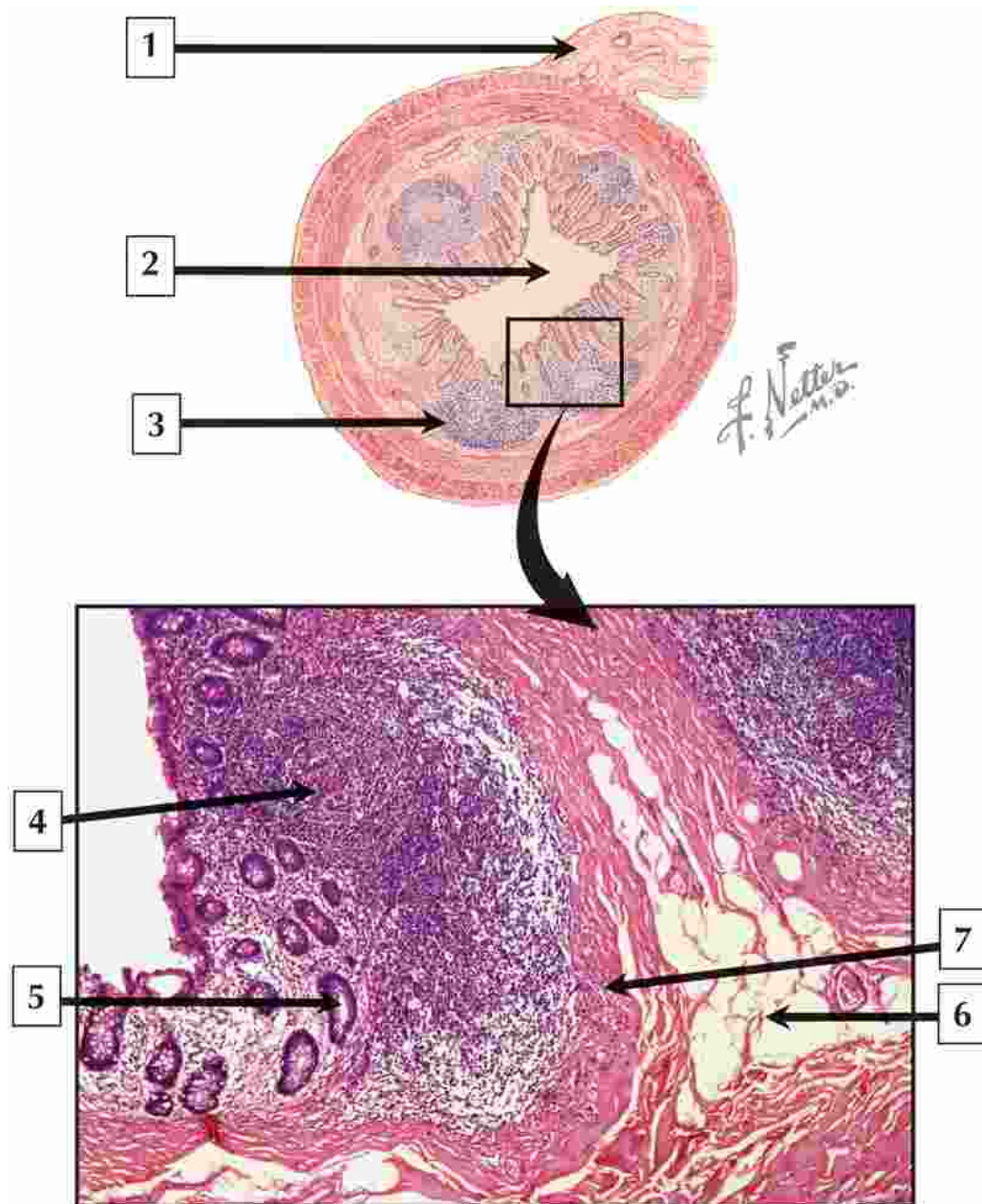
Comentario: Las células de Paneth se encuentran en la base de las criptas del intestino delgado y el apéndice. Son más abundantes en el íleon, se originan a partir de células madre indiferenciadas y tienen una vida media de entre 20 y 30 días. Producen principalmente lisozima, que regula la flora bacteriana de las criptas. En los cortes teñidos con hematoxilina y eosina, un rasgo distintivo es la presencia de gránulos eosinófilos bien visibles en el citoplasma apical. Al microscopio electrónico, las células de Paneth recuerdan a otras células secretoras de proteínas. El citoplasma posee numerosos orgánulos densamente apiñados y polarizados por encima de un solo núcleo basal. Las vesículas secretoras, derivadas del aparato de Golgi, son grandes y electrodensas. El contenido de las vesículas se descarga mediante exocitosis por la fusión de la membrana limitante de la vesícula con la membrana plasmática apical.

En la **colitis ulcerosa** existe una **metaplasia** distal de las células de Paneth, acompañada de una infiltración leucocitaria de la lámina propia y una distorsión de la arquitectura de la mucosa intestinal. A la inversa, la **enteropatía autoinmunitaria del adulto** cursa con la pérdida de las células de Paneth.

Imagen al microscopio óptico de la base de las criptas del íleon e imagen al microscopio electrónico de las células de Paneth

Véase Netter. Histología esencial 13.14 y 13.18

13.12. Apéndice



1. Mesoapéndice
2. Luz del apéndice
3. Folículo linfoide
4. Centro germinal del folículo linfoide
5. Cripta intestinal
6. Tejido adiposo de la submucosa
7. Capa muscular de la mucosa

Comentario: El apéndice (un tubo delgado con forma de gusano) se proyecta desde el extremo cerrado del ciego. Está unido al mesenterio de la porción terminal del íleon por el mesoapéndice. Su luz es amplia y permeable en los primeros años de la infancia, pero con la edad puede acabar obstruyéndose.

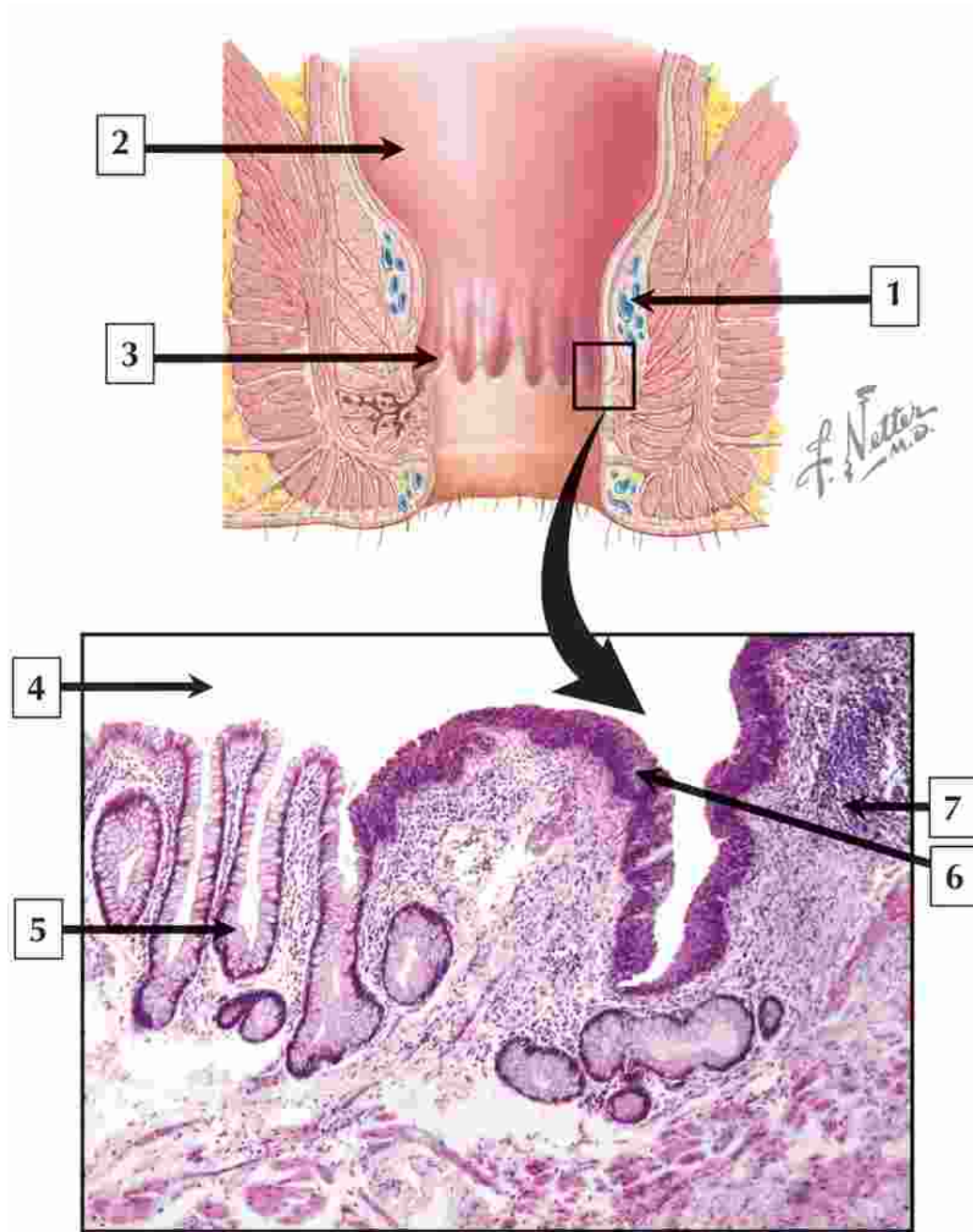
Una característica distintiva de la pared del apéndice es la presencia de una gran cantidad de folículos linfoides en la mucosa y la submucosa. Forman parte del tejido linfático asociado a la mucosa intestinal, que interviene en la defensa inmunitaria. En los centros germinales de estos folículos se producen linfocitos B.

La obstrucción de la estrecha luz del apéndice puede provocar una **apendicitis** (una inflamación que cursa con color en la fosa iliaca derecha). La **apendicitis aguda**, que inicialmente afecta a la mucosa, puede derivar en un absceso, necrosis y perforación con comunicación con la cavidad peritoneal, así como en una complicación llamada **peritonitis**. En el apéndice también pueden aparecer tumores benignos y malignos. Los más frecuentes se conocen como **tumores carcinoides**.

Esquema del apéndice e imagen al microscopio óptico de su mucosa y submucosa

Véase Netter. Histología esencial 13.21

13.13. Unión anorrectal



1. Plexo venoso hemorroidal superior
2. Superficie mucosa del recto
3. Línea pectínea
4. Luz del recto
5. Células caliciformes en una cripta del recto
6. Epitelio plano estratificado del conducto anal

7. Folículo linfoide

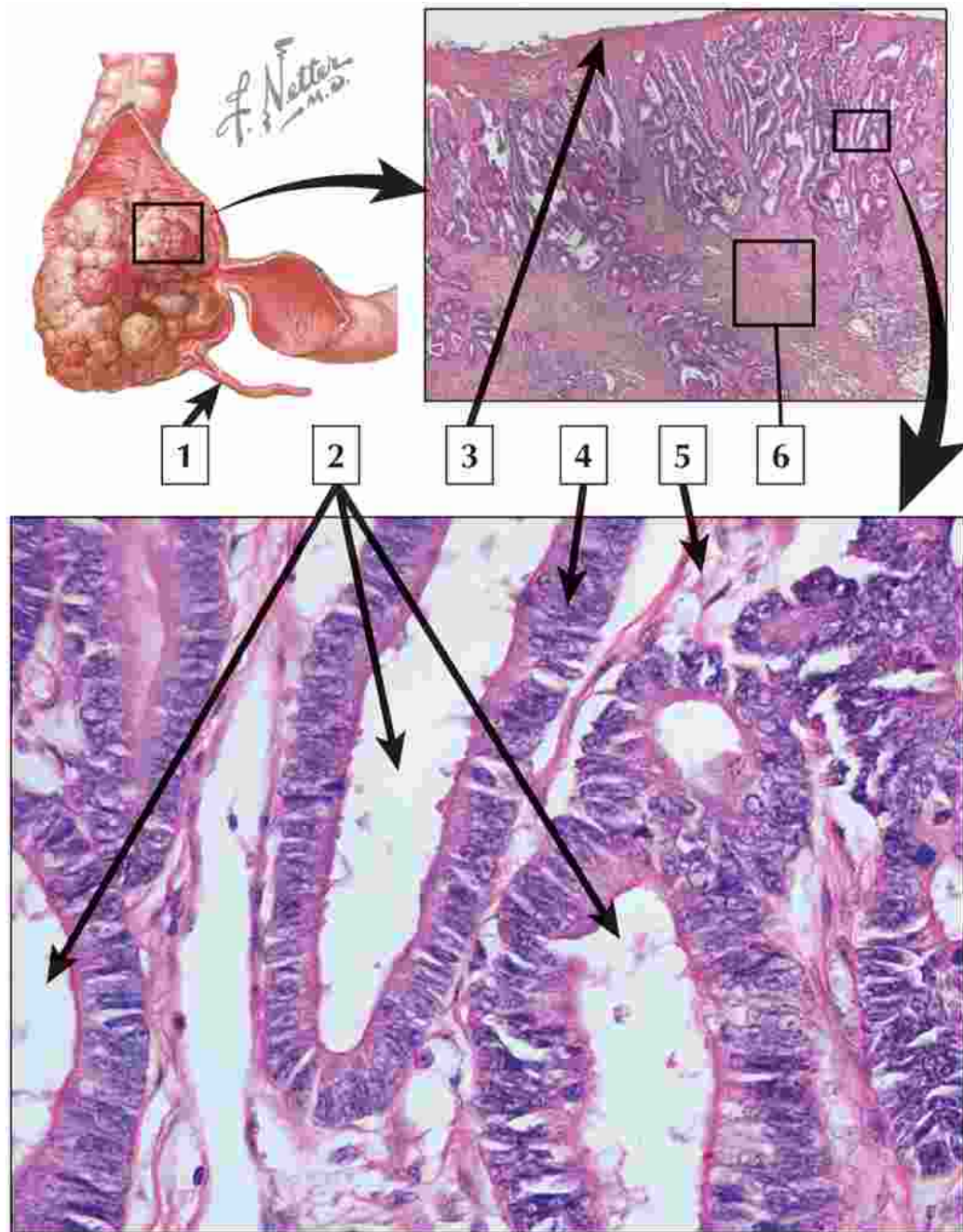
Comentario: La mucosa del recto se parece a la del colon. Carece de vellosidades y está revestida por un epitelio cilíndrico simple con abundantes células caliciformes. Las criptas intestinales (del recto) son más largas que las de otras localizaciones del colon y se observan muchos folículos linfoides aislados en la lámina propia. La unión anorrectal está delimitada por una zona dentada de la mucosa, conocida como *línea pectínea*, en la que tiene lugar un cambio brusco a un epitelio plano estratificado no queratinizado. La submucosa situada por encima y por debajo de la línea pectínea posee, respectivamente, un plexo de venas hemorroidales superiores e inferiores.

Las **hemorroides** son varices del plexo venoso hemorroidal que sobresalen por el recto y el conducto anal. Se clasifican como **internas** o **externas**. El tipo más frecuente de cáncer de recto es el **adenocarcinoma**. Su pronóstico y tratamiento dependen de la profundidad de la invasión de la pared del recto y de los ganglios linfáticos cercanos. Una dieta rica en grasas y pobre en fibra interviene en la aparición de la mayoría de los casos de **cáncer colorrectal**.

Esquema e imagen al microscopio óptico de la unión anorrectal

Véase Netter. Histología esencial 13.23 y 13.24

13.14. Cáncer colorrectal



1. Apéndice
2. Luz de los acinos glandulares (criptas intestinales)
3. Mucosa del colon (con úlceras)
4. Células cilíndricas altas (enterocitos)
5. Estroma de tejido conjuntivo
6. Reacción fibroblástica

Comentario: El **cáncer colorrectal (CCR)** es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el mundo. Los síntomas iniciales consisten en dolor abdominal, cambios en los hábitos intestinales (diarrea, estreñimiento), sangre en las heces, hemorragia rectal y cansancio o pérdida de peso sin causa aparente. Se cree que el CCR se desarrolla a partir de **pólipos adenomatosos**. Su aspecto macroscópico es **polipode** y **ulcerado**. En cuanto a las características histológicas, la mayoría de los tumores están compuestos por células cilíndricas altas que recuerdan a un **epitelio displásico**. Los adenocarcinomas invasivos se extienden desde la mucosa hasta la submucosa y muestran una reacción fibroblástica al tumor.

Incidencia y tratamiento: El **CCR** explica aproximadamente el 10% de la mortalidad asociada al cáncer, y más de la mitad de los casos se producen en países industrializados. La **estadificación del tumor** mediante ecografía, RM y el estudio microscópico permite determinar el pronóstico. El grado de diferenciación histológica influye en la extensión y en el pronóstico. La localización más frecuente de las **metástasis** es el **hígado** a través de los ganglios linfáticos regionales, aunque también pueden verse afectadas otras localizaciones, como los pulmones. Las opciones terapéuticas son la **extirpación del tumor** dejando unos bordes quirúrgicos libres de tumor, seguida de la **anastomosis quirúrgica**. En algunos casos, la **quimioterapia** y la **radioterapia** postoperatorias resultan útiles.

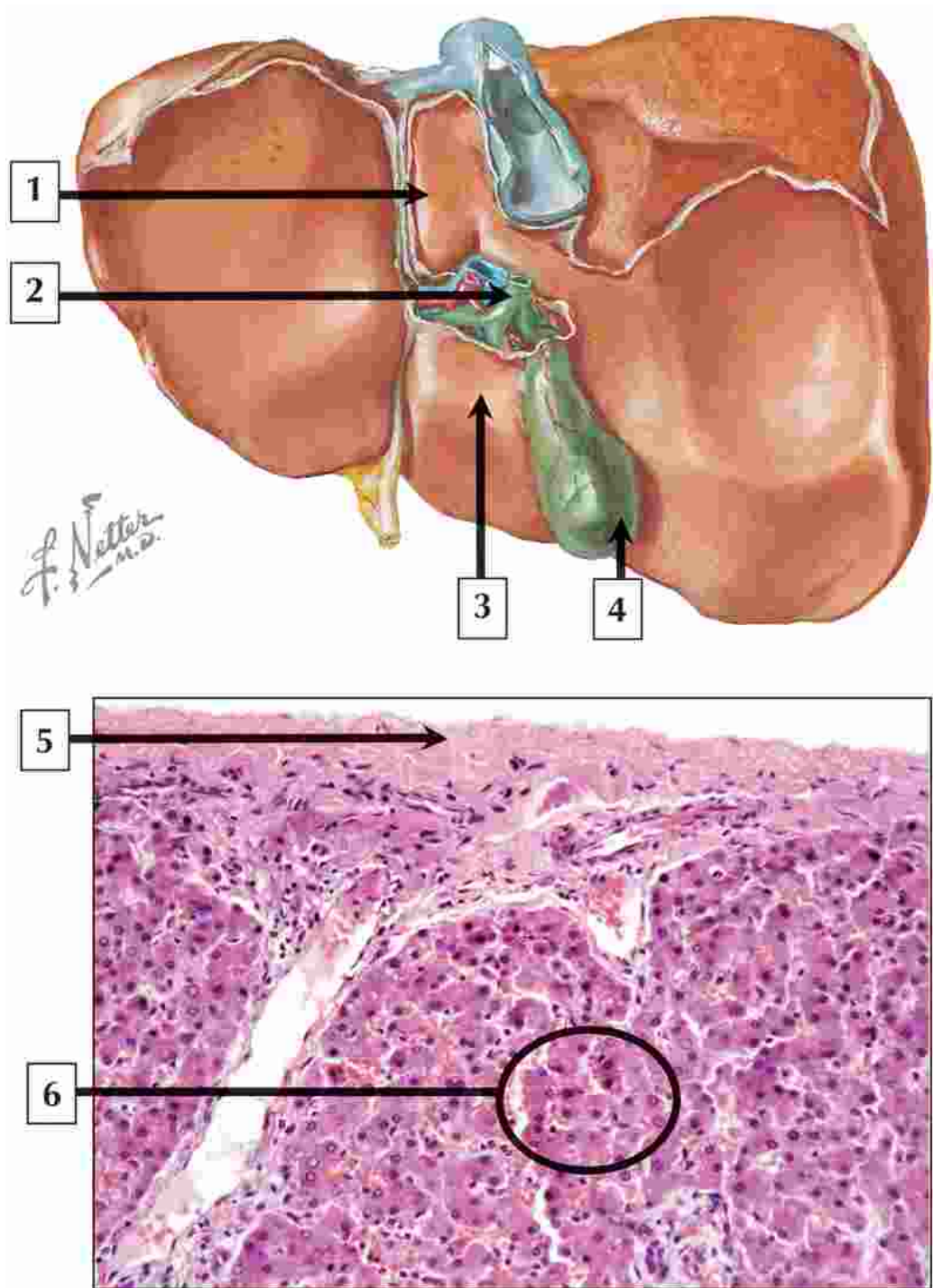
Adenocarcinoma de colon e imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de un adenocarcinoma de colon invasivo

Véase Netter. Histología esencial 13.25

14: Hígado, vesícula biliar y páncreas exocrino

- 14.1 Hígado
- 14.2 Lobulillo hepático
- 14.3 Espacio porta y vena centrolobulillar
- 14.4 Acino hepático
- 14.5 Hepatocito
- 14.6 Hepatocito
- 14.7 Sinusoide hepático
- 14.8 Sistema de las vías biliares
- 14.9 Vesícula biliar
- 14.10 Epitelio de la vesícula biliar
- 14.11 Páncreas
- 14.12 Acino pancreático
- 14.13 Esteatosis hepática

14.1. Hígado



1. Lóbulo caudado
2. Colédoco
3. Lóbulo cuadrado

4. Vesícula biliar
5. Cápsula de Glisson (tejido conjuntivo irregular denso)
6. Parénquima hepático

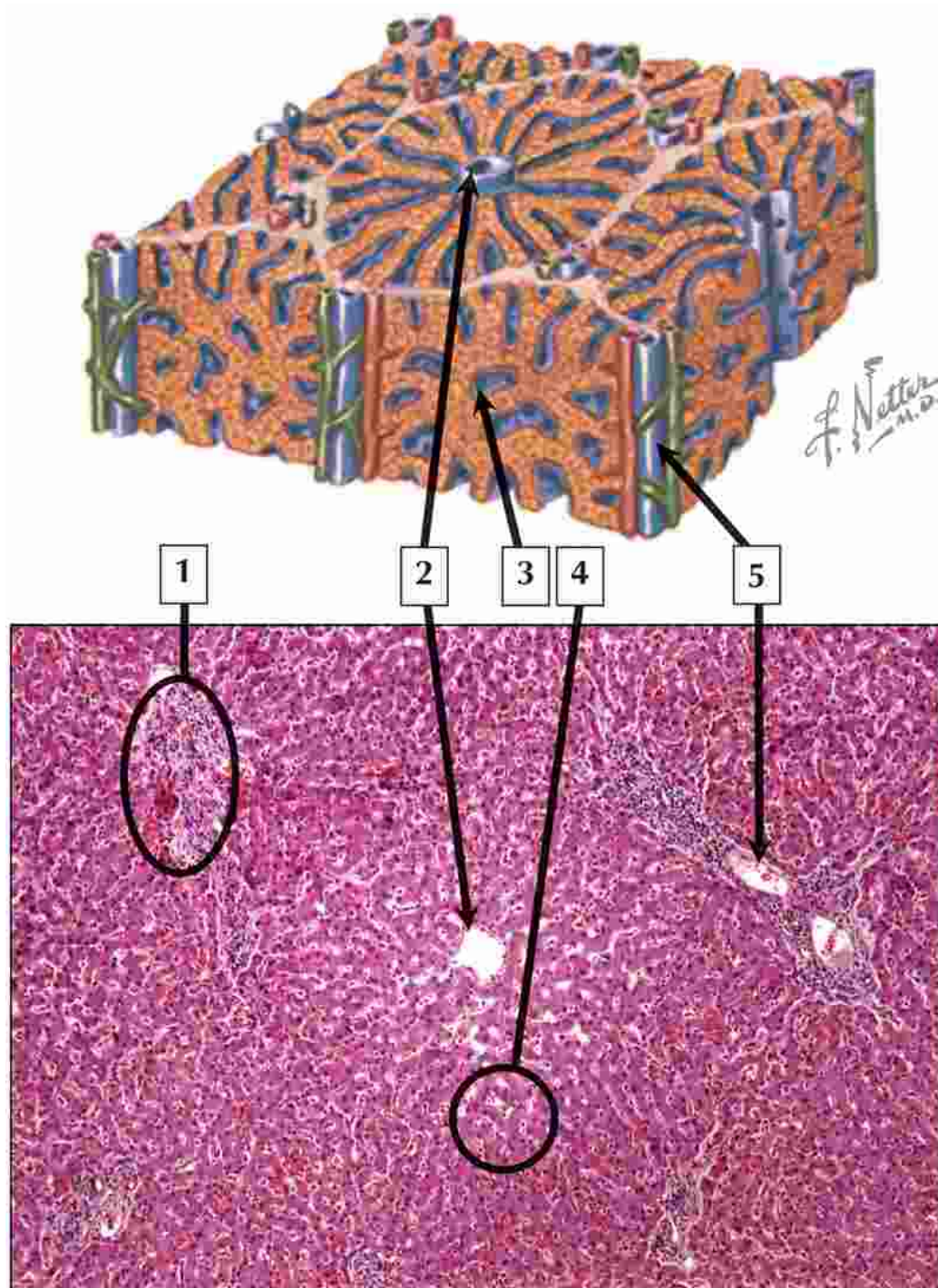
Comentario: El hígado (la víscera más grande y pesada del cuerpo) es sumamente versátil y vascular. Se trata de un órgano accesorio del tubo digestivo con funciones exocrinas y endocrinas. Tiene forma de cuña y se encuentra inmediatamente debajo del diafragma, en el hipocondrio derecho de la cavidad abdominal. Está formado por dos lóbulos principales, el derecho y el izquierdo. En la superficie inferior (visceral) hay dos lóbulos más pequeños, el caudado y el cuadrado, pobremente delimitados. El hilio hepático, situado en la superficie visceral, es la puerta de entrada del colédoco, la vena porta y la arteria hepática.

El **trasplante hepático** es un tratamiento que puede salvar la vida de los pacientes con **hepatopatía crónica terminal, cirrosis** avanzada, **carcinoma hepatocelular** e **insuficiencia hepática aguda**. Además del uso de hígado de donantes cadáveres, los avances en las técnicas quirúrgicas han permitido realizar con éxito trasplantes hepáticos de donantes vivos, en los que una parte del órgano (por lo general, el lóbulo derecho) de un donante vivo se trasplanta a un receptor (normalmente un familiar).

Esquema de la superficie visceral del hígado e imagen del hígado al microscopio óptico a bajo aumento en la que se muestra la cápsula de Glisson

Véase Netter. Histología esencial 14.1 y 14.7

14.2. Lobulillo hepático



1. Espacio porta
2. Vena centrolobulillar
3. Sinusoide hepático

4. Parénquima hepático
5. Rama de la vena porta

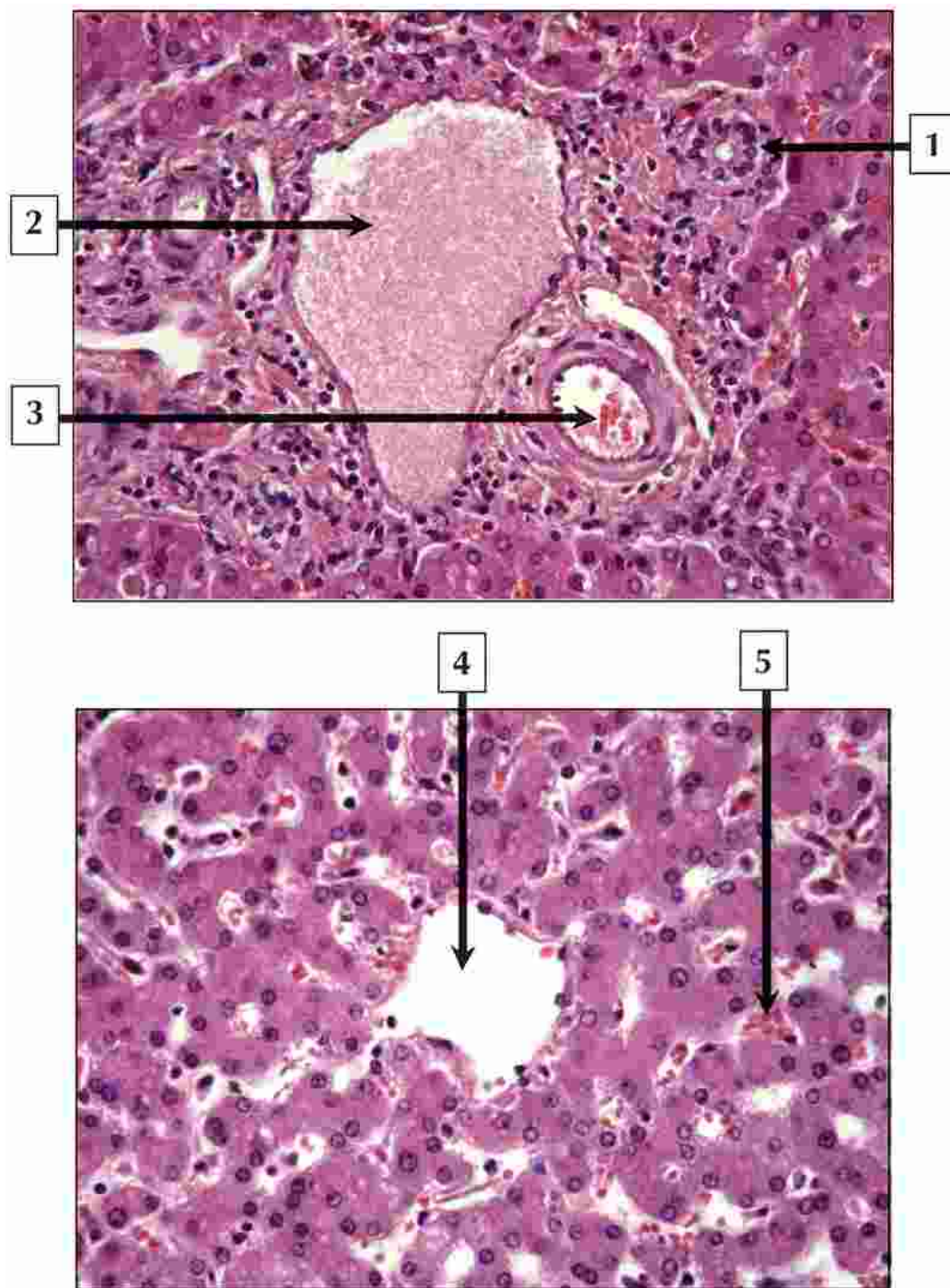
Comentario: Los lobulillos hepáticos muestran un aspecto semejante a un mosaico de baldosas entrelazadas con la sustancia del hígado. Cada lobulillo hepático clásico tiene forma de prisma y mide 1 mm de diámetro y 2 mm de largo, aproximadamente. En las esquinas de cada lobulillo hay un espacio porta rodeado por pequeñas cantidades de tejido conjuntivo. Al corte transversal, cada lobulillo consta de placas de hepatocitos con un grosor de una o dos células. Los hepatocitos se encuentran separados por los sinusoides hepáticos y parecen salir radialmente desde una pequeña vena central. La disposición de los hepatocitos recuerda a una esponja, en la que los sinusoides están representados por los huecos.

El **carcinoma hepatocelular** es el **tumor maligno** primario más frecuente del hígado y se origina a partir de los hepatocitos. Aunque es relativamente raro en los países desarrollados, la **infección crónica** por el virus de la hepatitis B o C aumenta el riesgo de padecer este **cáncer**. El diagnóstico definitivo se establece mediante biopsia por punción con aguja gruesa o fina, aunque la α -fetoproteína en sangre es un útil marcador de diagnóstico. La clasificación de este carcinoma permite predecir el pronóstico y facilita la elección del tratamiento. Si el tumor es pequeño, la extirpación quirúrgica y el trasplante hepático pueden ser curativos.

Esquema del acino hepático e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del hígado

Véase Netter. Histología esencial 14.2

14.3. Espacio porta y vena centrolobulillar



1. Conductillo biliar
2. Luz de la vena porta (vénula)
3. Luz de la arteria hepática (arteriola)
4. Luz de la vena centrolobulillar

5. Eritrocitos en un sinusoide hepático

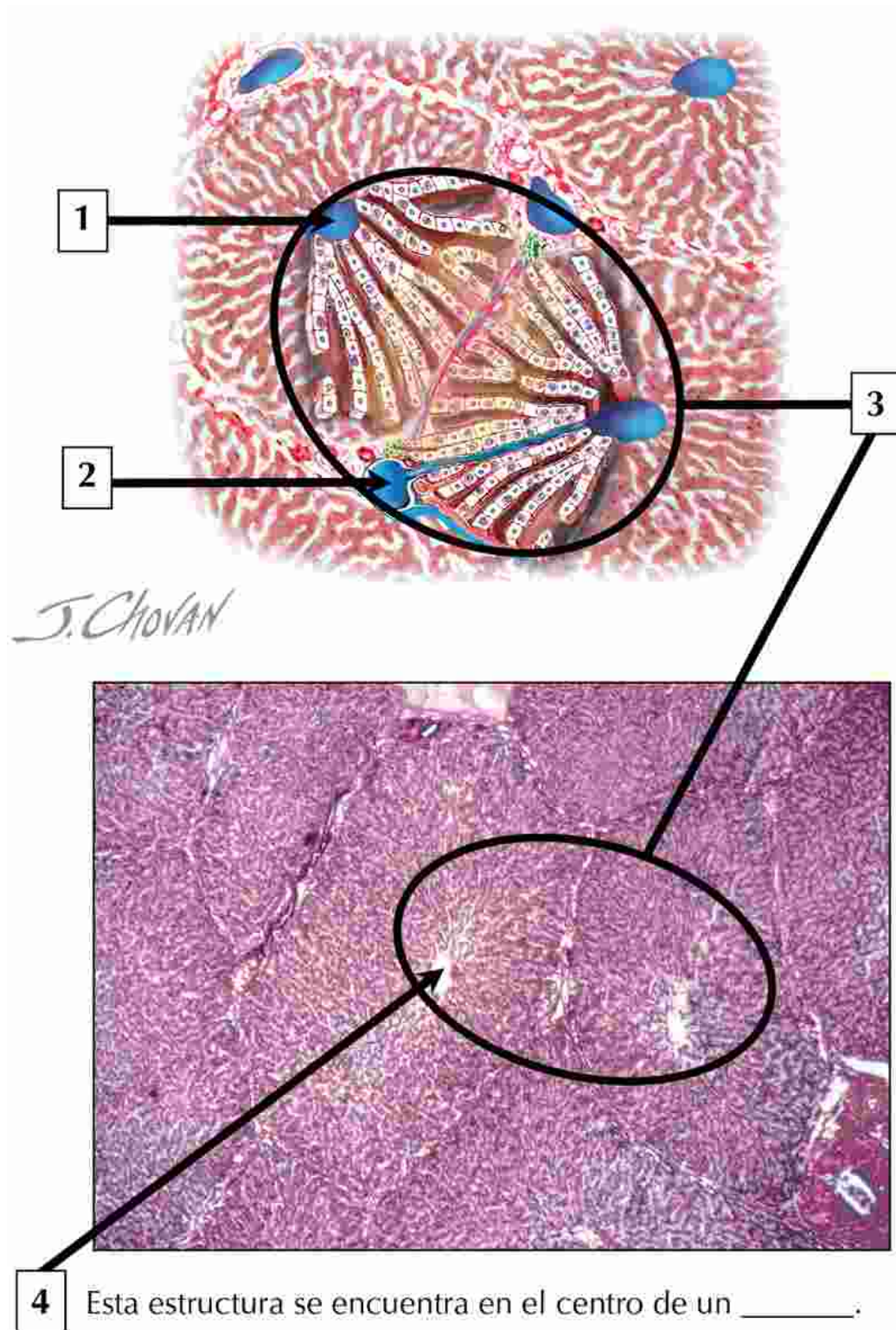
Comentario: Cada espacio porta consiste en una rama de las vías (o conductos) biliares, la vena porta y la arteria hepática, que se dividen en ramas cada vez más pequeñas. La vena porta contiene ramas terminales que se ramifican de forma regular en vénulas de entrada. Estas vénulas a su vez drenan directamente en los sinusoides hepáticos, que se encuentran en estrecho contacto con los hepatocitos. Las ramas terminales de las arterias hepáticas, que se ramifican con las ramas de la vena porta, finalizan como arteriolas, que también desembocan en los sinusoides. Los sinusoides convergen en una vena centrolobulillar, también llamada *vénula hepática terminal*, que se une a otras venas centrolobulillares para formar las venas sublobulillares. Estas venas dan lugar a otras venas hepáticas de mayor calibre que discurren en solitario y se ramifican repetidamente. La principal vía de drenaje de la sangre del hígado es la vena cava inferior.

Muchas enfermedades pueden causar **hepatitis** (inflamación del hígado). La **hepatitis vírica** está causada por diferentes virus hepatotrópicos, siendo las más frecuentes las de tipo A, B y C. La **hepatitis A** se transmite principalmente por vía fecal-oral y es especialmente frecuente en países subdesarrollados. Se caracteriza por la presencia de daño hepatocelular, por la detección en suero de inmunoglobulina M y anticuerpos contra el virus de la hepatitis A y por elevados niveles en suero de aminotransferasas.

Imágenes al microscopio óptico del hígado en las que se muestran un espacio porta y una vena centrolobulillar

Véase Netter. Histología esencial 14.4

14.4. Acino hepático



1. Vena central

2. Vena porta
3. Acino hepático
4. Lobulillo hepático clásico

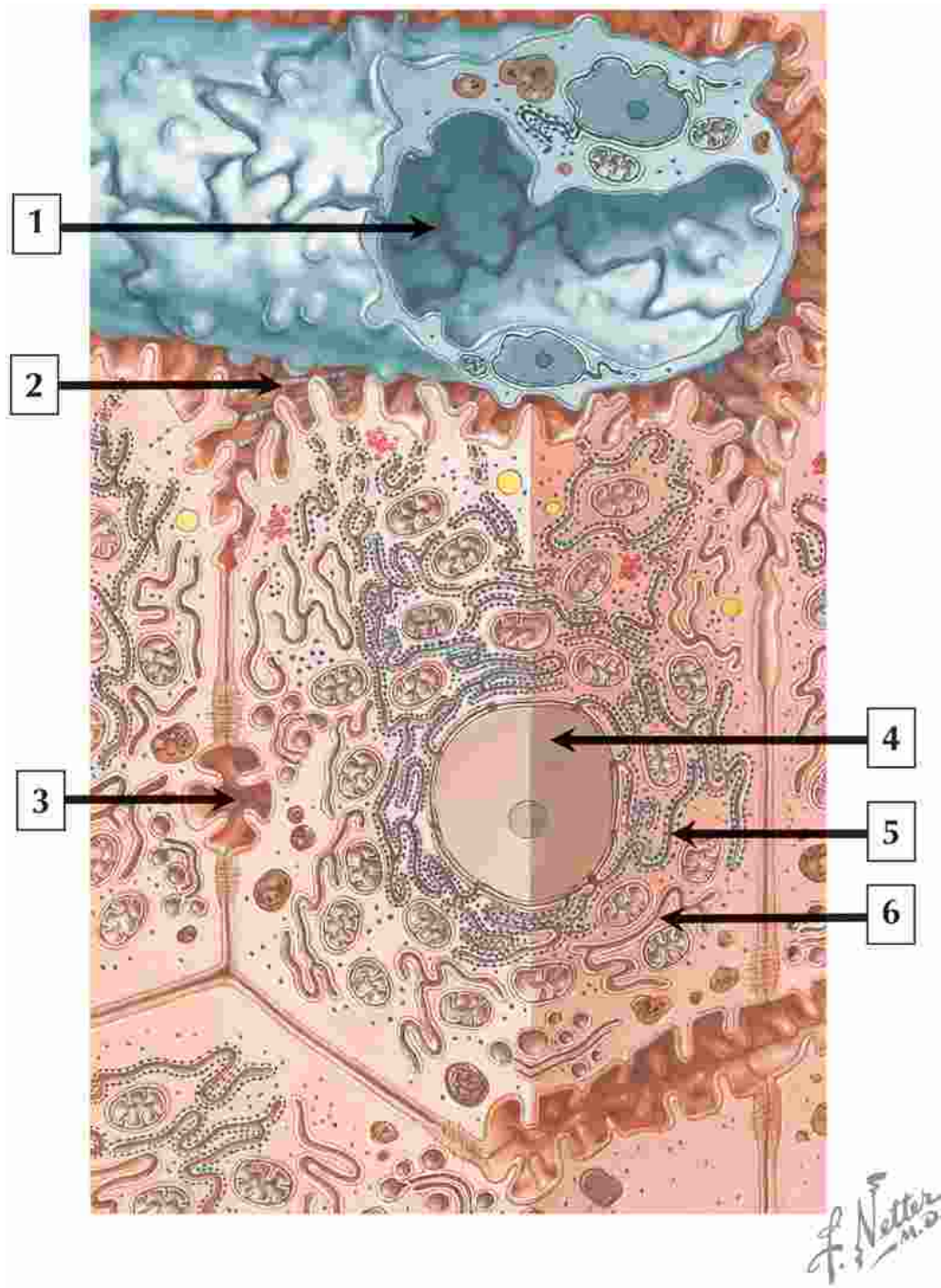
Comentario: El acino hepático (una región ovalada o romboidea del parénquima hepático) se define básicamente en función del aporte sanguíneo. Aunque es más difícil de visualizar que el lobulillo hepático clásico, tiene una gran importancia funcional porque refleja mejor los cambios metabólicos que se producen en relación con muchas enfermedades. El eje menor está definido por las ramas de distribución de la vena porta y la arteria hepática que discurren a lo largo del borde de dos lobulillos hepáticos clásicos. El eje principal consiste en una línea trazada entre las dos venas centrolobulillares más próximas al eje menor. A diferencia del lobulillo hepático clásico, que presenta el drenaje venoso en el centro (vena centrolobulillar), el centro del acino hepático está ocupado por el riego sanguíneo del parénquima hepático a través de los sistemas vasculares porta y hepático.

La **lesión hepática inducida por fármacos** es un problema clínico importante, ya que a menudo conduce a una insuficiencia hepática potencialmente mortal. Para establecer el diagnóstico de la lesión hepática inducida por fármacos es importante conocer la regionalización de los acinos hepáticos. El abuso del paracetamol (uno de los analgésicos más utilizados en todo el mundo) puede causar una toxicidad hepática grave. Algunas manifestaciones de la **intoxicación por paracetamol** son el aumento de las enzimas hepáticas por encima de los valores normales y el daño inflamatorio del parénquima hepático. En estos casos, la biopsia muestra necrosis hepatocelular en la zona 3, que corresponde a la zona periférica más externa del acino hepático.

Esquema de un acino hepático e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del hígado

Véase Netter. Histología esencial 14.6

14.5. Hepatocito



1. Luz del sinusoides hepático
2. Espacio perisinusoidal de Disse
3. Canaliculo biliar
4. Núcleo del hepatocito

5. Retículo endoplasmático rugoso
6. Retículo endoplasmático liso

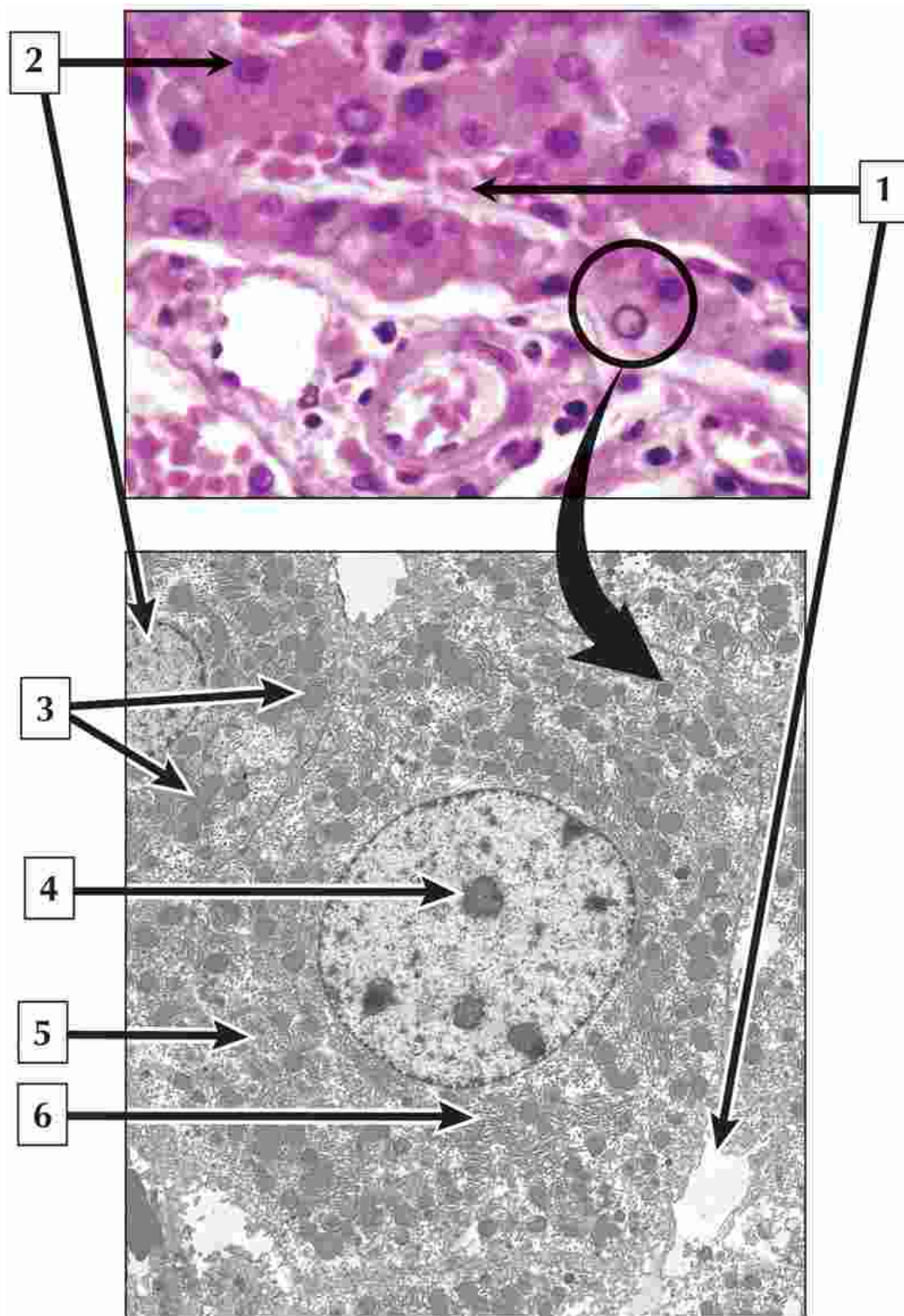
Comentario: Los hepatocitos son células parenquimatosas poliédricas derivadas del endodermo correspondiente al intestino proximal. Constituyen una red de placas interconectadas con una o dos células de grosor. Los sinusoides hepáticos se encuentran suspendidos en los espacios existentes entre los hepatocitos. Entre el revestimiento endotelial de los sinusoides y las superficies de los hepatocitos hay unos angostos espacios perivasculares llenos de líquido (espacios perisinusoidales de Disse). Estos espacios permiten el intercambio de sustancias solubles entre la sangre y el parénquima. Las membranas contrapuestas de dos hepatocitos adyacentes forman un conducto intercelular llamado canalículo biliar. Los hepatocitos secretan bilis a los canalículos. Los bordes laterales de los hepatocitos están reforzados con desmosomas y uniones estrechas que secuestran el contenido de la luz canalicular y previenen la salida de la bilis al torrente sanguíneo.

La **deficiencia de α -1-antitripsina** (una **hepatopatía genética** frecuente de la lactancia y la infancia) se debe a un defecto selectivo en el transporte de la proteína secretora desde el retículo endoplasmático rugoso hasta el aparato de Golgi. Puede causar **hepatitis** en neonatos y a menudo deriva en **cirrosis**.

Esquema de un hepatocito y un sinusoide hepático en el hígado

Véase Netter. Histología esencial 14.8

14.6. Hepatocito



- 1. Sinusoide hepático
- 2. Núcleo del hepatocito

3. Mitocondrias
4. Nucleolo
5. Aparato de Golgi
6. Retículo endoplasmático rugoso

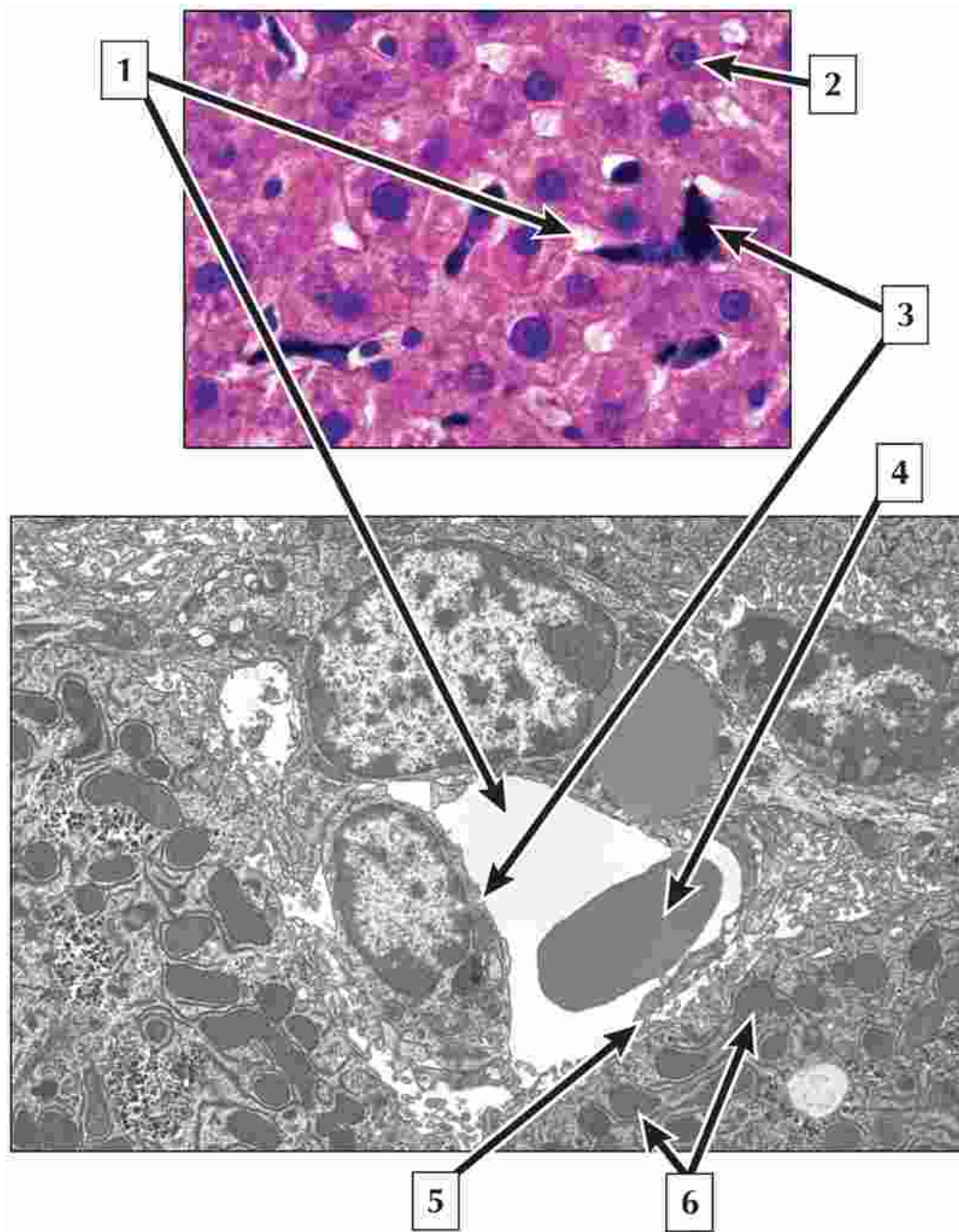
Comentario: Los hepatocitos normalmente poseen un solo núcleo esférico en posición central, aunque no son raras las células binucleadas y poliploides. A menudo se observan uno o varios nucleolos prominentes. El hepatocito posee tres superficies funcionales: una superficie canalicular (secretora), una superficie sinusoidal (de absorción) y una superficie entre dos células contrapuestas. El citoplasma del hepatocito está repleto de abundantes orgánulos e inclusiones. Muchas mitocondrias aportan energía en forma de adenosina trifosfato. El citoplasma también contiene ribosomas libres, numerosas pilas de retículo endoplasmático rugoso y liso y muchos aparatos de Golgi. Asimismo, puede observarse una cantidad variable de depósitos de glucógeno, lisosomas, gotas lipídicas y peroxisomas.

El **consumo excesivo de alcohol** es tóxico para el hígado. En la **hepatopatía alcohólica**, los hepatocitos acumulan grandes cantidades de grasa y muestran otros cambios morfológicos, como mitocondrias agrandadas y dilatación del retículo endoplasmático liso. Los hepatocitos dañados pueden presentar unas inclusiones dispersas conocidas como **cuerpos de Mallory**.

Imagen al microscopio óptico del parénquima hepático e imagen al microscopio electrónico de un hepatocito

Véase Netter. Histología esencial 14.9 y 14.12

14.7. Sinusoide hepático



1. Luz del sinusoide hepático
2. Núcleo del hepatocito
3. Célula de Kupffer
4. Eritrocito
5. Célula endotelial del sinusoide hepático

6. Mitocondrias del hepatocito

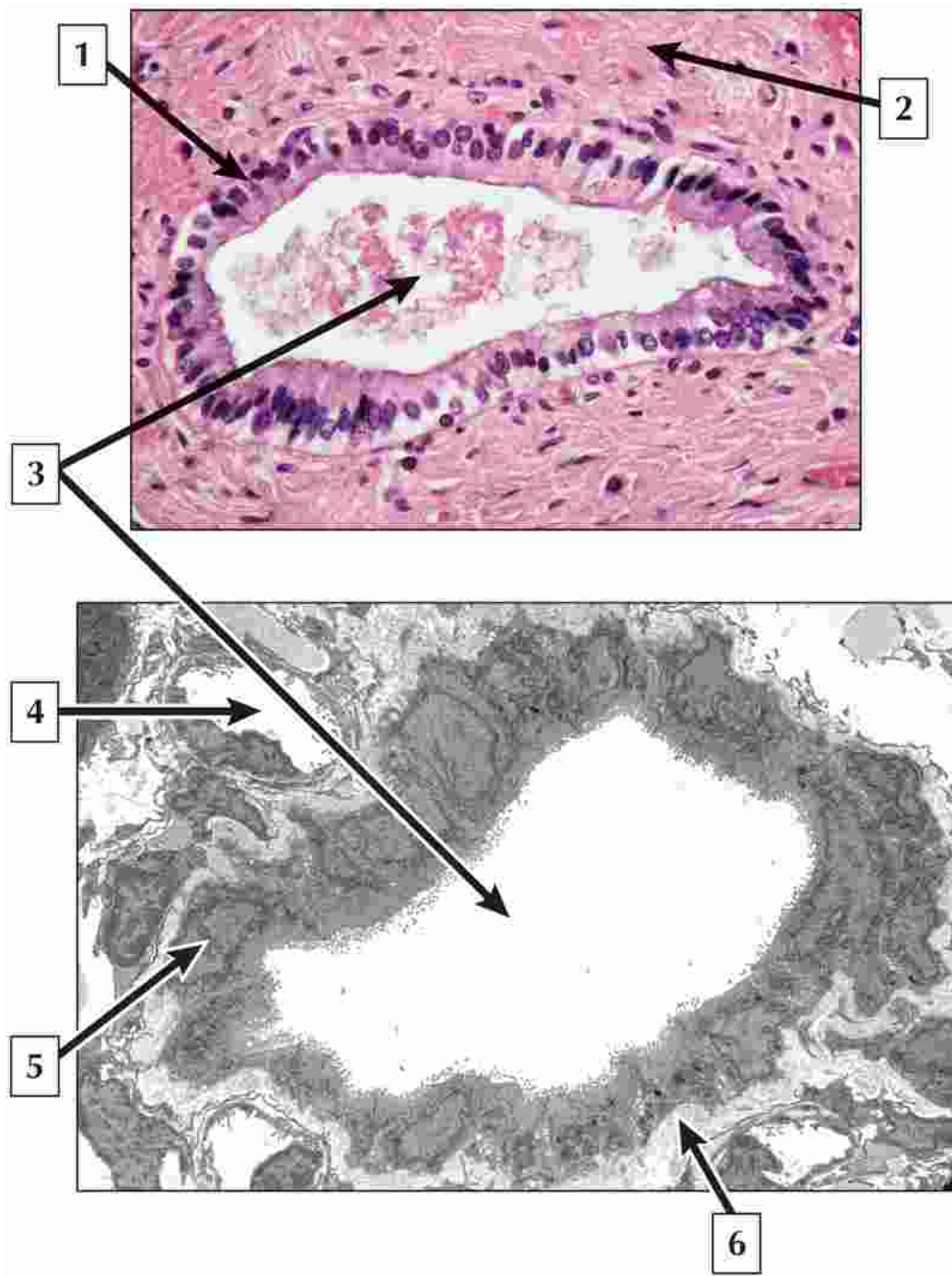
Comentario: Los sinusoides hepáticos se encuentran en estrecho contacto con los hepatocitos y son sumamente permeables, lo que permite un intercambio rápido de sustancias. Son el lugar de drenaje de las ramas terminales de las arterias hepáticas y las venas porta, por lo que reciben una mezcla de sangre arterial y venosa. Los sinusoides hepáticos tienen un diámetro de 9-15 μm y son más grandes y menos regulares en cuanto a su forma que los capilares. Sus finas paredes están revestidas por células endoteliales muy planas y entremezcladas con células de Kupffer, que tienen un aspecto más amplio. Las células de Kupffer derivan de los monocitos sanguíneos y contienen numerosas vesículas endocíticas, lisosomas y partículas fagocitadas. Las células de Kupffer eliminan virus, bacterias, células tumorales y parásitos de la circulación.

La **cirrosis** hepática es el estadio terminal de la hepatopatía crónica y suele deberse a un consumo excesivo de alcohol, hepatitis vírica u obstrucción biliar. Se caracteriza por un extenso depósito de un estroma de tejido conjuntivo que da lugar a una necrosis persistente de las células hepáticas y a una marcada alteración de la arquitectura microscópica del hígado. La progresión de la enfermedad puede derivar en hipertensión portal e insuficiencia hepática.

Imagen al microscopio óptico de varias células de Kupffer en el hígado tras la ingesta de partículas de carbono e imagen al microscopio electrónico de un sinusoide hepático

Véase Netter. Histología esencial 14.10

14.8. Sistema de las vías biliares



1. Epitelio cilíndrico simple de las vías biliares
2. Tejido conjuntivo denso irregular (estroma)
3. Luz de la vía biliar
4. Luz del capilar

5. Núcleo (eucromatina) de la célula de epitelio cúbico simple de la vía biliar
6. Membrana basal

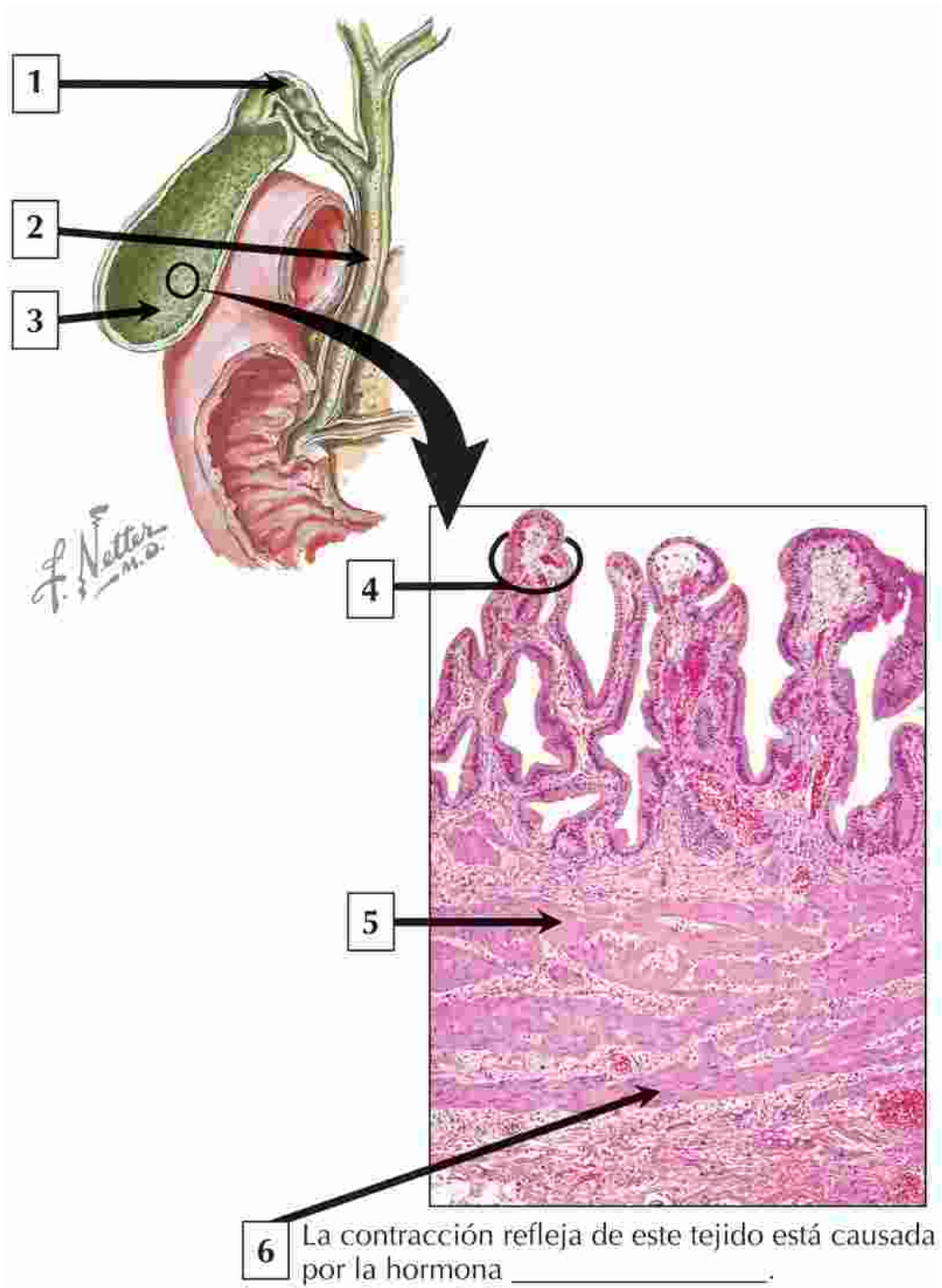
Comentario: La bilis es secretada por los hepatocitos a los canalículos biliares, que son las primeras vías biliares y las de menor calibre (aproximadamente 1 μm de diámetro). Los hepatocitos producen cerca de 0,5 ml de bilis por minuto. Los canalículos, que son conductos intercelulares entre hepatocitos adyacentes, se aprecian mejor al microscopio electrónico. Los canalículos convergen en la periferia de cada lobulillo hepático para formar pequeñas vías biliares intrahepáticas revestidas por una sola capa de células de epitelio cúbico. Las vías biliares de mayor calibre poseen un epitelio cilíndrico simple en torno a una luz central y, a su vez, están rodeadas por un tejido conjuntivo denso irregular.

La disminución del flujo o de la formación de bilis se conoce como **colestasis**. Puede producirse dentro (intrahepática) o fuera (extrahepática) del hígado, y a menudo da lugar a **ictericia** (coloración amarilla de la piel y la esclerótica ocular). Muchas causas distintas de **colestasis extrahepática** pueden causar una obstrucción completa del sistema de las vías biliares. La **colestasis intrahepática** es una enfermedad que cursa con una disminución de la formación de bilis. Puede deberse a una alteración del bombeo de iones, a un defecto de permeabilidad o a una alteración de la contractilidad de los canalículos y las vías biliares.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico de varias vías biliares intrahepáticas vistas transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 14.14

14.9. Vesícula biliar



1. Conducto cístico
2. Colédoco
3. Cuerpo de la vesícula biliar

4. Pliegue de la mucosa
5. Capa muscular (músculo liso)
6. Colecistocinina

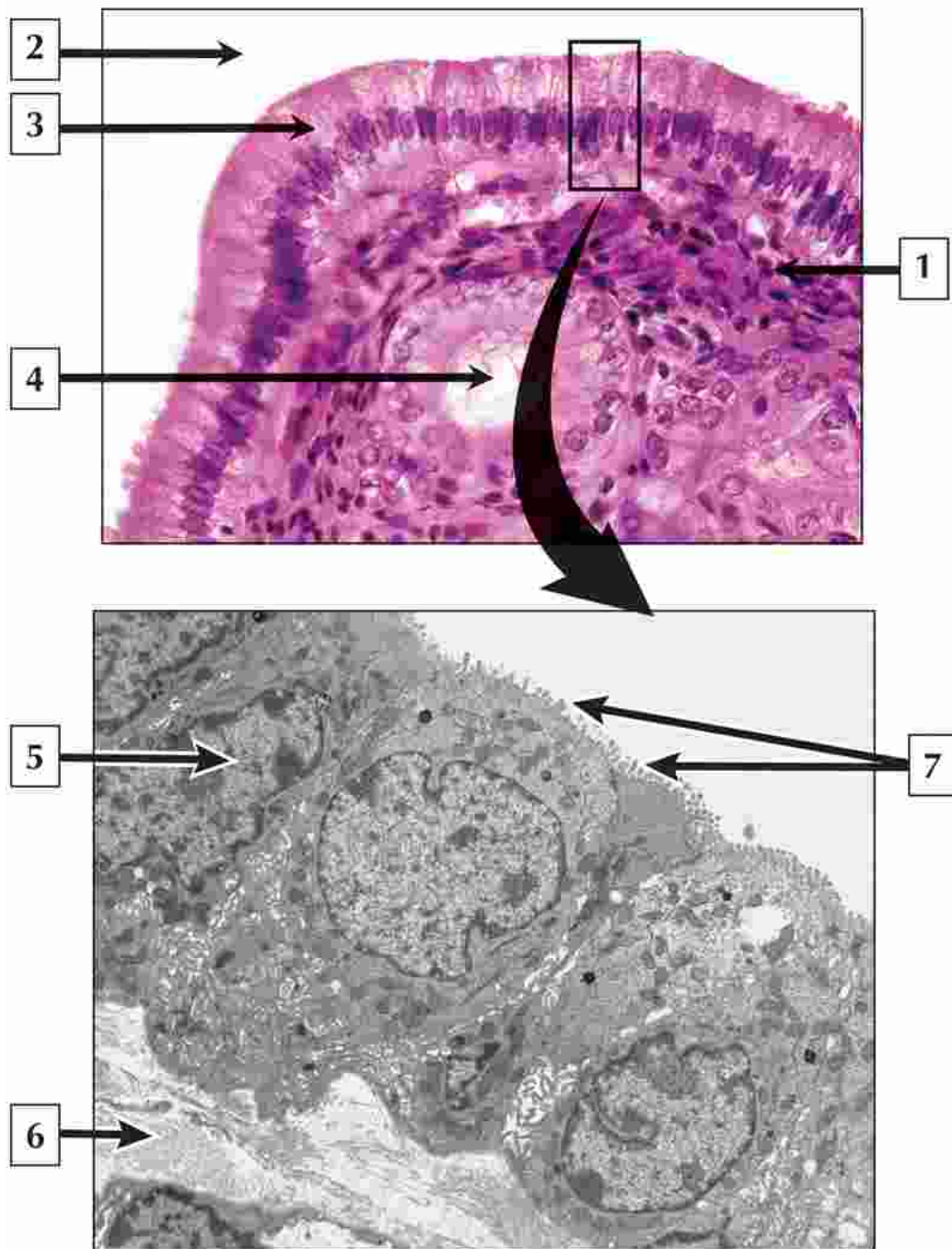
Comentario: La vesícula biliar es un órgano piriforme hueco de 3-5 cm de diámetro y 10 cm de largo. Almacena la bilis y la concentra mediante la absorción de agua y electrolitos. Este órgano tiene una capacidad de unos 50 ml y drena a través del conducto cístico, que está conectado al hígado y al duodeno por el sistema de las vías biliares. Desde el punto de vista histológico, la pared de la vesícula biliar consta de tres capas: una mucosa, una muscular y una adventicia o serosa. La mucosa de la vesícula biliar vacía o contraída presenta numerosos pliegues revestidos por epitelio cilíndrico simple, que se aplanan cuando el órgano se llena de bilis.

Los **cánceres** derivados del epitelio de la vesícula biliar y de las vías biliares son raros. Resulta difícil establecer el diagnóstico definitivo y el pronóstico en general es malo. En la mayoría de los pacientes, la **inflamación crónica de la vesícula biliar** por **cálculos biliares** contribuye a la aparición de estas neoplasias. En el momento del diagnóstico, la mayor parte de los pacientes presentan **metástasis** en los ganglios linfáticos regionales e invasión del tumor a los órganos adyacentes.

Esquema de la vesícula biliar y de las vías biliares e imagen al microscopio óptico a bajo aumento de parte de una vesícula biliar no distendida

Véase Netter. Histología esencial 14.16 y 14.17

14.10. Epitelio de la vesícula biliar



1. Lámina propia
2. Luz de la vesícula biliar
3. Epitelio cilíndrico simple
4. Glándula mucosa
5. Núcleo (eucromatina) de la célula epitelial de la vesícula biliar

6. Tejido conjuntivo (lámina propia)

7. Microvellosidades en la superficie apical de la célula

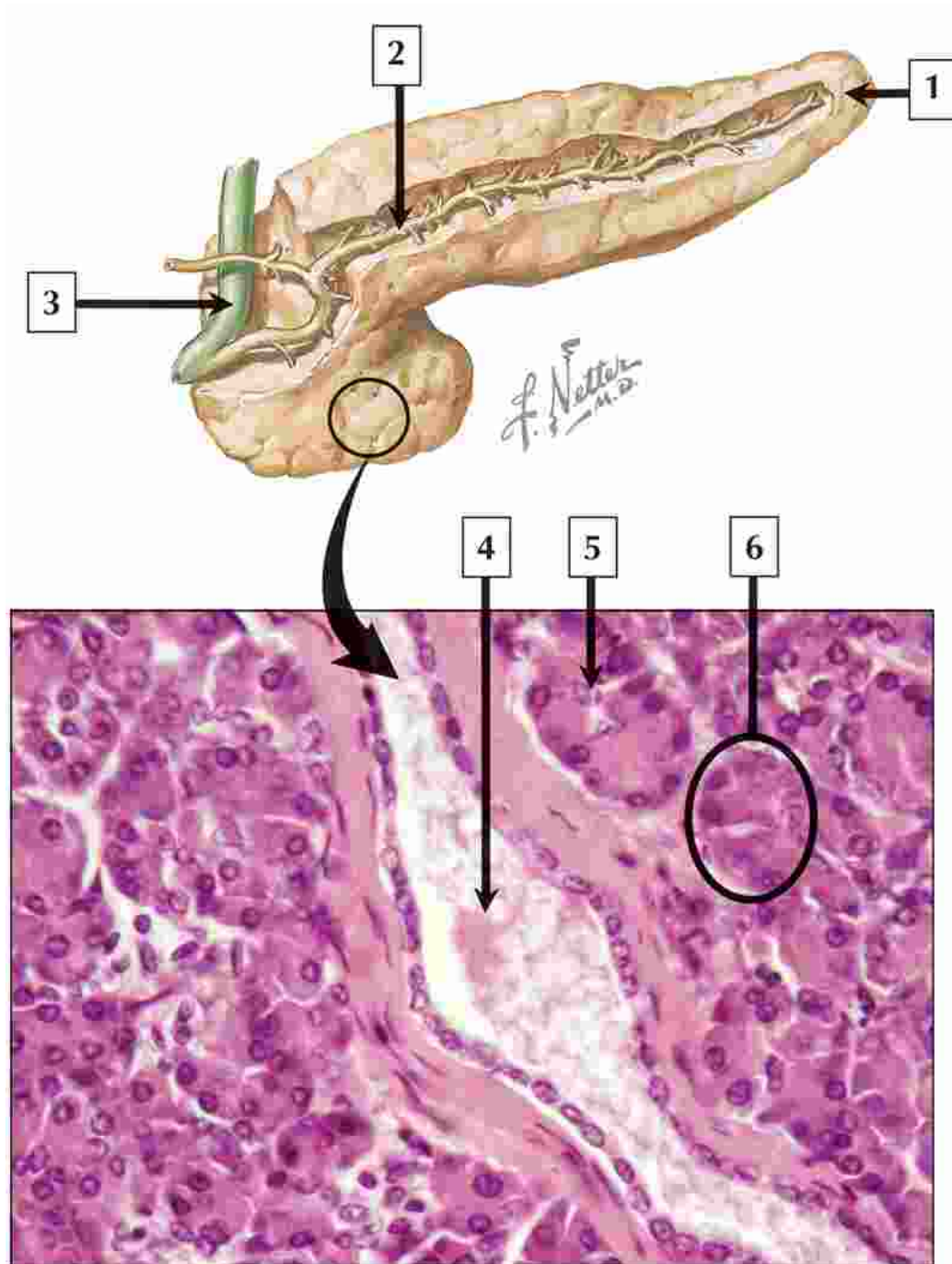
Comentario: La luz de la vesícula biliar está revestida por células de epitelio cilíndrico simple con numerosas microvellosidades en su superficie apical. Cada célula posee un solo núcleo esférico, normalmente situado hacia la base de la célula. Las invaginaciones basales de la membrana plasmática y las interdigitaciones laterales con las membranas celulares adyacentes reflejan la implicación de estas células en el transporte de iones. El epitelio descansa sobre una delgada membrana basal que lo separa de la lámina propia subyacente. La vesícula biliar almacena bilis, que se libera mediante contracción refleja de las células de músculo liso de la capa muscular subyacente en respuesta al estímulo de la hormona colecistocinina.

La **colelitiasis** consiste en la presencia de cálculos en la vesícula biliar o en las vías biliares extrahepáticas. Los cálculos biliares también pueden causar una inflamación de la vesícula biliar, llamada **colecistitis**, que se caracteriza por inflamación de la mucosa con un engrosamiento anómalo de la capa muscular. La **cirugía por laparoscopia** es el tratamiento más habitual de la litiasis biliar.

Imagen al microscopio óptico de la mucosa de la vesícula biliar en la región del cuello e imagen al microscopio electrónico del epitelio de la vesícula biliar

Véase Netter. Histología esencial 14.17 y 14.18

14.11. Páncreas



1. Cola del páncreas
2. Conducto pancreático principal (de Wirsung)
3. Colédoco
4. Luz del conducto intralobulillar

- 5. Célula centroacinar
- 6. Acino pancreático

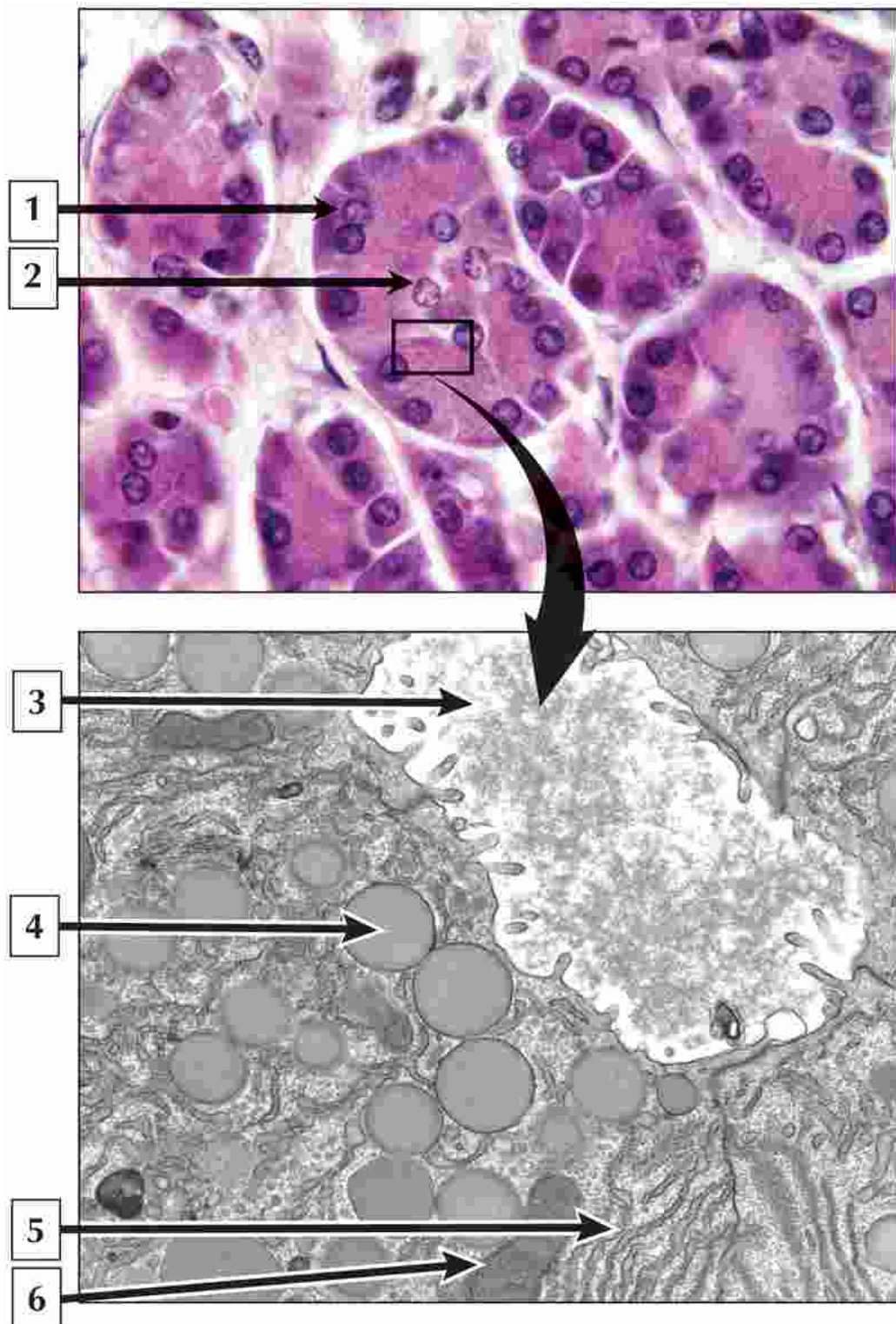
Comentario: El origen embriológico del parénquima del páncreas corresponde al endodermo del intestino proximal. En el adulto es una glándula accesoria del tubo digestivo de 18-20 cm de largo y unos 100 g de peso. Consta de una cabeza, un cuello, un cuerpo y una cola. Está cubierto por una fina cápsula de tejido conjuntivo de la que parten tabiques internos que subdividen la glándula en lobulillos mal diferenciados. El páncreas tiene una parte exocrina y otra endocrina; la parte exocrina constituye el 99% del peso de la glándula. Los acinos secretores y sus conductos asociados constituyen el parénquima del páncreas exocrino. Cada acino está compuesto por dos tipos de células (acinares y centroacinares) con funciones diferentes.

De todas las neoplasias malignas del tubo digestivo, el **adenocarcinoma de páncreas** es la segunda causa de muerte por **cáncer**. Los **tumores** se originan en los conductos pancreáticos de las células acinares y tienden a diseminarse rápidamente. Los signos y síntomas normalmente aparecen cuando la enfermedad ya se encuentra muy avanzada. Una dieta rica en proteínas y en grasas, el tabaquismo y la exposición a carcinógenos industriales son los factores causales que se han propuesto.

Esquema del páncreas e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del páncreas en la que se muestran los acinos y un conducto

Véase Netter. Histología esencial 14.19

14.12. Acino pancreático



1. Célula del acino pancreático

2. Célula centroacinar
3. Luz del acino pancreático
4. Vesícula secretora de la célula del acino pancreático
5. Retículo endoplasmático rugoso
6. Mitocondria

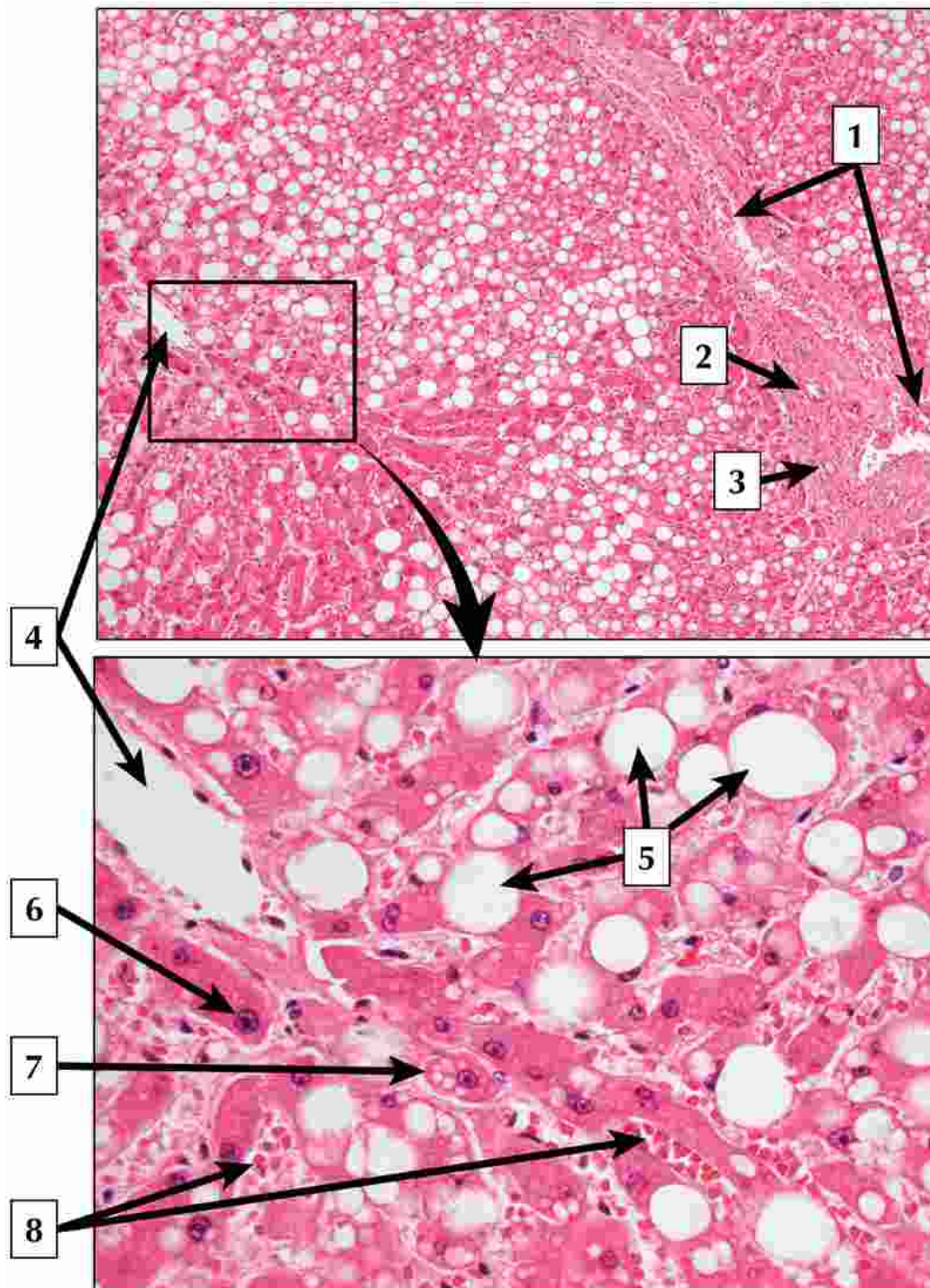
Comentario: El páncreas es una glándula tubuloacinar compuesta. Cada acino posee una sola capa de células acinares, entre cúbicas y piramidales, en torno a una luz central. Las células secretan varias enzimas digestivas o sus precursores inactivos. Una característica destacada son las porciones iniciales del sistema de conductos excretores, que están compuestas por células centroacinares que sobresalen parcialmente en la luz del acino. Las células acinares son células polarizadas que poseen todos los orgánulos necesarios para la síntesis de proteínas destinadas a la exportación. El citoplasma apical contiene numerosas vesículas secretoras antes de su descarga por exocitosis en la luz del acino.

La **pancreatitis aguda** es un **trastorno inflamatorio agudo** del páncreas exocrino, a menudo asociado al **alcoholismo** o a un consumo excesivo de alcohol. Sus manifestaciones clínicas varían entre leves y potencialmente mortales. La lesión de las células acinares o la obstrucción del conducto pancreático provocan un aumento de las concentraciones séricas de amilasa y lipasa, que son los marcadores diagnósticos de esta enfermedad.

Imagen al microscopio óptico de varios acinos pancreáticos e imagen al microscopio electrónico de la porción apical de varias células acinares

Véase Netter. Histología esencial 14.21 y 14.22

14.13. Esteatosis hepática



1. Vénula del sistema porta
2. Arteriola hepática
3. Conductillo hepático

4. Vena (vénula) centrolobulillar
5. Macrovesículas (gotas lipídicas) en los hepatocitos
6. Núcleo del hepatocito (con un nucleolo)
7. Microvesículas (gotas lipídicas) en el hepatocito
8. Sinusoides hepáticos

Comentario: La **esteatosis hepática** es una enfermedad en la que se acumula un exceso de **triglicéridos** en el hígado, de manera que constituyen más del 5% del peso del órgano. Dependiendo de la causa, se clasifica en **alcohólica** y **no alcohólica**. En ambas formas, la gravedad de la enfermedad es variable, desde una esteatosis simple, con acumulación de **gotas lipídicas microvesiculares** y **macrovesiculares** en los hepatocitos, hasta la forma más grave y potencialmente mortal, correspondiente a la **cirrosis** hepática (cicatrización).

Incidencia y tratamiento: La esteatosis hepática se ha convertido en una alarmante epidemia mundial, con una incidencia que va en aumento. La **esteatosis hepática alcohólica**, debida a un consumo excesivo de alcohol (etanol), causa más de 30.000 muertes al año solo en Norteamérica. El diagnóstico se establece a través de pruebas de imagen (**ecografía, TC o RM de abdomen**) y pruebas de función hepática (perfiles de las enzimas aspartato-aminotransferasa, alanina-aminotransferasa y γ -glutamilttransferasa) y se confirma histológicamente mediante biopsia hepática, que también permite evaluar la gravedad de la enfermedad. El tratamiento está orientado principalmente a corregir los factores etiológicos mediante **modificaciones del estilo de vida, pérdida de peso y control de la dieta**, centrándose en una dieta saludable y equilibrada, baja en grasas saturadas y rica en fibra, así como a tratar la resistencia a la insulina.

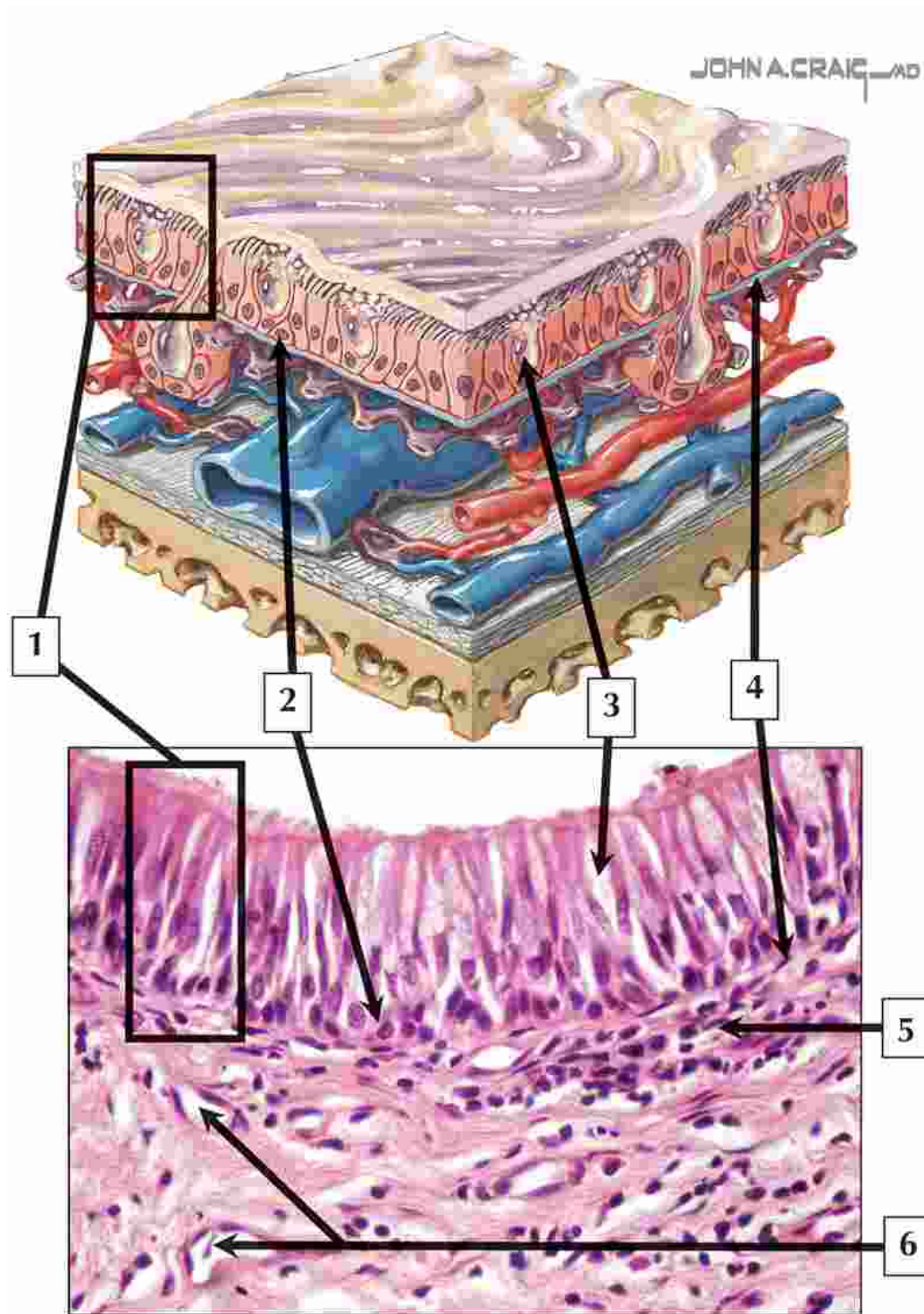
Imágenes al microscopio óptico a medio y gran aumento de un caso de esteatosis hepática asociada a alcoholismo crónico

Véase Netter. Histología esencial 14.24

15: Aparato respiratorio

- 15.1 Mucosa respiratoria
- 15.2 Epiglotis
- 15.3 Laringe y cuerda vocal
- 15.4 Tráquea
- 15.5 Epitelio traqueal
- 15.6 Cilios respiratorios
- 15.7 Bronquio
- 15.8 Bronquiolo
- 15.9 Células club
- 15.10 Alveolo pulmonar
- 15.11 Barrera alveolocapilar
- 15.12 Neumocito de tipo II
- 15.13 Neumonía

15.1. Mucosa respiratoria



1. Epitelio respiratorio (pseudoestratificado)
2. Célula basal

3. Célula caliciforme
4. Lámina basal
5. Lámina propia
6. Capilares

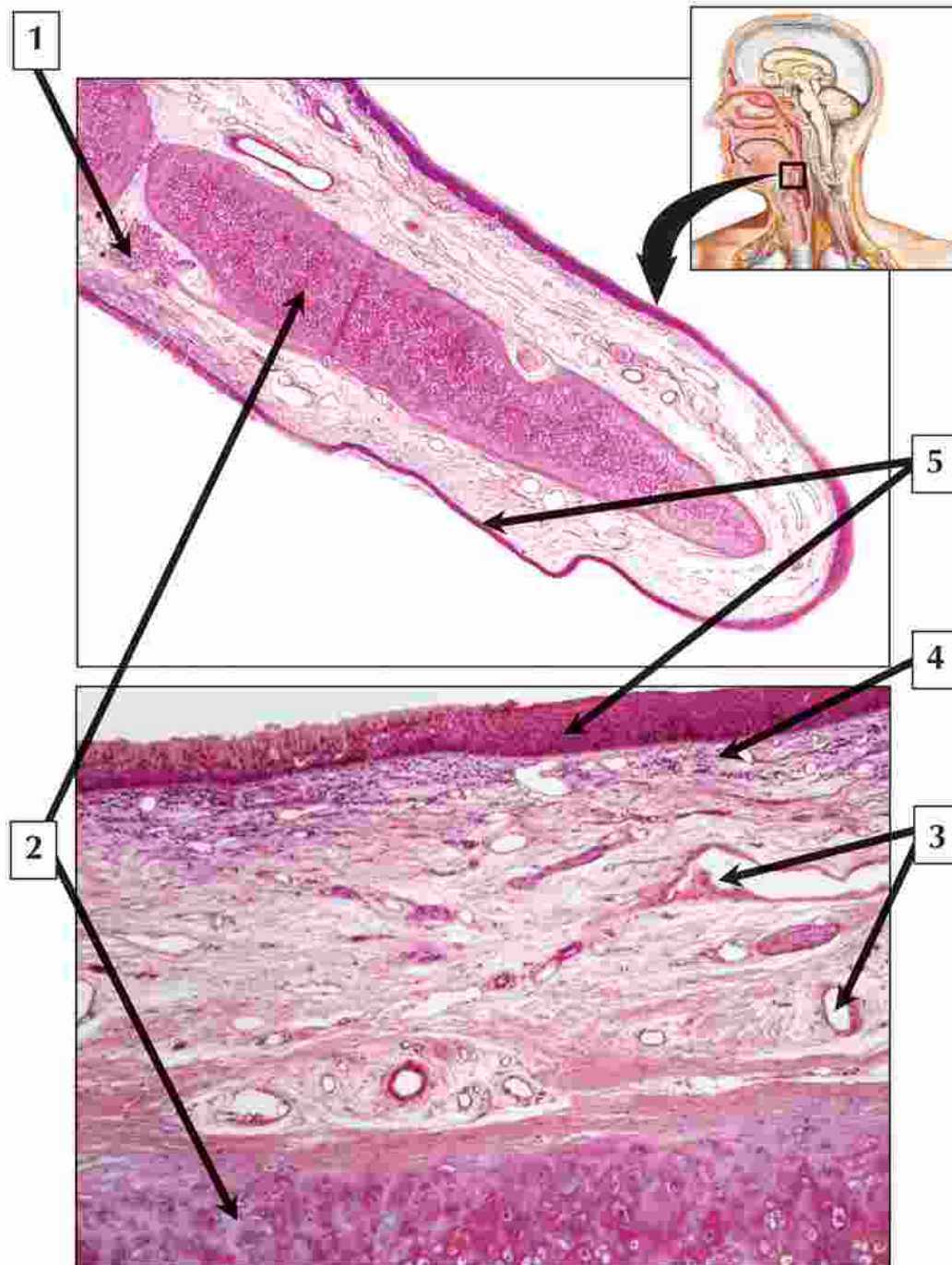
Comentario: Las vías respiratorias superiores son la parte del aparato respiratorio dedicada a la conducción (transporta el aire desde el exterior del cuerpo hasta los pulmones). Las vías respiratorias de conducción engloban la nariz y los senos paranasales, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los bronquiolos. Están revestidas por mucosa respiratoria, que consta de un epitelio pseudoestratificado ciliado con células caliciformes y una lámina propia subyacente, ricamente vascularizada. Las células caliciformes producen moco, que atrapa las partículas extrañas. Las células basales del epitelio descansan sobre una lámina basal y actúan como células madre que permiten la renovación constante de las demás células del epitelio.

Las **infecciones agudas o crónicas**, como las asociadas al resfriado común, pueden causar una tumefacción de la mucosa respiratoria, con la consiguiente congestión. La **sinusitis** es un frecuente trastorno clínico que consiste en la inflamación de la mucosa de los senos paranasales. Los senos inflamados se bloquean por la acumulación de moco y pueden infectarse.

Esquema de la pared nasal o sinusal e imagen al microscopio óptico de la mucosa respiratoria que reviste las fosas nasales

Véase Netter. Histología esencial 15.2 y 15.3

15.2. Epiglotis



1. Glándula seromucosa
2. Cartílago elástico
3. Vasos sanguíneos
4. Tejido conjuntivo laxo (lámina propia)

5. Epitelio plano estratificado no queratinizado

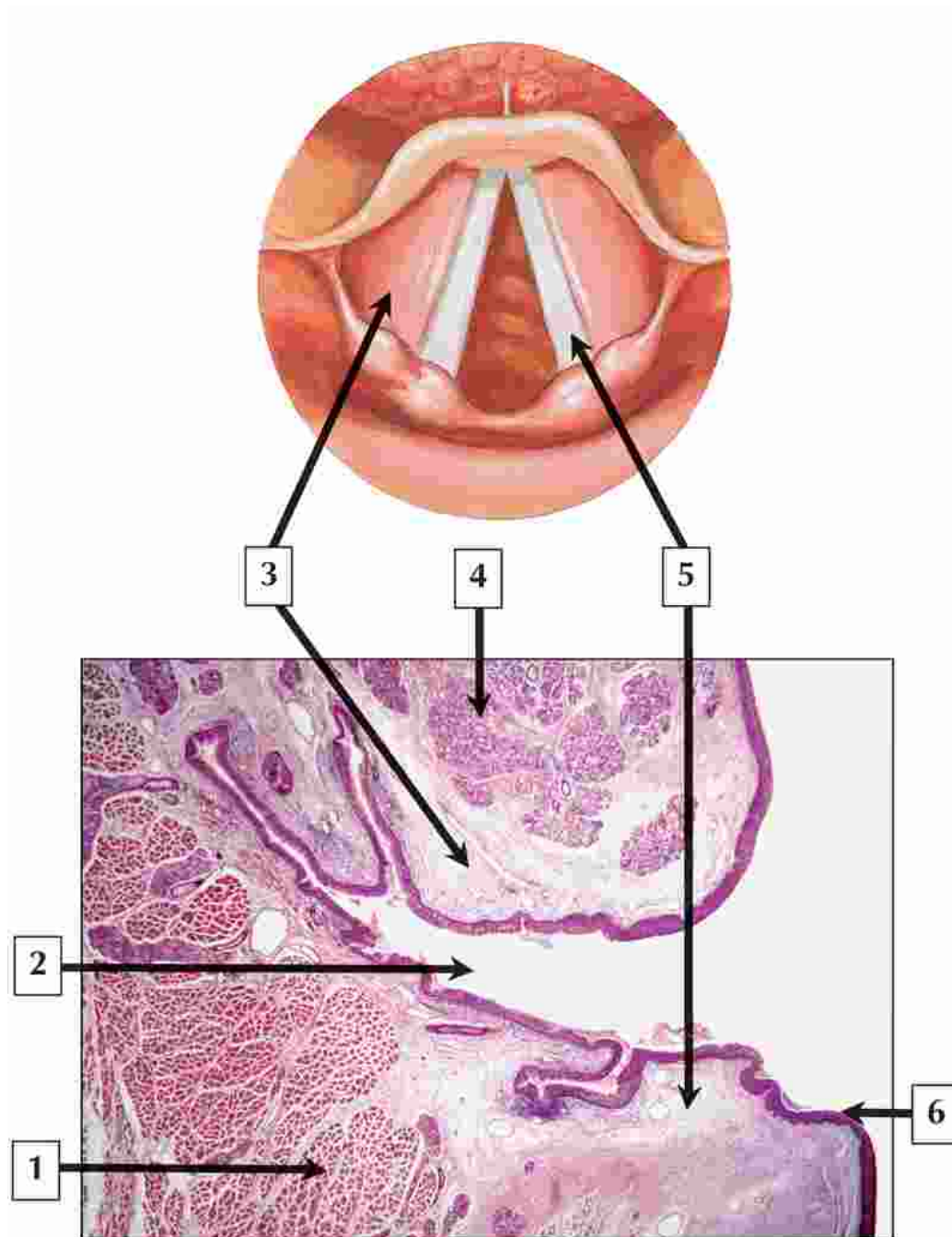
Comentario: La epiglotis es una estructura impar con forma de hoja que bloquea la entrada a la laringe durante la deglución. Posee un núcleo central de cartílago elástico muy flexible que forma una estructura de sostén. Dado el desgaste al que se ve sometida la superficie lingual de la epiglotis, está recubierta por un epitelio plano estratificado no queratinizado, que se convierte en un epitelio cilíndrico estratificado y después en un epitelio pseudoestratificado en la superficie laríngea. El tejido conjuntivo subyacente contiene pequeñas y dispersas glándulas seromucosas. En reposo, la epiglotis se encuentra en posición vertical y permite el paso del aire a la laringe y al resto de las vías respiratorias superiores. Durante la deglución se repliega como un colgajo para bloquear la entrada a la laringe y evitar el paso de alimentos y líquidos a la tráquea.

La **laringomalacia** es una **malformación congénita** frecuente en los lactantes. Consiste en una flacidez anómala de la epiglotis a consecuencia de una maduración defectuosa de su cartílago. Provoca el prolapso de la epiglotis y la obstrucción parcial de las vías respiratorias superiores durante la inspiración. Rara vez pone en peligro la vida, y es la causa más frecuente de **estridor** laríngeo (ruidos al respirar) en los lactantes.

Esquema de las vías respiratorias altas e imágenes al microscopio óptico a bajo y medio aumento de la epiglotis

Véase Netter. Histología esencial 15.1 y 15.4

15.3. Laringe y cuerda vocal



1. Músculo vocal (esquelético)
2. Ventrículo laríngeo
3. Cuerda vocal falsa (o superior)
4. Glándula seromucosa
5. Cuerdas vocales verdaderas

6. Epitelio plano estratificado no queratinizado

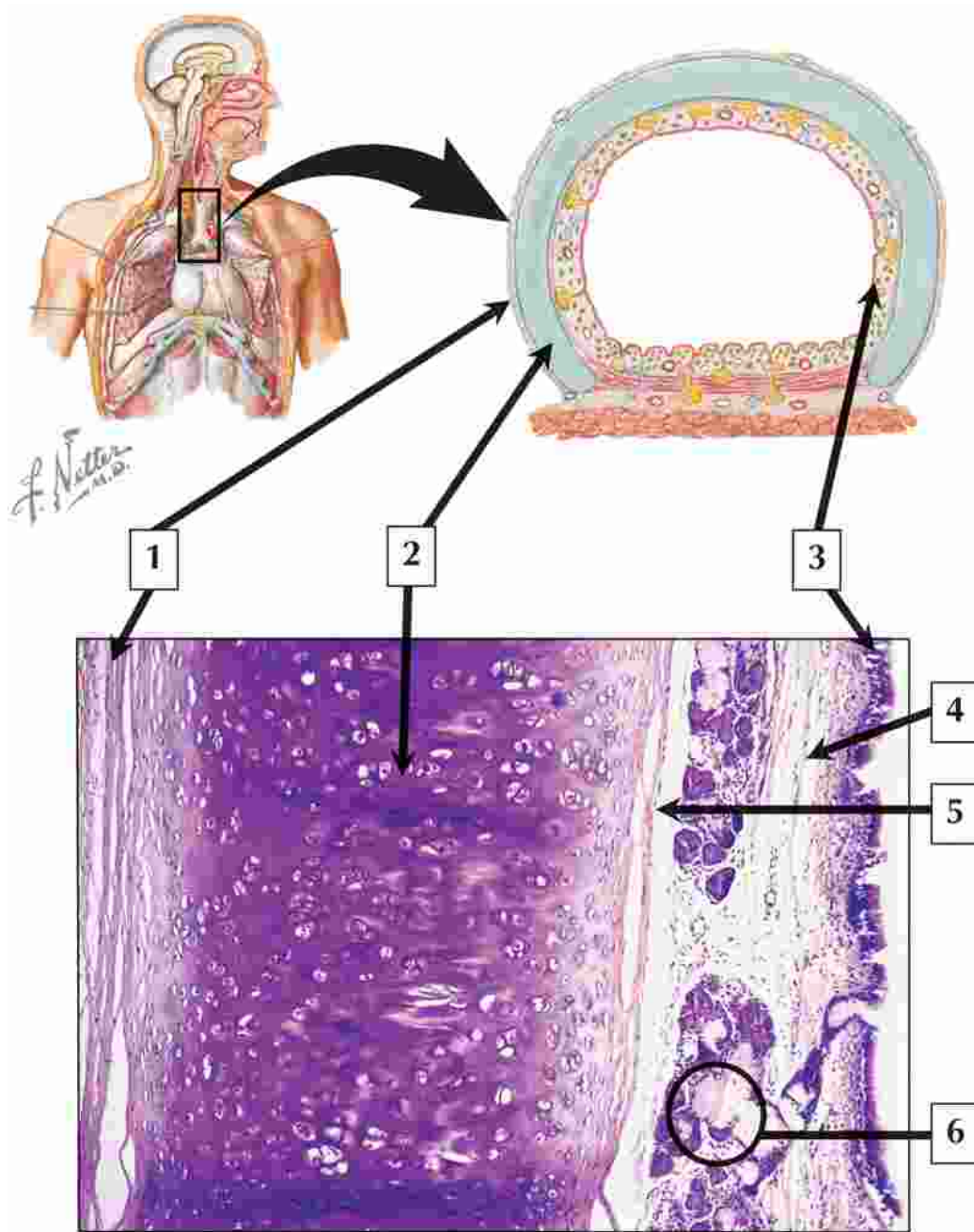
Comentario: La laringe, que desempeña un papel fundamental en la fonación (habla), se encuentra entre la faringe y la tráquea y mide entre 4 y 5 cm de largo. Forma parte del aparato respiratorio de conducción y presenta dos pliegues prominentes: las cuerdas vocales falsas (o superiores) y las cuerdas vocales verdaderas. Mientras que las cuerdas vocales falsas contienen glándulas seromucosas mixtas, las cuerdas vocales verdaderas contienen fibras elásticas que sirven de inserción a las fibras de músculo esquelético del músculo vocal. En condiciones normales, las cuerdas vocales están recubiertas por un epitelio plano estratificado no queratinizado, que se ve sometido al desgaste por fricción. La vibración de las cuerdas vocales controla el flujo de aire y genera sonidos durante la fonación. El cierre de la laringe durante la deglución también impide el paso de alimentos a las vías respiratorias inferiores.

La mayoría de los **cánceres** de la laringe son **carcinomas epidermoides laríngeos**. Normalmente aparecen en pacientes de edad avanzada y tienden a producir **metástasis** a distancia. Son factores de riesgo el tabaquismo y el alcoholismo crónico. Los síntomas consisten en **ronquera** u otros cambios de la voz y en **tos** persistente. El diagnóstico se establece mediante la exploración física y la **laringoscopia**.

Esquema (corte frontal) e imagen al microscopio óptico de la laringe a bajo aumento

Véase Netter. Histología esencial 15.5

15.4. Tráquea



1. Adventicia
2. Cartílago hialino (traqueal)
3. Epitelio respiratorio (pseudoestratificado)
4. Tejido conjuntivo laxo (lámina propia)
5. Pericondrio
6. Glándula seromucosa

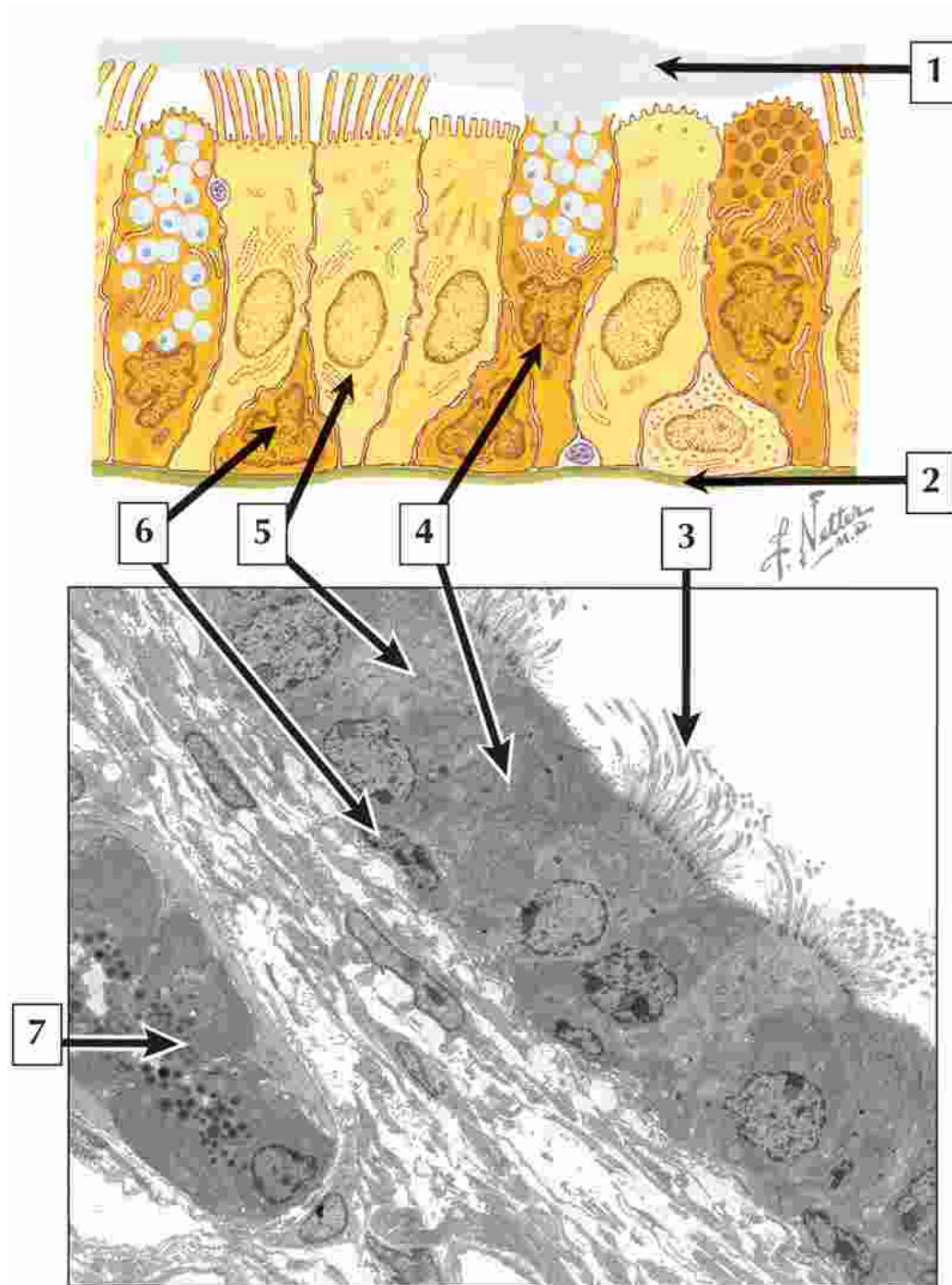
Comentario: La tráquea es un tubo semirrígido de 2-3 cm de diámetro y 15-20 cm de largo, con una adventicia externa de tejido conjuntivo. La presencia de 16-20 anillos de cartílago hialino en la pared traqueal garantiza la permeabilidad de la luz. También aportan rigidez y mantienen la forma de la tráquea. El epitelio de revestimiento es un epitelio respiratorio típico (pseudoestratificado) que descansa sobre una lámina basal. La mayoría de las células son cilíndricas ciliadas intercaladas con unas pocas células caliciformes. La metaplasia del epitelio se produce en respuesta a la fricción local y a la tos crónica. La lámina propia subyacente está compuesta por un tejido conjuntivo laxo con un alto grado de celularidad. Las glándulas seromucosas mixtas se extienden hasta la submucosa.

La **traqueotomía** es una intervención quirúrgica que consiste en practicar una incisión en la tráquea a través de la parte frontal del cuello para abrir la vía aérea de forma artificial. A continuación se introduce una **cánula de traqueotomía** en la abertura para que el paciente pueda respirar con normalidad. Pueden realizarse en situaciones de urgencia o para proporcionar respiración mecánica a largo plazo en pacientes en situación crítica.

Esquema e imagen al microscopio óptico de la tráquea cortada transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 15.6 y 15.7

15.5. Epitelio traqueal



1. Moco
2. Lámina basal
3. Cilios
4. Célula caliciforme

5. Célula ciliada
6. Célula basal
7. Glándula seromucosa

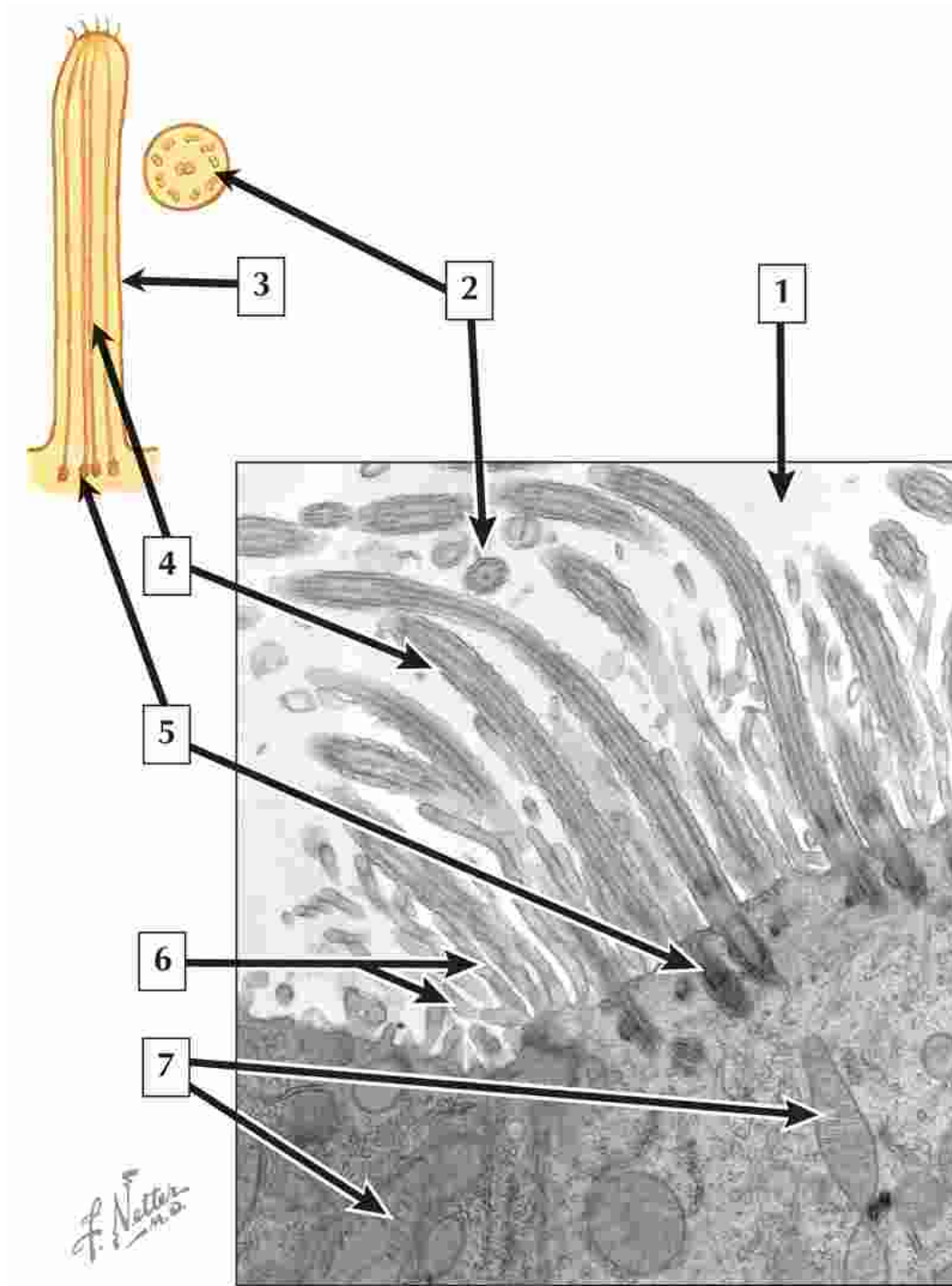
Comentario: El epitelio de la superficie de la tráquea consiste principalmente en células cilíndricas ciliadas altas entremezcladas con células caliciformes productoras de moco y pequeñas células basales entre redondas y triangulares. Las células cilíndricas ciliadas presentan cilios apicales, que se mueven de manera sincrónica para barrer las partículas atrapadas y dirigirlas a la cavidad bucal. Las células caliciformes presentan una forma característica y producen una capa superficial de moco, que atrapa las partículas extrañas. Las pequeñas células basales situadas inmediatamente por encima de la lámina basal son células progenitoras que permiten la renovación continua de las células del epitelio. El epitelio cuenta con el sostén de una lámina basal que lo separa de la lámina propia subyacente. Las glándulas seromucosas, localizadas en la profundidad del epitelio, liberan sus secreciones en la superficie luminal a través de pequeños conductos.

La **fibrosis quística** es un trastorno genético causado por un transporte defectuoso de los iones de Cl^- en las células mucosas de las glándulas seromucosas de las vías respiratorias. Esto da lugar a la producción de un moco espeso y pegajoso que predispone a los pacientes a **infecciones pulmonares** graves y potencialmente mortales. La **terapia génica** es una estrategia terapéutica prometedora para esta enfermedad.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de la mucosa traqueal

Véase Netter. Histología esencial 15.9

15.6. Cilios respiratorios



1. Luz de la vía respiratoria
2. Corte transversal de un cilio
3. Corte longitudinal de un cilio
4. Microtúbulos

5. Corpúsculo basal
6. Microvellosidades
7. Mitocondrias

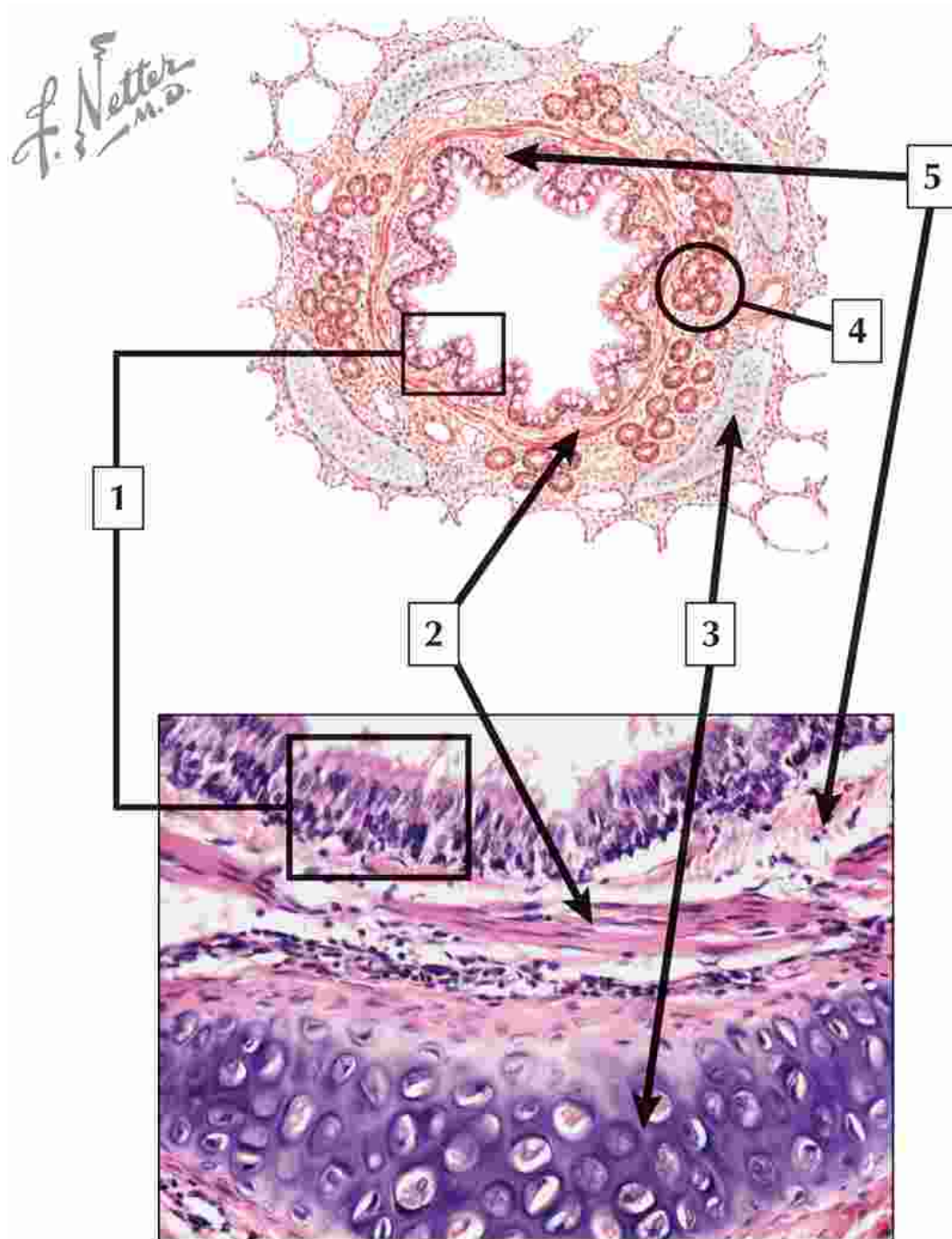
Comentario: Los cilios son prolongaciones de la superficie luminal de las células, que se encuentran presentes desde las fosas nasales hasta los bronquiolos respiratorios. Una célula puede tener varios cientos de cilios. Su función principal es atrapar partículas como polvo y células muertas por encima de las superficies celulares y mover el moco hacia la cavidad bucal, desde donde se eliminan o se degluten. Los cilios tienen un diámetro de 0,25 μm , su longitud varía entre 5 y 10 μm y se encuentran anclados a un corpúsculo basal. En su interior se observa una disposición en «9 + 2» de los microtúbulos y realizan unas batidas rítmicas para desplazar el moco y el material atrapado por encima de la superficie celular. El movimiento de batida de los cilios, a una velocidad de 10-25 batidas/s, se asemeja a las brazadas que se realizan al nadar y consta de un componente de fuerza y otro de recuperación.

Los cilios pueden verse dañados por el tabaquismo con las consiguientes **infecciones respiratorias crónicas**. La **discinesia ciliar primaria (síndrome de Kartagener)** es un trastorno genético causado por la presencia de una dineína deficiente en los brazos laterales de los microtúbulos ciliares. A menudo ocasiona **sinusitis** y **bronquiectasias** (dilatación crónica de las vías respiratorias bronquiales).

Esquema de un cilio e imagen al microscopio electrónico de una célula ciliada de la tráquea

Véase Netter. Histología esencial 15.10

15.7. Bronquio



1. Epitelio respiratorio (pseudoestratificado)
2. Músculo liso
3. Placa de cartílago hialino rodeada por pericondrio
4. Glándula submucosa (seromucosa)
5. Lámina propia (tejido conjuntivo laxo)

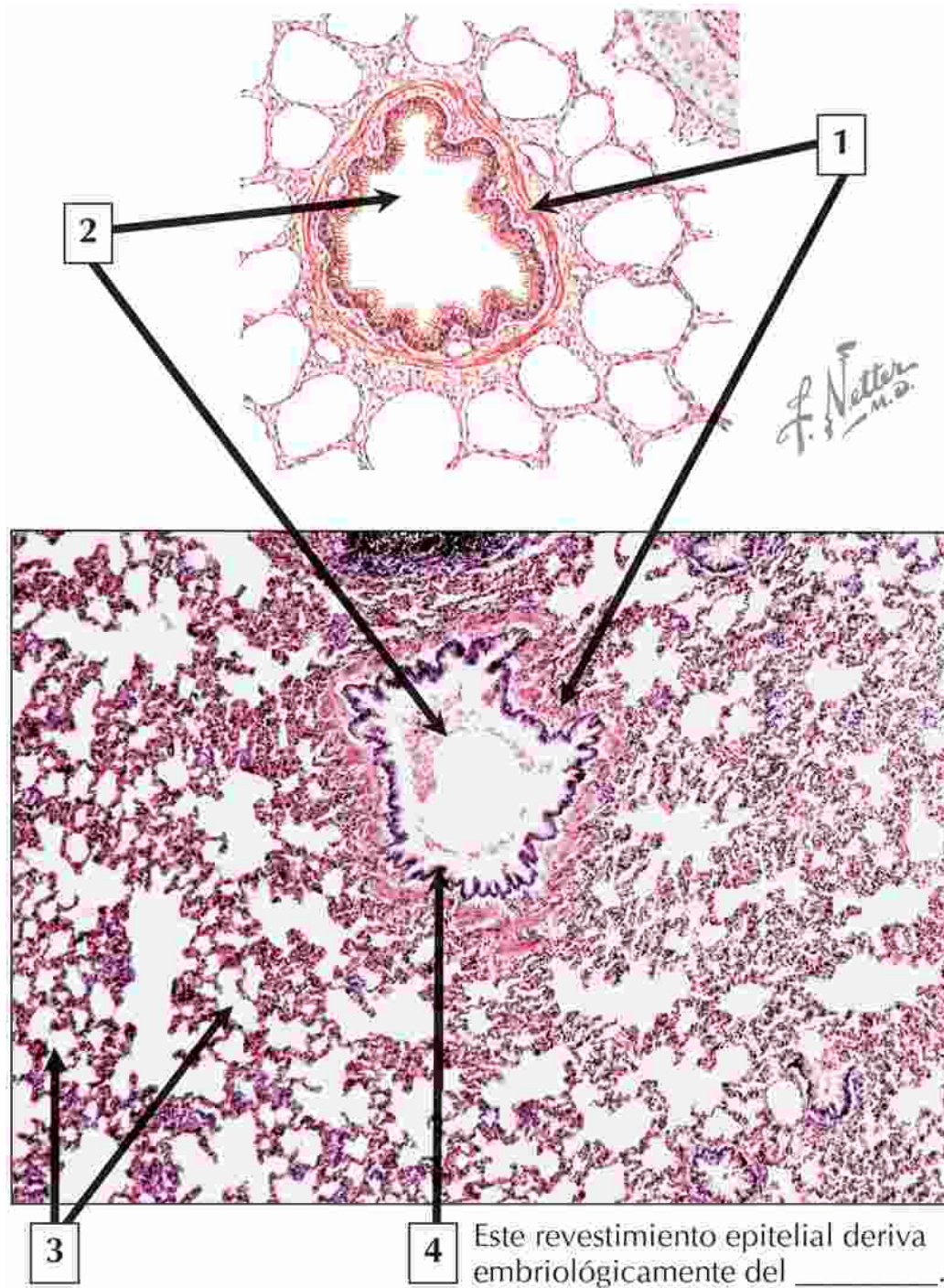
Comentario: Aunque los bronquios tienen un diámetro menor que la tráquea, son muy parecidos en cuanto a sus características histológicas y ambos transportan y acondicionan el aire en su trayecto hacia los pulmones. Las paredes bronquiales se mantienen abiertas gracias al cartílago hialino, que impide el colapso de la luz. El epitelio bronquial es pseudoestratificado y está compuesto principalmente por células ciliadas, caliciformes y basales. La lámina propia es un tejido conjuntivo laxo que se encuentra separado del epitelio por una lámina basal. El músculo liso, situado entre el epitelio y el cartílago, está controlado por el sistema nervioso autónomo. Las glándulas submucosas situadas por debajo del músculo liso liberan sus productos de secreción directamente en la superficie epitelial.

El **cáncer de pulmón** es una de las principales causas de muerte en todo el mundo, y la mayoría de las muertes se atribuyen a los efectos del tabaquismo. La mayor parte de los **tumores** del aparato respiratorio son **carcinomas** que se originan a partir del epitelio respiratorio del árbol traqueobronquial o de los neumocitos de los alveolos pulmonares. Los **carcinomas no microcíticos** (los más frecuentes) presentan un crecimiento rápido y suelen producir metástasis. Responden mal a la **quimioterapia** y a la radioterapia. Los **tumores carcinoides** de crecimiento lento son neoplasias neuroendocrinas derivadas de las células basales pluripotenciales del epitelio respiratorio.

Esquema e imagen al microscopio óptico de una pared bronquial cortada transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 15.11 y 15.12

15.8. Bronquiolo



1. Músculo liso
2. Luz del bronquiolo
3. Alveolo pulmonar
4. Endodermo del intestino proximal

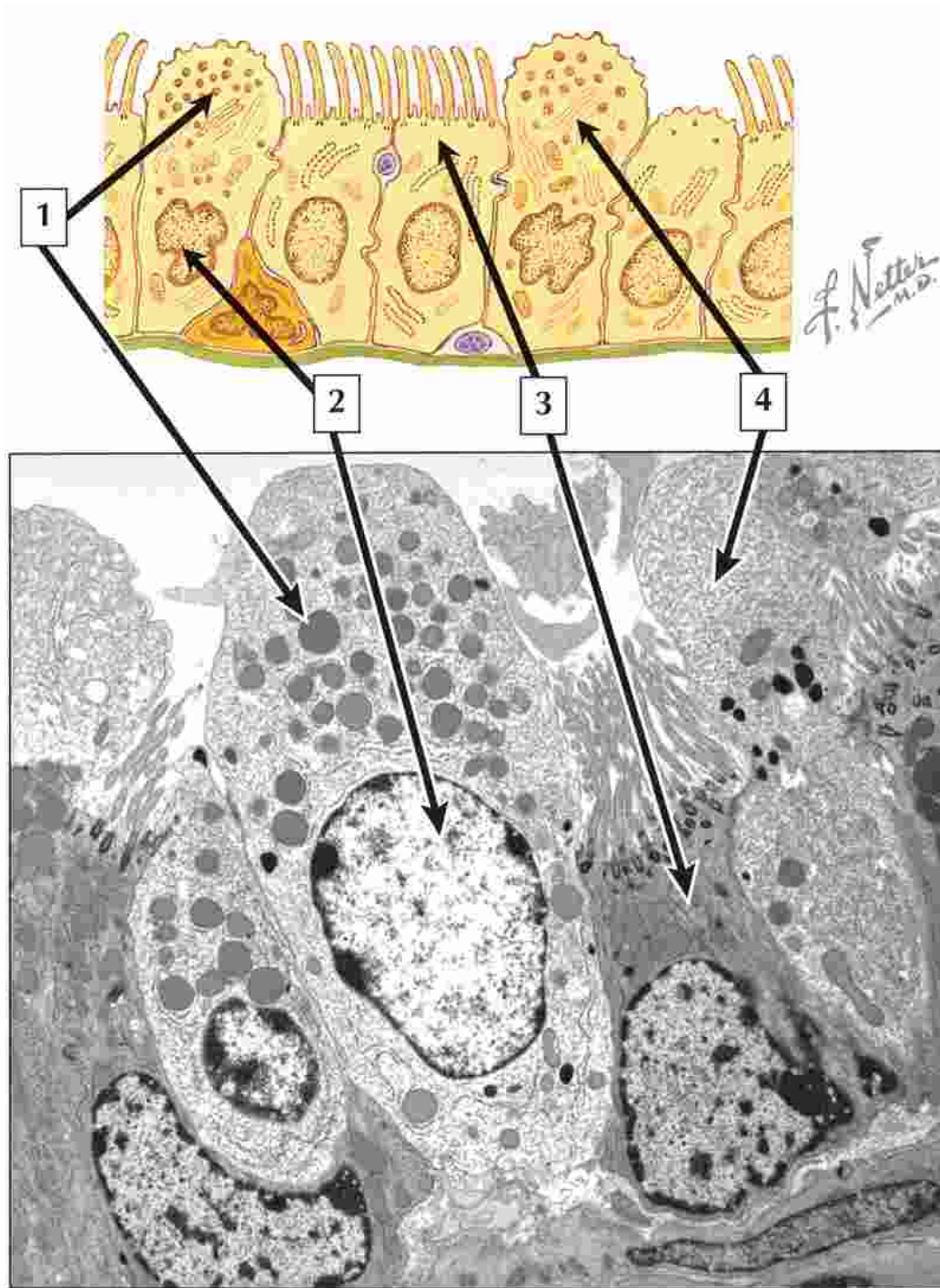
Comentario: Las vías respiratorias intrapulmonares se caracterizan por su sucesiva ramificación dicotómica, de manera que existen unas 20 generaciones de ramas que se extienden desde los bronquios hasta los bronquiolos respiratorios. Los bronquiolos terminales son distales a los bronquios y dan lugar a los bronquiolos respiratorios, que presentan en sus paredes pequeñas evaginaciones alveolares esféricas. Los bronquiolos tienen un diámetro de 1 mm o menos y sus paredes son muy delgadas. A diferencia de las paredes de los bronquios, las de los bronquiolos carecen de glándulas y de cartílago. En cambio, la presencia de un músculo liso dispuesto a modo de hélice es característica de las paredes bronquiolares. Además, en los bronquiolos abundan las fibras elásticas, que se continúan con las de los alveolos pulmonares adyacentes.

Los bronquiolos se ven afectados en el **asma** (una enfermedad frecuente), en el que la contracción excesiva del músculo liso bronquial provoca un gran estrechamiento de la luz de los bronquiolos y un aumento de la resistencia al paso del aire. El espasmo bronquial da lugar a síntomas como **disnea, tos, dificultad respiratoria** y **sibilancias**, así como edema de la pared de bronquios y bronquiolos e hipersecreción por parte de las glándulas mucosas.

Esquema e imagen al microscopio óptico del pulmón, en la que se muestra a bajo aumento un bronquiolo terminal cortado transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 15.12 y 15.13

15.9. Células club



1. Vesículas secretoras en el citoplasma apical
2. Núcleo de la célula club
3. Citoplasma de la célula ciliada
4. Retículo endoplasmático liso

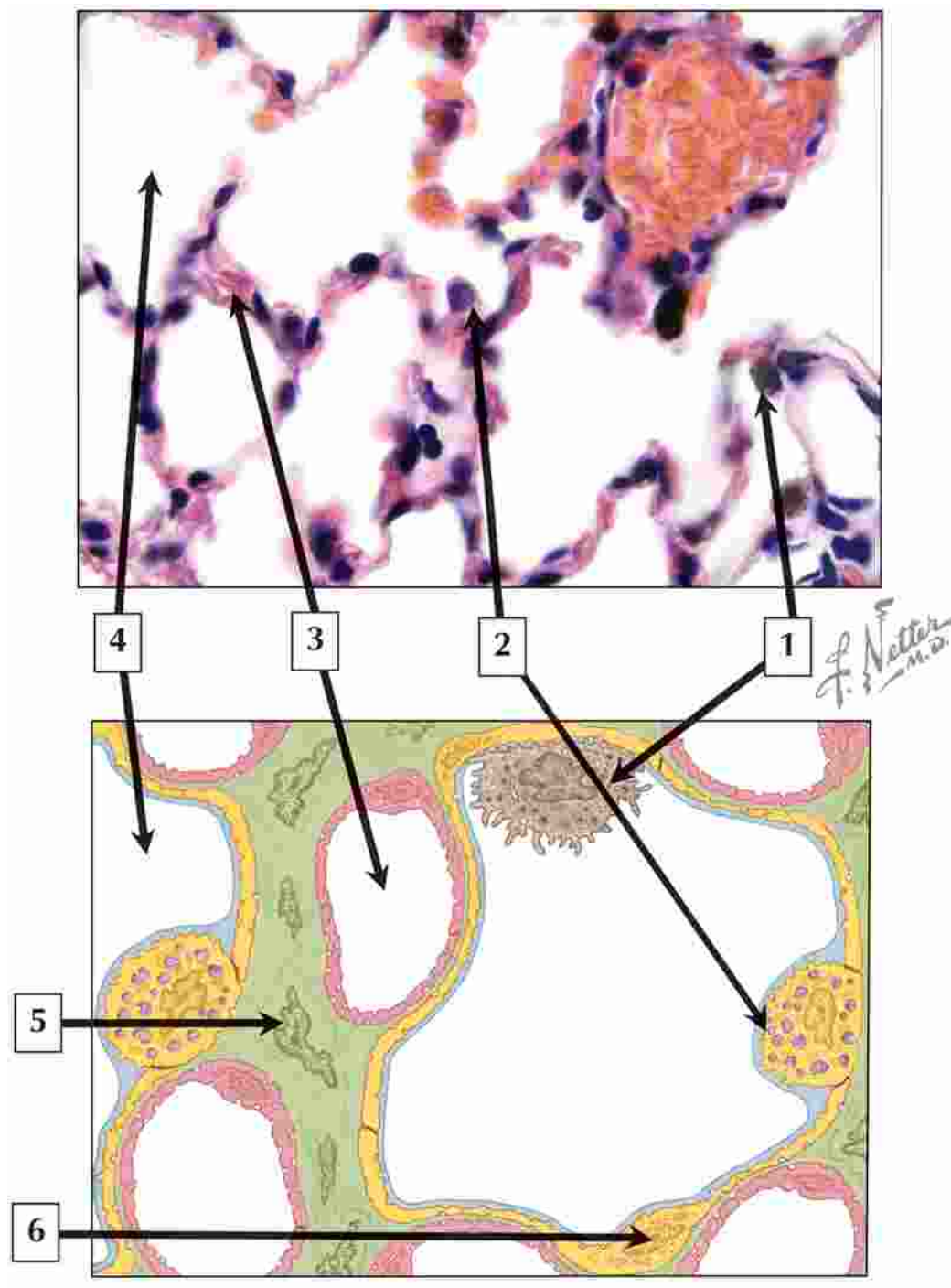
Comentario: Las células club son células secretoras cilíndricas sin cilios que aparecen exclusivamente en los bronquiolos. Constituyen la mayor parte de las células epiteliales que revisten la luz de estas vías respiratorias. Se encuentran dispersas entre las células ciliadas y sus superficies apicales sobresalen hacia la luz del bronquiolo. Su citoplasma apical presenta un abundante retículo endoplasmático liso, así como vesículas secretoras electrodensas. Se piensa que su secreción desempeña funciones antiinflamatorias. Las células club intervienen en el equilibrio hidroelectrolítico, detoxifican las sustancias inhaladas y elaboran una sustancia similar al surfactante pulmonar. También actúan como células progenitoras con actividad mitótica que responden a las lesiones bronquiolares y permiten la renovación de las células epiteliales ciliadas y no ciliadas de los bronquiolos.

La **enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)**, caracterizada por la obstrucción parcial al paso del aire por las vías respiratorias, es un grupo de trastornos que engloban la **bronquitis crónica**, el **enfisema** y el **asma crónica**. Normalmente la EPOC se debe al tabaquismo y a la inhalación de otras sustancias irritantes aéreas; no es totalmente reversible. Da lugar a la pérdida de elasticidad de las vías respiratorias y a un aumento de la producción de moco.

Esquema e imagen al microscopio electrónico que muestran las principales características del epitelio bronquiolar

Véase Netter. Histología esencial 15.14

15.10. Alveolo pulmonar



1. Macrófago alveolar
2. Neumocito de tipo II
3. Capilar pulmonar
4. Luz del alveolo pulmonar

5. Fibroblasto en el tabique interalveolar
6. Neumocito de tipo I

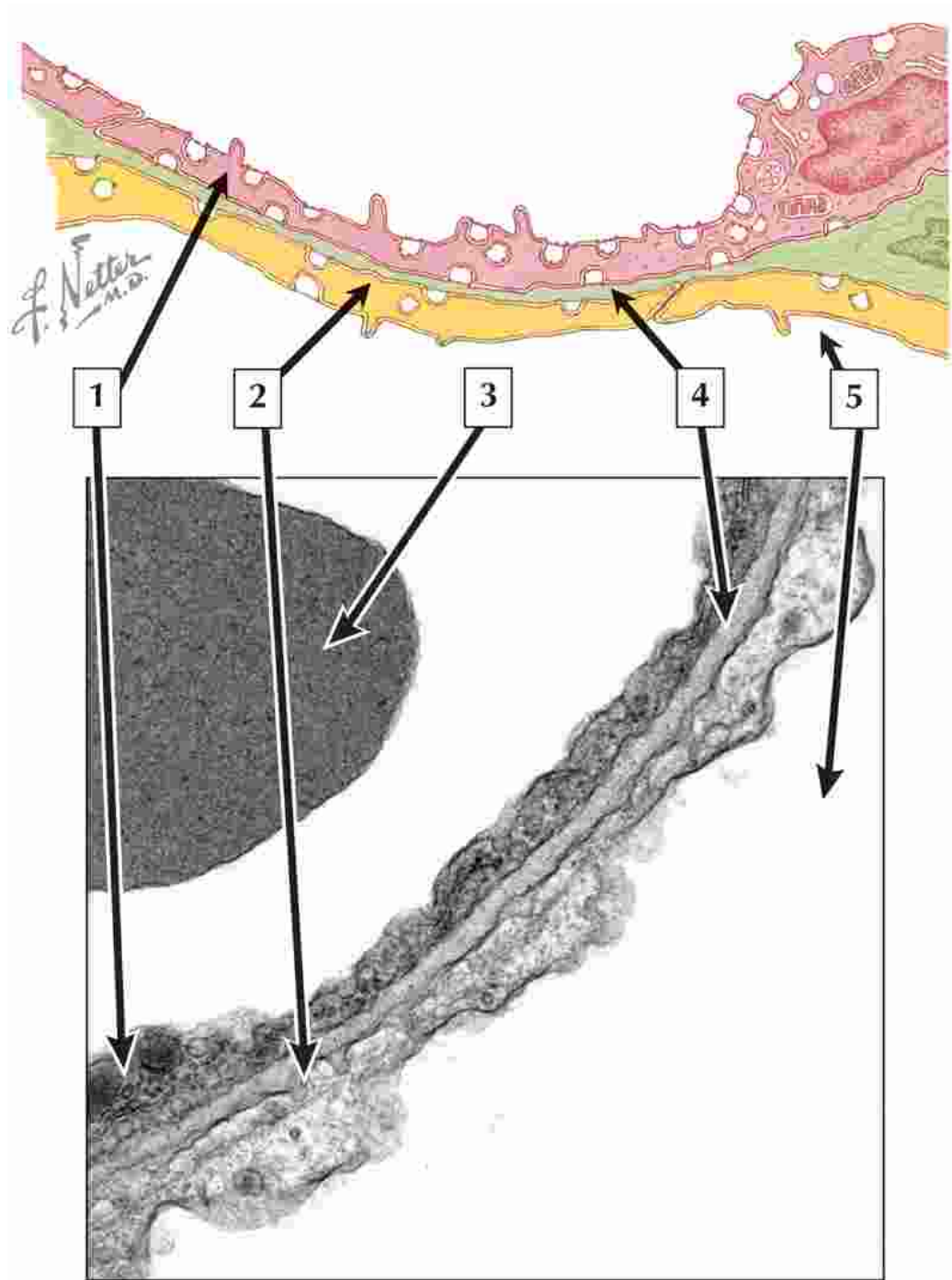
Comentario: Aunque no se aprecia bien en los cortes convencionales teñidos con hematoxilina y eosina, los alveolos pulmonares crean un patrón en panal en los pulmones. Se trata de bolsitas de aire con forma de vaso (con un diámetro de 200-250 μm) revestidos por un epitelio plano simple compuesto por dos tipos de neumocitos. Los alveolos adyacentes están separados por tabiques interalveolares, que contienen un delicado estroma de tejido conjuntivo con muchas fibras elásticas. En el interior de los tabiques interalveolares discurre una red de capilares pulmonares. Los neumocitos de tipo I son planos, mientras que los de tipo II tienen una forma más bien cúbica. Los macrófagos alveolares derivan de los monocitos y fagocitan partículas de polvo, bacterias y otros patógenos. En el adulto, cada pulmón contiene hasta 300 millones de alveolos pulmonares.

La **neumonía** es una inflamación de uno o ambos pulmones debida a una infección por bacterias, virus u otros patógenos. Los alveolos pulmonares a menudo se inflaman y su luz se llena de líquido. Los síntomas consisten en tos, disnea, fiebre y dolor torácico. La **neumonía** por *Pneumocystis carinii*, un hongo, afecta sobre todo a personas inmunodeprimidas, como aquellas con **síndrome de inmunodeficiencia adquirida**.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico del parénquima pulmonar

Véase Netter. Histología esencial 15.16

15.11. Barrera alveolocapilar



1. Célula endotelial del capilar
2. Neumocito de tipo I
3. Eritrocito en el capilar pulmonar
4. Láminas basales fusionadas

5. Luz del alveolo

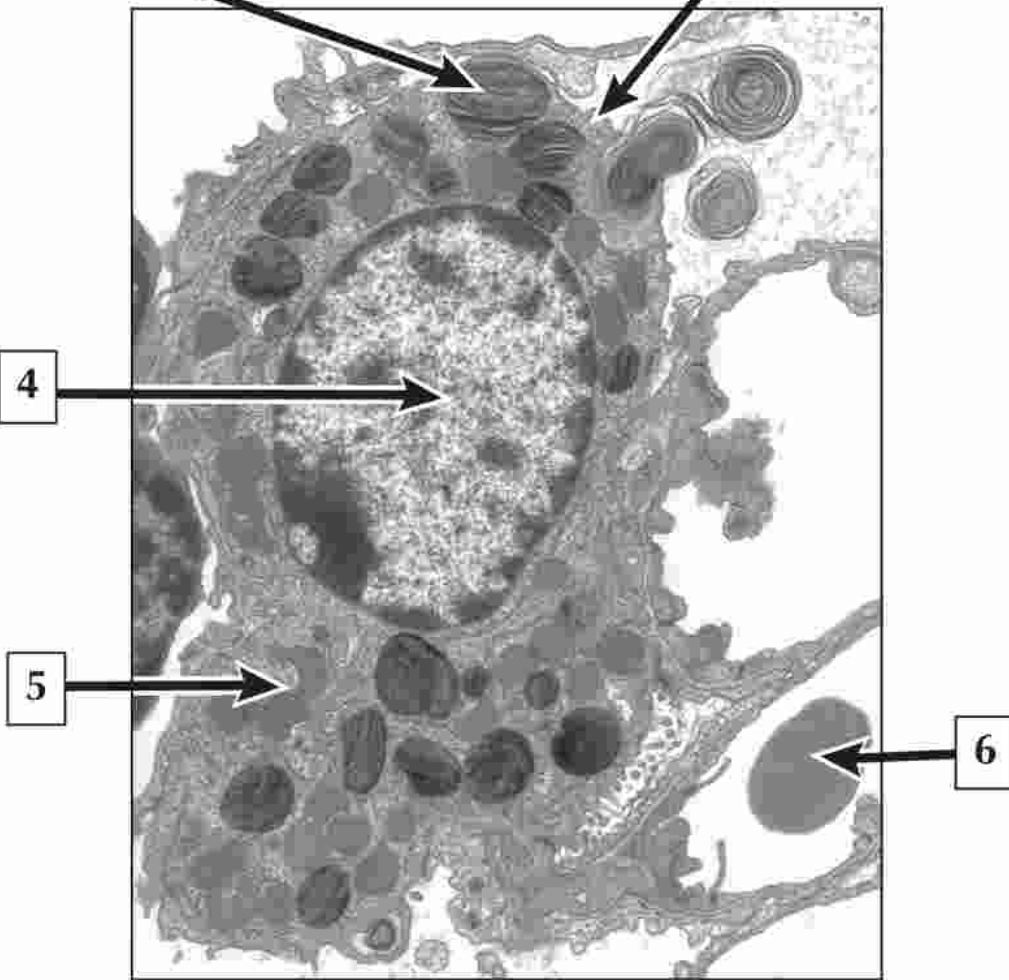
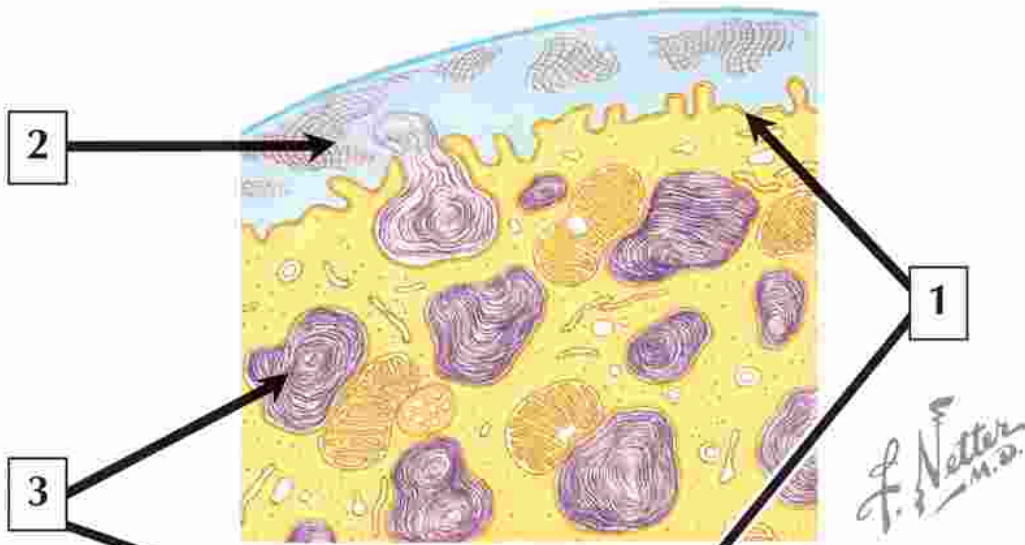
Comentario: La barrera alveolocapilar (o membrana alveolocapilar) del pulmón es permeable a la difusión de gases. Consta de células endoteliales capilares, neumocitos de tipo I y sus láminas basales fusionadas. En esta región, el aire del alveolo se encuentra a 2 μm o menos de distancia de la sangre del capilar pulmonar. La superficie del alveolo también está cubierta por una fina capa de surfactante pulmonar. Los extremos de los neumocitos de tipo I adyacentes se superponen parcialmente, a modo de tejas, y están sellados por uniones estrechas que impiden la salida de líquido. Las uniones estrechas también conectan las células endoteliales adyacentes de los capilares. La presencia de numerosas vesículas pinocíticas en el endotelio es consistente con el transporte activo de algunos líquidos y solutos.

La **tuberculosis pulmonar** es una enfermedad contagiosa que se transmite de persona a persona por el aire, a través de la tos o de los estornudos. Está causada por *Mycobacterium tuberculosis*, un bacilo aeróbico. La infección inicial tiene lugar en cualquier parte del pulmón y provoca una respuesta inmunitaria celular inicial. El diagnóstico se establece mediante radiografía de tórax y por la demostración histológica del bacilo en las muestras de esputo cultivadas.

Esquema e imagen al microscopio electrónico a gran aumento de la barrera alveolocapilar

Véase Netter. Histología esencial 15.17

15.12. Neumocito de tipo II



1. Membrana plasmática
2. Surfactante pulmonar
3. Cuerpo multilaminar
4. Núcleo (eucromatina) del neumocito de tipo II
5. Mitocondria
6. Eritrocito en el capilar pulmonar

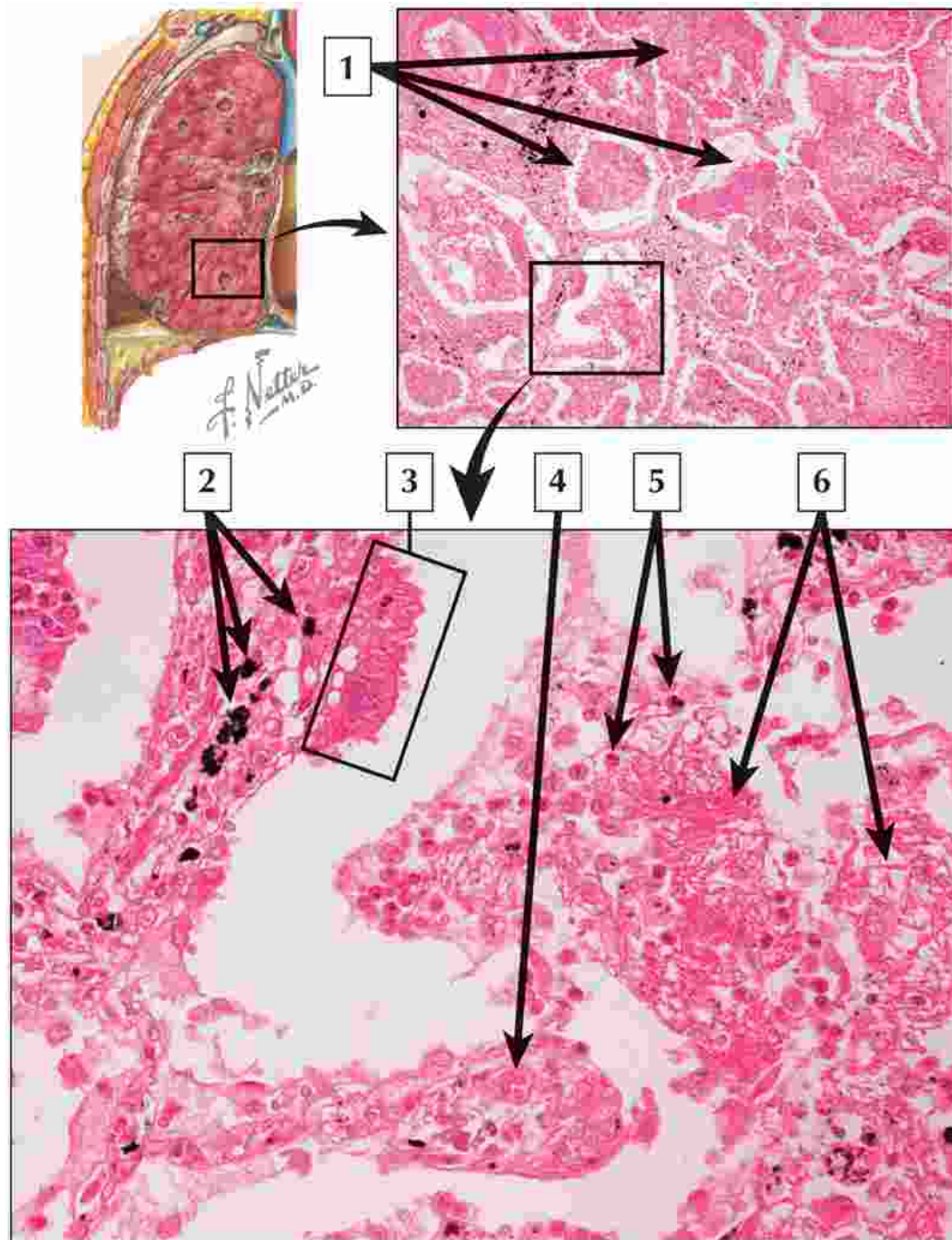
Comentario: Los neumocitos de tipo II son células cúbicas con un diámetro de 10-12 μm . Poseen un solo núcleo eucromático en posición central con uno o dos nucleolos bien visibles. Su citoplasma contiene un aparato de Golgi bien desarrollado, retículo endoplasmático rugoso y liso, mitocondrias dispersas y muchos cuerpos multilaminares polimorfos. El surfactante pulmonar es una mezcla de fosfolípidos y proteínas que recubre la superficie de los alveolos pulmonares. Es sintetizado y secretado por los neumocitos de tipo II e impide el colapso de los alveolos al final de la espiración mediante la reducción de la tensión superficial. Los cuerpos multilaminares del citoplasma de los neumocitos de tipo II almacenan el producto de la secreción, que se descarga mediante exocitosis en la superficie celular.

El **síndrome de dificultad respiratoria** neonatal se debe a una producción insuficiente de surfactante pulmonar. Provoca el colapso de los alveolos, cianosis y disnea. Es potencialmente mortal en algunos prematuros y es la principal causa de muerte en esta población. Anteriormente se denominaba **enfermedad de las membranas hialinas** y es un trastorno habitual que afecta al 10% de los prematuros.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de un neumocito de tipo II

Véase Netter. Histología esencial 15.18

15.13. Neumonía



1. Alveolos pulmonares (ocupados por un infiltrado inflamatorio)
2. Macrófagos (con lipofuscina en su interior)
3. Epitelio bronquiolar (dañado)
4. Capilar congestionado
5. Leucocitos polimorfonucleares (neutrófilos)

6. Red de fibrina

Comentario: La **neumonía** es una infección potencialmente mortal del **parénquima pulmonar** que puede estar causada por **bacterias, virus u hongos**. La neumonía bacteriana afecta principalmente a los **alveolos** pulmonares, casi siempre se debe a la infección por *Streptococcus pneumoniae* y puede contraerse en el entorno extrahospitalario. La neumonía hospitalaria y la asociada a ámbitos asistenciales suele deberse a *Staphylococcus aureus*. Tras la invasión de las vías respiratorias por las bacterias y su proliferación se produce la liberación de toxinas que provocan **inflamación** y **edema** de los alveolos, con la consiguiente migración de **neutrófilos** desde los capilares pulmonares, acumulación de **restos celulares** en los espacios alveolares y consolidación de un **exudado**.

Incidencia y tratamiento: Cada año se ven afectadas más de 450 millones de personas en todo el mundo. El diagnóstico se establece a través de la **exploración física, técnicas radiológicas** (radiografía de tórax, RM o TC) y **pruebas analíticas**, entre los que se puede incluir el cultivo del esputo. Las guías de tratamiento difieren dependiendo del microorganismo causante, la gravedad de la enfermedad y el foco inicial de exposición al patógeno. Para erradicar la infección, reducir la morbilidad y prevenir las complicaciones, el tratamiento eficaz de la neumonía bacteriana suele incluir el **tratamiento con antibióticos**.

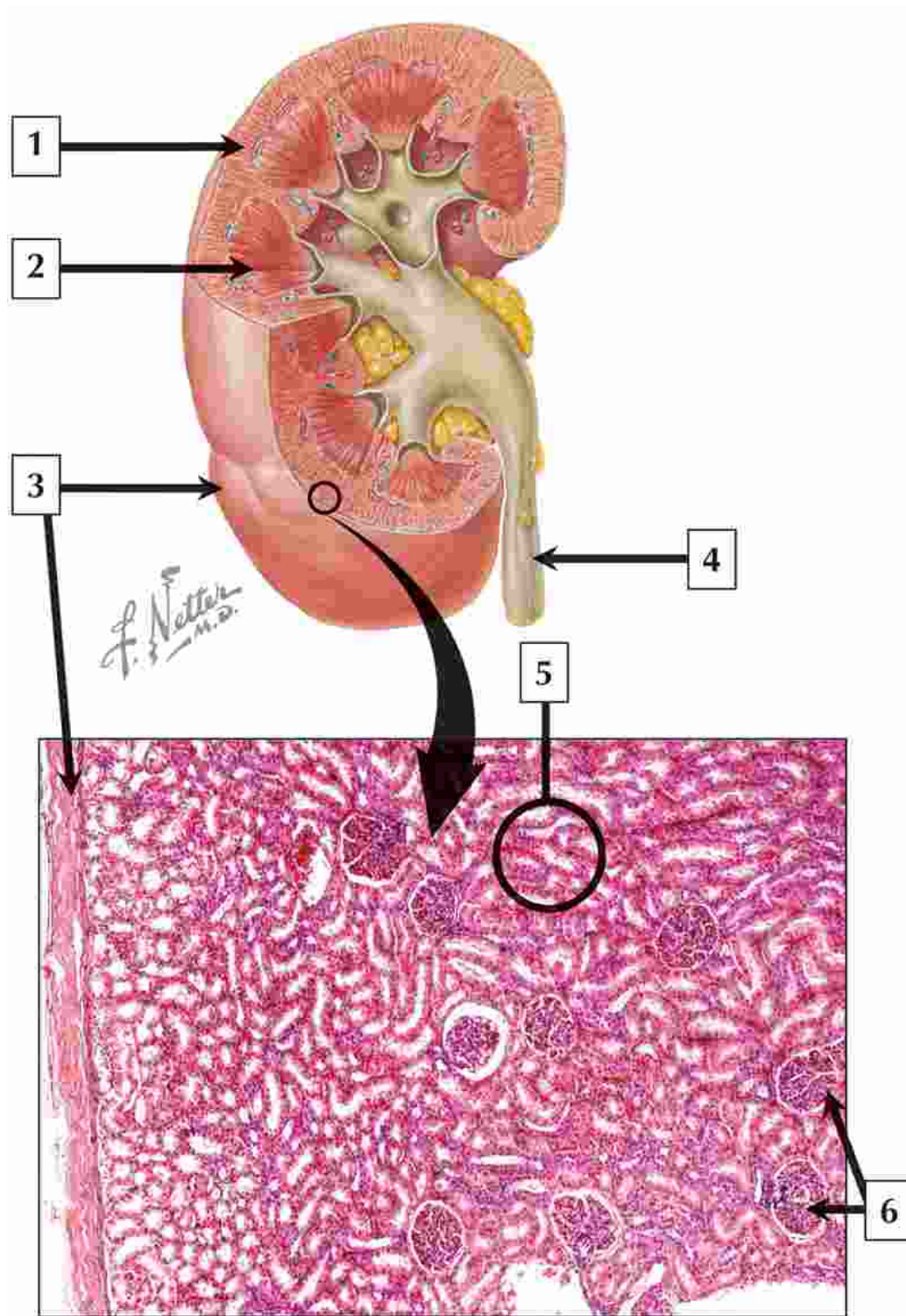
Pulmón con neumonía estafilocócica e imágenes al microscopio óptico a medio y gran aumento de una bronconeumonía estafilocócica en un paciente de 68 años

Véase Netter. Histología esencial 15.21

16: Aparato urinario

- 16.1 Riñón
- 16.2 Túbulo urinífero
- 16.3 Corpúsculo renal
- 16.4 Corpúsculo renal y podocitos
- 16.5 Barrera de filtración renal
- 16.6 Túbulo proximal
- 16.7 Túbulo colector
- 16.8 Uréter
- 16.9 Vejiga urinaria
- 16.10 Uretra
- 16.11 Glomerulosclerosis diabética

16.1. Riñón



1. Corteza
2. Médula (pirámide)

3. Cápsula fibrosa
4. Uréter
5. Túbulos renales
6. Corpúsculos renales

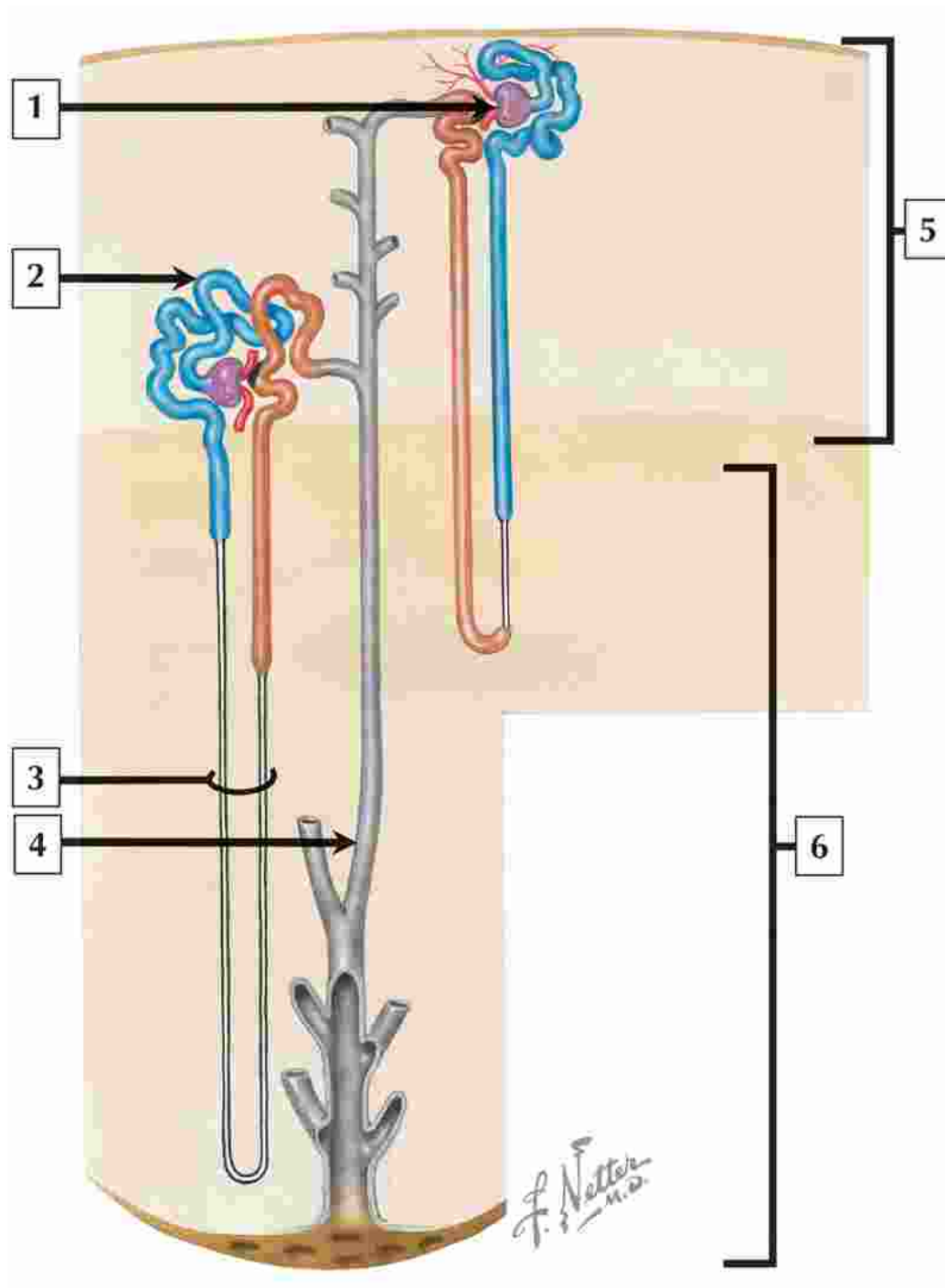
Comentario: Los riñones son glándulas tubulares compuestas cubiertas por una cápsula fibrosa de tejido conjuntivo denso. Son aplanados y tienen forma de alubia, con una hendidura indentada o hilio por la que pasan los vasos sanguíneos, los uréteres, los nervios y los vasos linfáticos. Los riñones filtran la sangre para producir orina. La formación de orina consta de los procesos de filtración, secreción y reabsorción del líquido por parte de los corpúsculos y túbulos renales. El parénquima se divide en una corteza externa, de color oscuro, una médula estriada más clara y una pelvis con forma de embudo. La médula contiene entre 12 y 15 pirámides renales que drenan la orina a los cálices menores y mayores de la pelvis y posteriormente al uréter.

El **tumor de Wilms** (o **nefroblastoma**) es un **tumor maligno** del riñón que afecta a lactantes y niños. Desde el punto de vista histológico, las células tumorales forman cordones que recuerdan al riñón fetal, compuestos por tejido mesenquimatoso inmaduro mezclado con glomérulos y túbulos renales abortivos. La pérdida del gen *WT1*, que regula el crecimiento, es la causa probable del tumor. Presenta un buen nivel de respuesta al tratamiento con una tasa de curación bastante elevada gracias a la **cirugía** y la **quimioterapia**.

Esquema de la estructura macroscópica del riñón e imagen al microscopio óptico a bajo aumento de la parte externa de la corteza renal

Véase Netter. Histología esencial 16.1 y 16.4

16.2. Túbulo urinífero



1. Corpúsculo renal
2. Túbulo contorneado proximal
3. Asa de Henle
4. Túbulo colector

- 5. Corteza renal
- 6. Médula renal

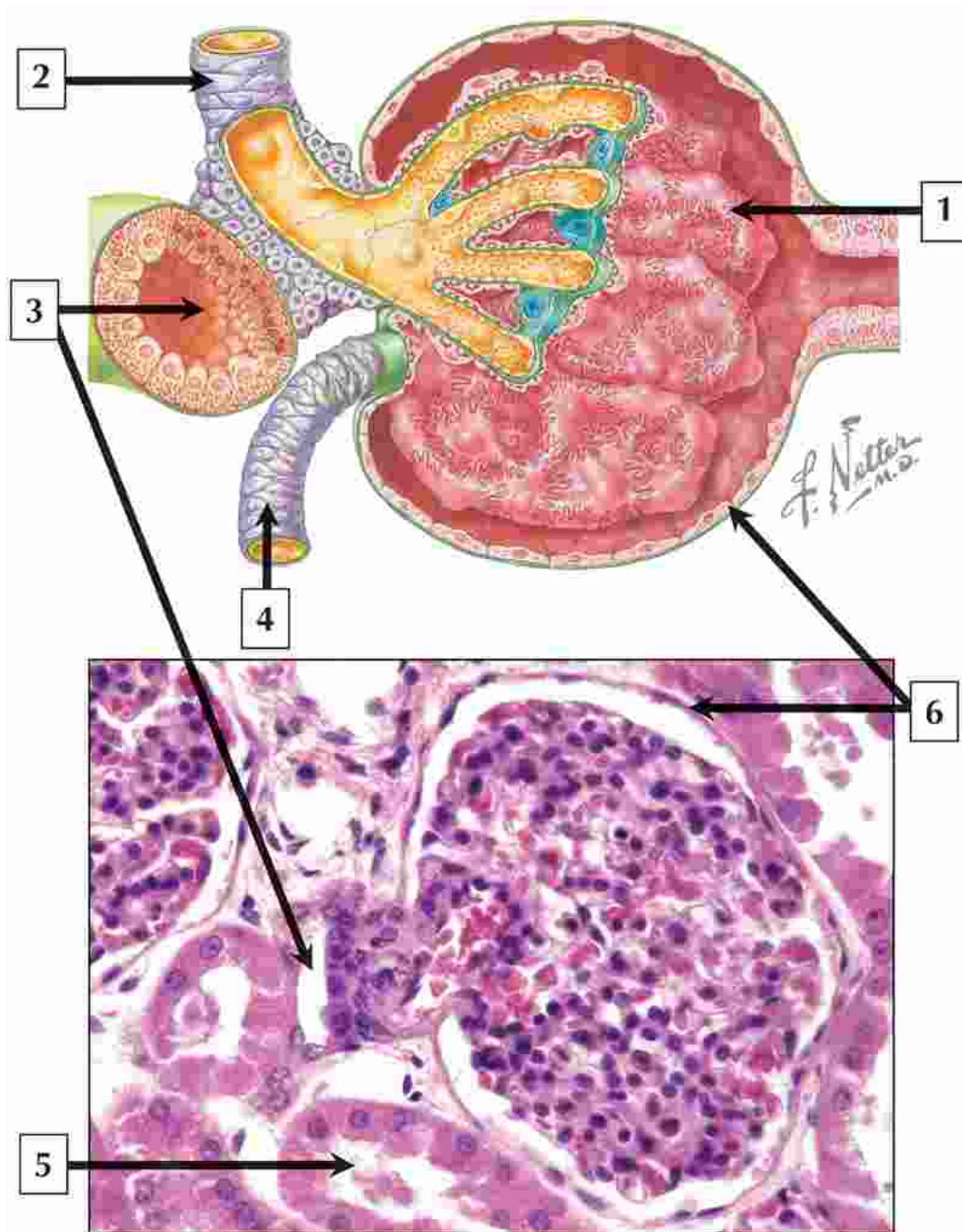
Comentario: El túbulo urinífero consta de la nefrona, que se encuentra muy enrollada (30-40 mm de largo), y de los túbulos colectores (20 mm de largo). Es la unidad funcional del riñón. Cada riñón adulto tiene más de un millón de túbulos uriníferos. La nefrona es un túbulo con un extremo ciego que consta del corpúsculo renal, el túbulo proximal, el asa de Henle y el túbulo distal. Las características histológicas de cada parte son indicativas de sus diferencias funcionales. Las nefronas drenan en túbulos colectores, que forman conductos colectores de mayor calibre que transportan la orina hasta la pelvis renal. Los corpúsculos renales y los túbulos contorneados proximal y distal se encuentran en la corteza, mientras que las asas de Henle y los túbulos colectores se encuentran en la médula.

El microscopista italiano **Marcello Malpighi** (1628-1694) descubrió los corpúsculos y los túbulos renales. El alemán **Friedrich Henle** (1809-1885) contribuyó al estudio del riñón, por lo que la parte delgada de la nefrona en forma de asa lleva su nombre. El histólogo inglés **sir William Bowman** (1816-1892) identificó la cápsula del corpúsculo renal (cápsula de Bowman).

Esquema del túbulo urinífero (nefrona y túbulo colector)

Véase Netter. Histología esencial 16.3

16.3. Corpúsculo renal



1. Capa visceral de la cápsula de Bowman (podocitos)
2. Arteriola aferente
3. Túbulo distal
4. Arteriola eferente
5. Túbulo proximal
6. Capa parietal de la cápsula de Bowman

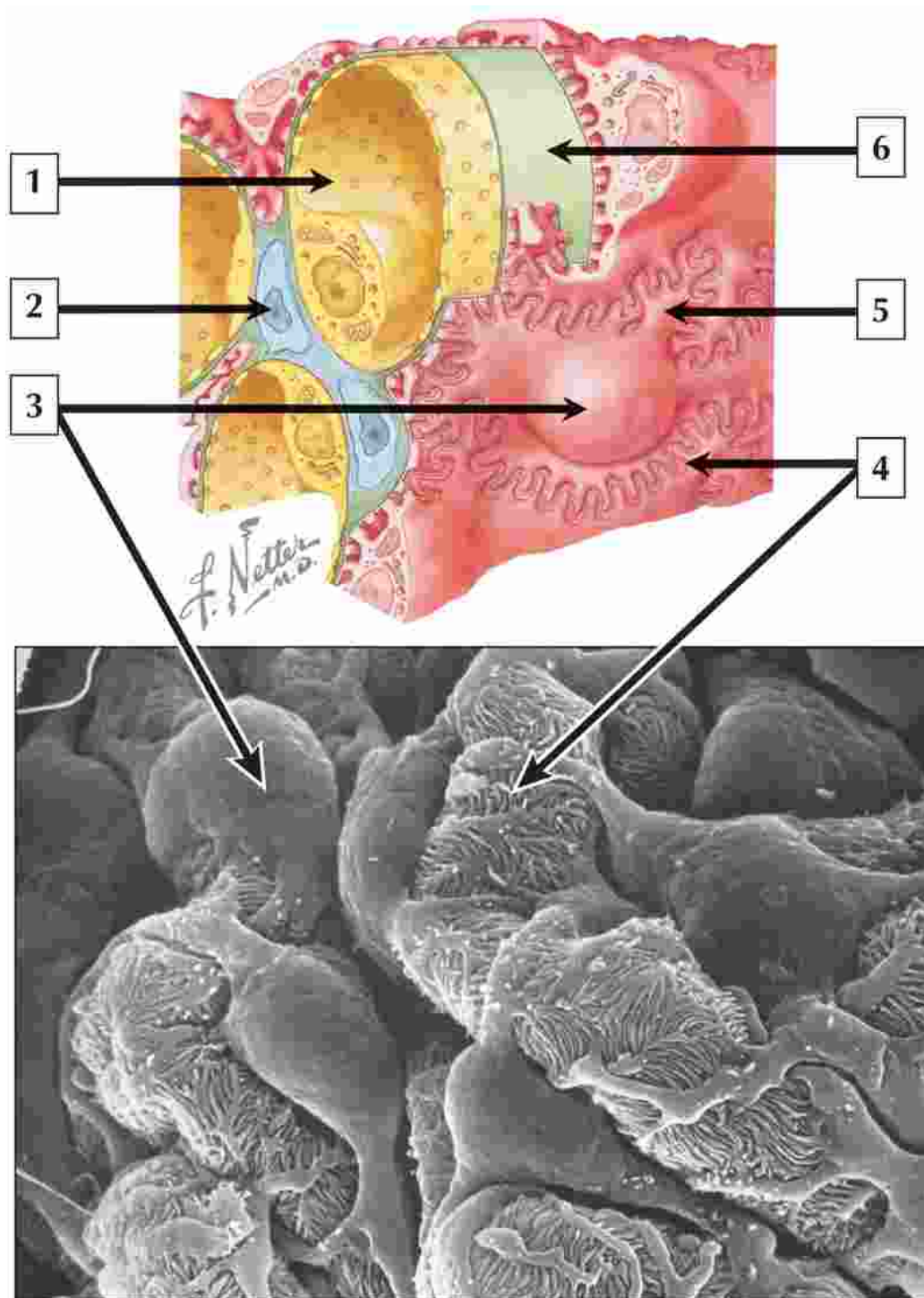
Comentario: Los corpúsculos renales esféricos situados en la corteza renal miden 200 μm de diámetro. Poseen un polo vascular (por donde entran y salen las arteriolas aferentes y eferentes) y un polo urinario (donde comienza el túbulo proximal). Cada corpúsculo consta de una parte epitelial (el corpúsculo renal) y una parte vascular (el ovillo glomerular, compuesto por una arteriola aferente y drenado por una arteriola eferente). La cápsula de Bowman consta de una capa externa (parietal) de epitelio plano simple y una capa interna (visceral) de podocitos. Entre los podocitos y las células endoteliales de los capilares glomerulares hay una lámina basal.

El **síndrome de Alport** es una **nefropatía** hereditaria progresiva que puede evaluarse mediante biopsia o microscopia electrónica. Una mutación genética genera un anómalo colágeno de tipo IV en la lámina basal, con la consiguiente insuficiencia renal. Los pacientes presentan **hematuria** y proteinuria debido a la fuga de eritrocitos y proteínas plasmáticas a través de la defectuosa lámina basal.

Esquema e imagen al microscopio óptico del corpúsculo renal

Véase Netter. Histología esencial 16.5

16.4. Corpúsculo renal y podocitos



1. Célula endotelial glomerular con fenestraciones
2. Núcleo de la célula mesangial
3. Podocitos

4. Pedicelos de los podocitos
5. Prolongación primaria del podocito
6. Lámina basal

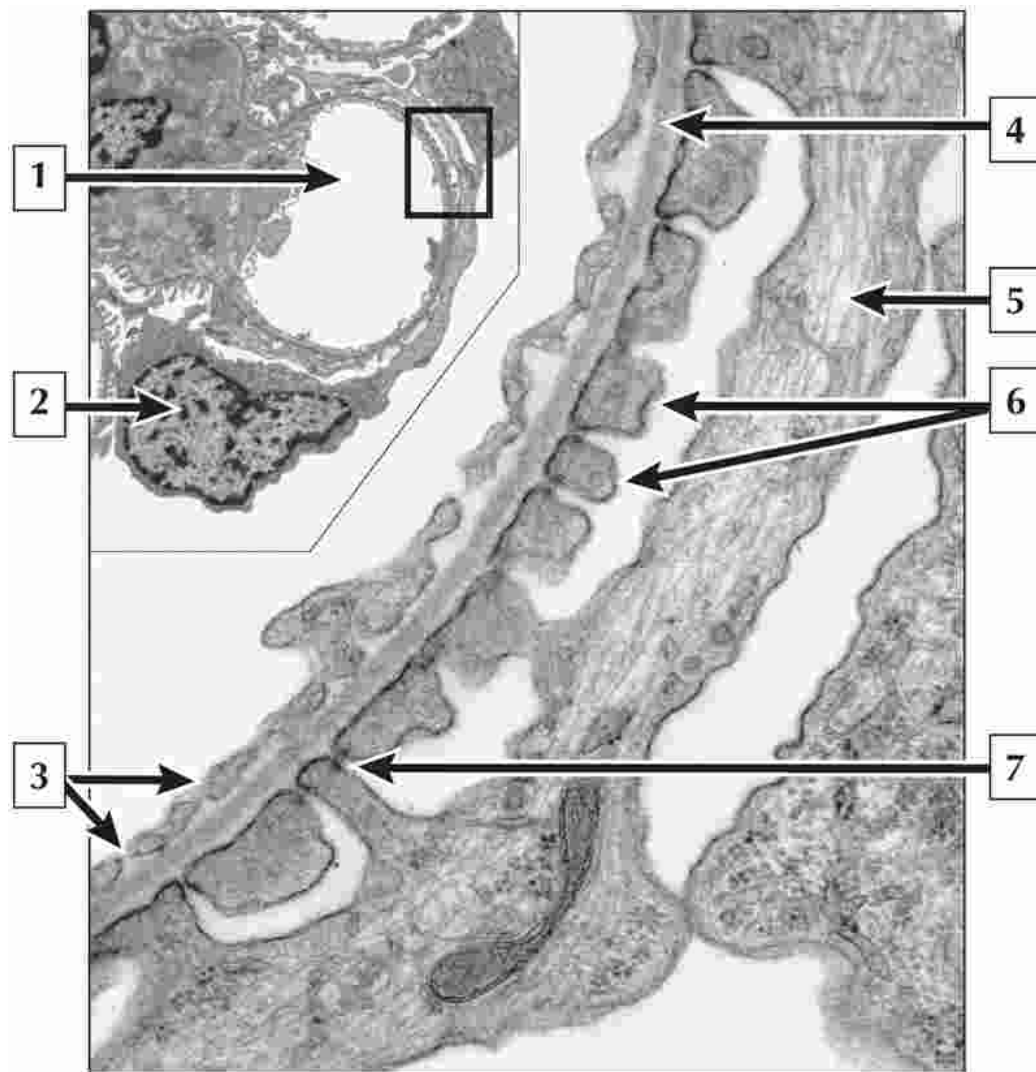
Comentario: La organización del corpúsculo renal es consistente con sus funciones de filtración glomerular, transporte y permeabilidad. El complejo filtro a través del cual pasa la sangre desde los capilares glomerulares hasta el espacio urinario (de Bowman) consta de tres partes distintas y estrechamente unidas: el endotelio del capilar glomerular, la lámina basal intermedia y la capa visceral de la cápsula de Bowman, compuesta por podocitos. Los capilares glomerulares están revestidos por un delgado endotelio con numerosas fenestraciones sin diafragmas y sumamente permeables. Cada podocito es una célula epitelial muy modificada que recuerda a un pulpo colgado de la pared externa del capilar.

Un tipo frecuente de **síndrome nefrótico** en el adulto es una enfermedad inmunitaria llamada **glomerulonefritis membranosa**. El diagnóstico se establece a través de biopsia, microscopia de inmunofluorescencia y microscopia electrónica, que ponen de manifiesto un engrosamiento de la lámina basal glomerular debido a la presencia de depósitos subepiteliales de inmunocomplejos. Este trastorno también provoca la fusión de las prolongaciones de los podocitos, con la consiguiente alteración de la filtración renal.

Esquema e imagen al microscopio electrónico de barrido del corpúsculo renal y de los podocitos

Véase Netter. Histología esencial 16.6 y 16.9

16.5. Barrera de filtración renal



1. Capilar glomerular
2. Núcleo del podocito
3. Fenestraciones de la célula endotelial del capilar
4. Lámina basal
5. Prolongación primaria del podocito
6. Pedicelos del podocito
7. Membrana de la hendidura de filtración

Comentario: La tripartita barrera de filtración renal está compuesta por el endotelio del capilar glomerular, la membrana basal y el podocito, y permite el paso de agua e iones desde la luz capilar hasta el espacio de

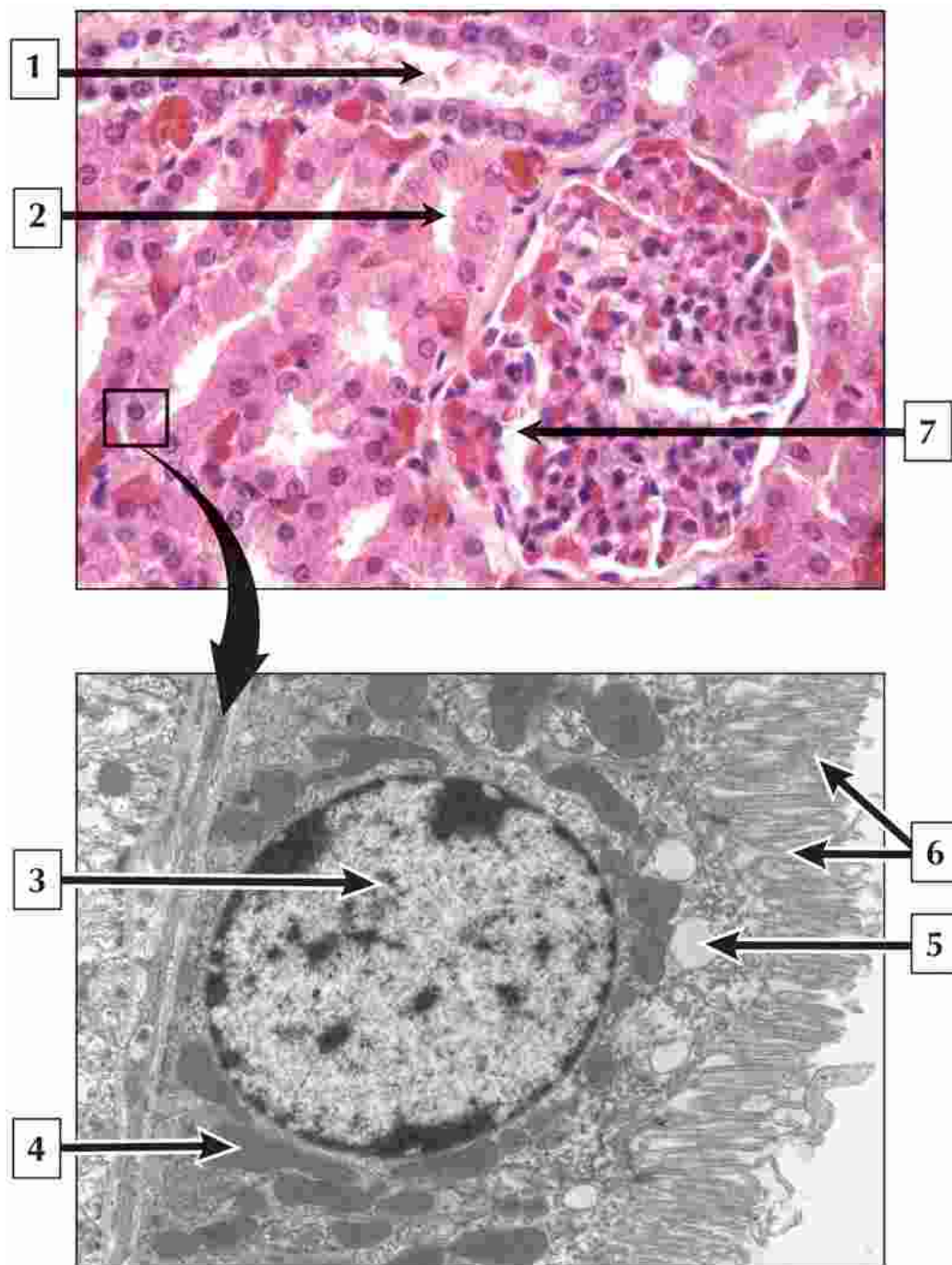
Bowman, pero retiene macromoléculas y células. Los pedicelos de los podocitos se interdigitan y envuelven la parte externa del capilar glomerular. Entre los extremos de las hendiduras de filtración situadas entre los pedicelos existe una membrana a modo de cinta. En el ser humano, la lámina basal glomerular situada entre el endotelio y el podocito mide entre 320 y 340 nm. Contiene laminina, fibronectina, diferentes tipos de colágeno, proteoglicanos y heparán sulfato.

El **síndrome de Goodpasture** es una rara enfermedad en la que existen anticuerpos circulantes dirigidos contra la lámina basal glomerular. Se trata de una **glomerulonefritis** grave y progresiva caracterizada por una alteración de la permeabilidad de la barrera de filtración renal y por la rápida destrucción de los corpúsculos renales. La mayoría de los pacientes también padecen hemorragias pulmonares a consecuencia de las defectuosas láminas basales alveolocapilares.

Imagen al microscopio electrónico a bajo y gran aumento del corpúsculo renal

Véase Netter. Histología esencial 16.8

16.6. Túbulo proximal



1. Túbulo distal
2. Túbulo proximal
3. Núcleo (eucromatina) de la célula del túbulo proximal
4. Mitocondria
5. Vesícula en el citoplasma apical

6. Microvellosidades (borde en cepillo)
7. Espacio de Bowman (urinario)

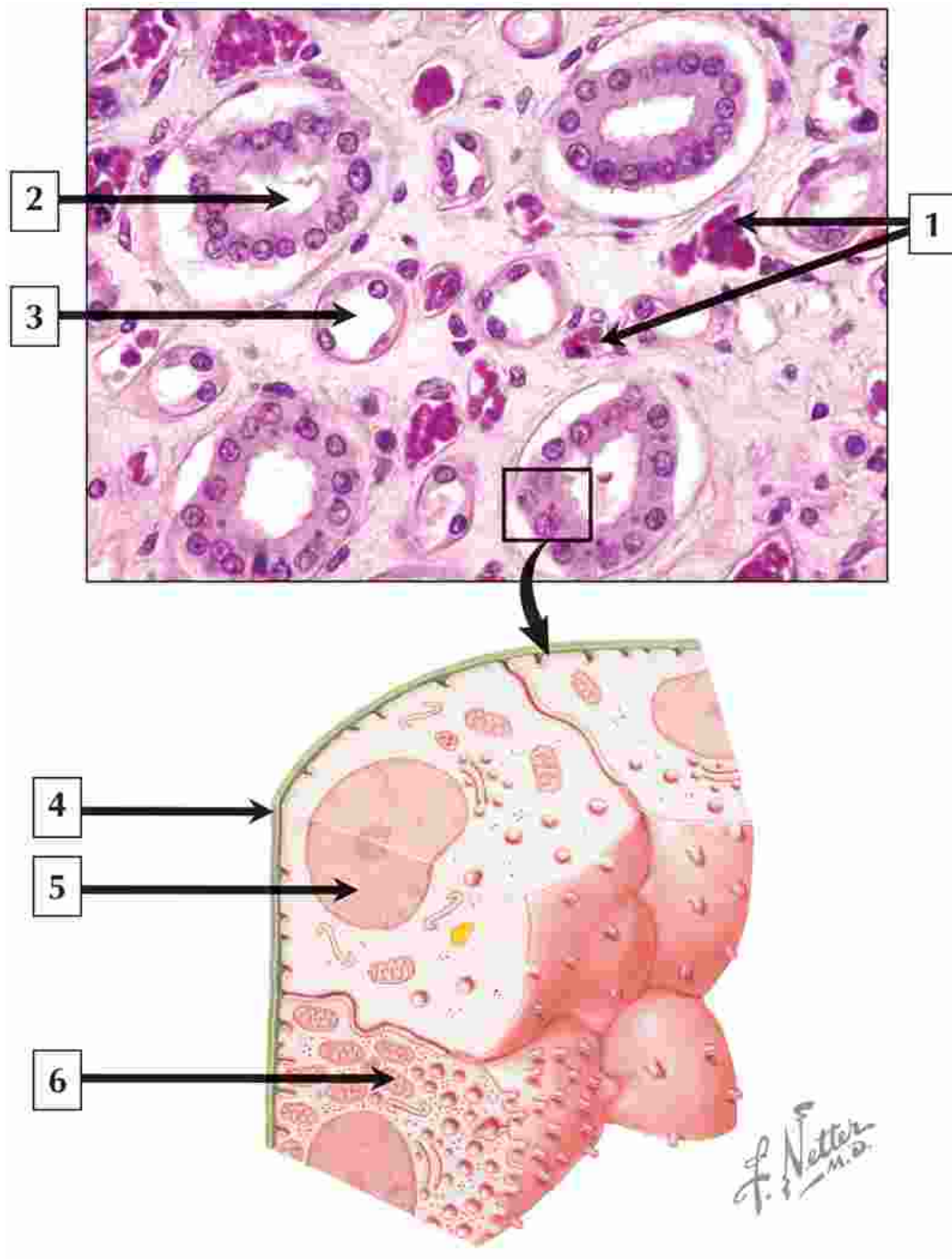
Comentario: El túbulo contorneado proximal es el segmento más largo de la nefrona y constituye la mayor parte del parénquima cortical. Sus paredes están formadas por un epitelio cilíndrico simple con un citoplasma eosinófilo finamente granular y un llamativo borde en cepillo en la superficie luminal. Los túbulos distales, en cambio, tienen un menor diámetro y carecen de borde en cepillo. Las células del túbulo proximal reabsorben más del 60% del filtrado glomerular y sus características ultraestructurales son consistentes con el transporte activo. Abundan grandes mitocondrias con una gran densidad de crestas internas. Las porciones apicales de las células muestran invaginaciones tubulares de la membrana celular y muchas vesículas y canalículos en el citoplasma.

La **necrosis tubular aguda** es un grave trastorno que provoca el deterioro de la función renal. Se caracteriza por la destrucción de las células epiteliales de los túbulos proximales y distales. Las células del túbulo proximal son sensibles a las toxinas y a la **isquemia**, y a menudo muestran un borde en cepillo denudado. Este trastorno es la causa más frecuente de **insuficiencia renal aguda**.

Imagen al microscopio óptico de la corteza renal e imagen al microscopio electrónico de una célula del túbulo proximal

Véase Netter. Histología esencial 16.10 y 16.12

16.7. Túbulo colector



1. Eritrocitos de los vasos rectos
2. Túbulo colector
3. Asa de Henle
4. Membrana basal
5. Núcleo de la célula clara (principal)

6. Mitocondria de la célula oscura (intercalada)

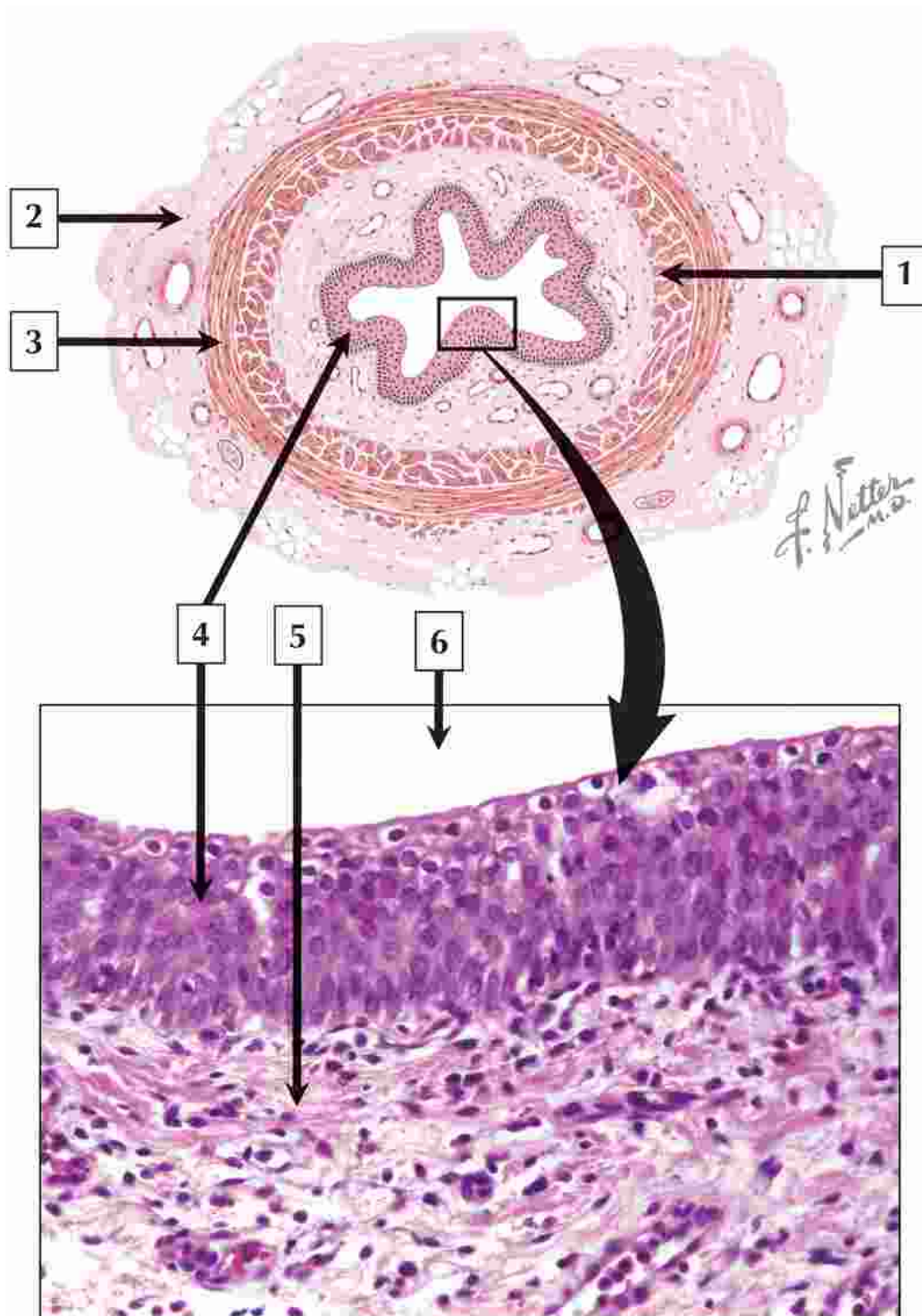
Comentario: El diámetro de los túbulos colectores varía de 40 a 200 μm a medida que se acercan a la pelvis renal. Sus paredes están compuestas por un epitelio cúbico simple o epitelio cilíndrico bajo. Las células de revestimiento sobresalen hacia la luz y poseen un solo núcleo redondeado. Los dos tipos de células epiteliales presentes en los túbulos colectores (células claras o principales y oscuras o intercaladas) posiblemente reflejen distintos estadios funcionales. Las células oscuras llevan a cabo una función más activa en la acidificación de la orina y poseen más orgánulos que las células claras. Los túbulos colectores recogen la orina de las nefronas y la dirigen hacia la pelvis renal. Están controlados por la hormona antidiurética, producida en la hipófisis, y reabsorben agua, regulan el equilibrio acidobásico y concentran la orina.

El **carcinoma de células renales** es un grupo variado de **tumores malignos** del riñón que se originan en distintas partes del túbulo urinífero, ya sea en la corteza o en la médula. Aunque es raro, el **carcinoma del túbulo colector** es el más agresivo de las neoplasias renales. Se trata de un tumor inconfundible al estudio histológico con tendencia a metastatizar con rapidez. Su pronóstico es malo y suele provocar la muerte.

Imagen al microscopio óptico de la médula renal en la que se muestran los túbulos colectores y las asas de Henle, y esquema de parte de un túbulo colector

Véase Netter. Histología esencial 16.16 y 16.17

16.8. Uréter



1. Músculo liso longitudinal interno
2. Adventicia

3. Músculo liso circular externo
4. Epitelio de transición (urotelio)
5. Lámina propia (tejido conjuntivo laxo)
6. Luz del uréter

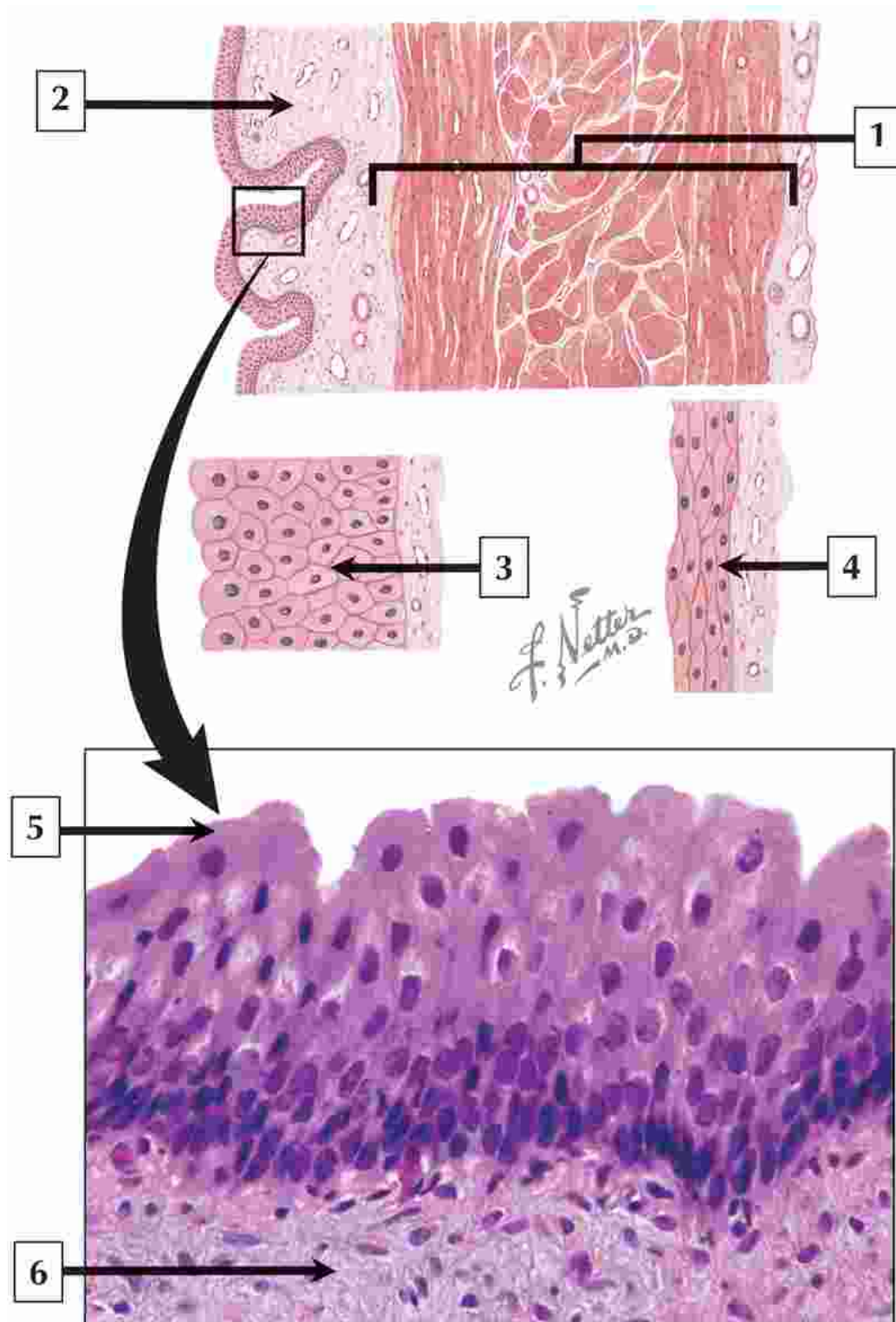
Comentario: Los uréteres son tubos fibromusculares huecos de 4-5 mm de diámetro y 14 cm de largo. Impulsan la orina mediante la contracción peristáltica del músculo liso desde la pelvis renal hasta la vejiga urinaria. La luz está revestida por un epitelio de transición expandible (urotelio). Consta de dos o tres capas de células en la parte alta del uréter y de cuatro a cinco capas en el tercio inferior. Una lámina propia con un alto grado de celularidad sirve de sostén al epitelio. La muscular externa está compuesta por una capa longitudinal interna y una capa circular externa de músculo liso dispuesto ampliamente. Entre las capas musculares hay plexos de fibras nerviosas. La adventicia externa de tejido conjuntivo se fusiona con la adventicia de las estructuras adyacentes.

El **cólico renoureteral** es un **dolor abdominal** intenso y esporádico que suele deberse al paso de **cálculos renales** por el uréter, que obstruyen repentinamente la luz. El dolor es intermitente porque se origina a partir de las oleadas de contracciones peristálticas del músculo liso ureteral en respuesta al cálculo. Una manifestación clínica frecuente es la presencia de sangre en la orina (**hematuria**) y la TC de abdomen es la prueba diagnóstica más fiable.

Esquema de la pared del uréter e imagen al microscopio óptico de la mucosa

Véase Netter. Histología esencial 16.20 y 16.21

16.9. Vejiga urinaria



1. Muscular externa (músculo liso)

2. Lámina propia
3. Epitelio de transición (urotelio); vejiga vacía
4. Epitelio de transición (urotelio); vejiga dilatada
5. Célula superficial del epitelio de transición (urotelio)
6. Lámina propia (tejido conjuntivo laxo)

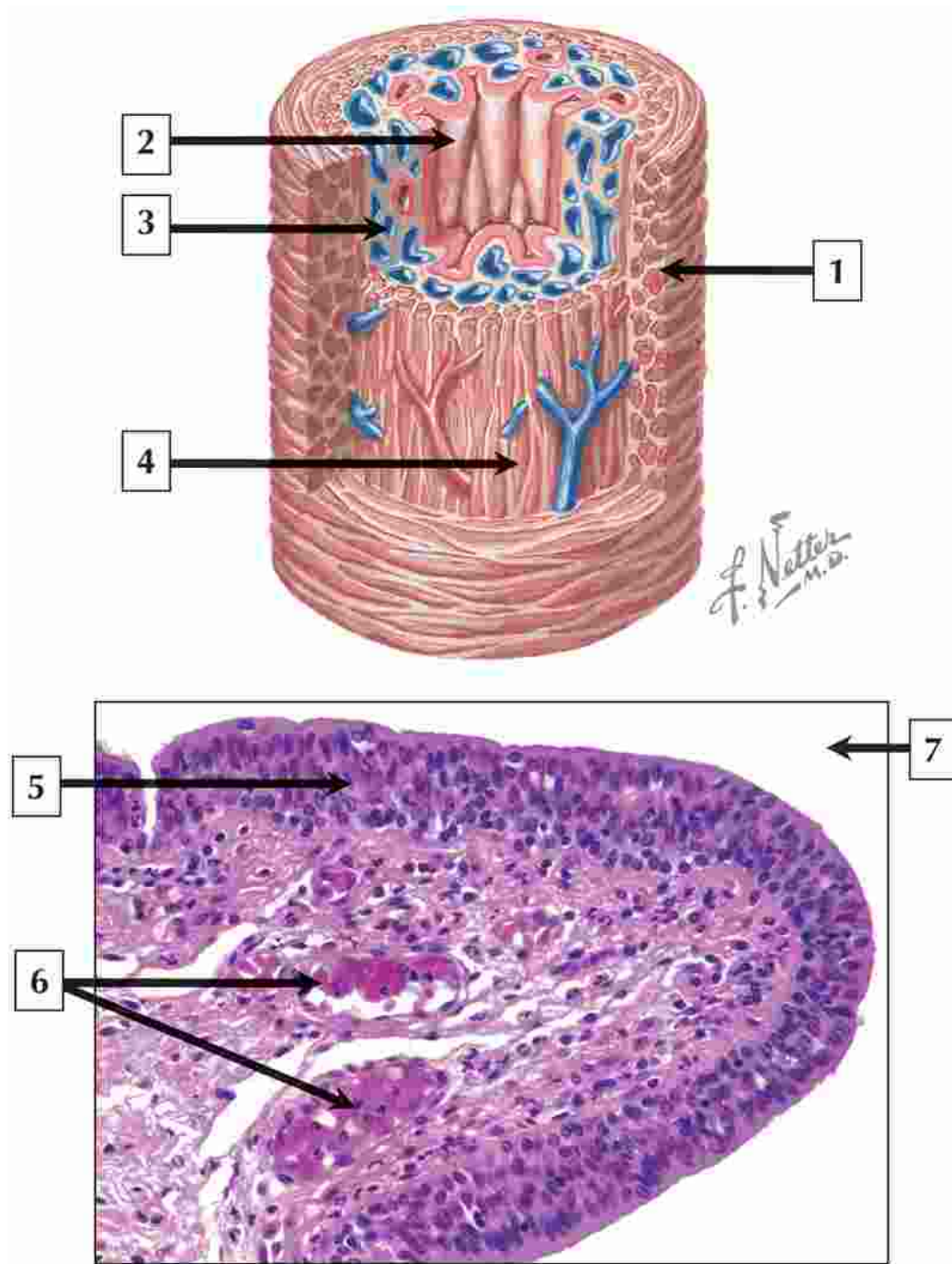
Comentario: Al igual que los uréteres, la vejiga urinaria muestra una estructura histológica común formada por cuatro capas concéntricas: mucosa, lámina propia, tres capas de músculo liso en la muscular externa y adventicia (o serosa). La mucosa consiste en epitelio de transición (urotelio), cuyo aspecto varía dependiendo del grado de dilatación de la vejiga. El urotelio es una barrera muy impermeable gracias a la presencia de uniones estrechas luminales, que hacen que el epitelio y los tejidos subyacentes sean impermeables a la orina. La vejiga tiene una capacidad de unos 500 ml y puede almacenar transitoriamente la orina antes de la micción. Aunque la mayor parte de la vejiga está recubierta exteriormente por la adventicia, parte de la superficie superior está cubierta por la capa serosa del peritoneo.

La **incontinencia urinaria** es la pérdida involuntaria del control vesical y de la evacuación de orina; es frecuente entre los ancianos y es más prevalente en las mujeres que en los hombres. Puede estar causada por muchos **trastornos neurológicos** y **enfermedades sistémicas**, siendo una de las más frecuentes la **infección urinaria**. Algunos fármacos también pueden interferir en el funcionamiento normal.

Esquema de la pared de la vejiga urinaria e imagen al microscopio óptico de la mucosa vesical

Véase Netter. Histología esencial 16.20 y 16.22

16.10. Uretra



1. Capa muscular circular externa
2. Mucosa
3. Lámina propia con plexo vascular
4. Capa muscular longitudinal interna
5. Epitelio cilíndrico estratificado

6. Plexo vascular en la lámina propia
7. Luz de la uretra esponjosa

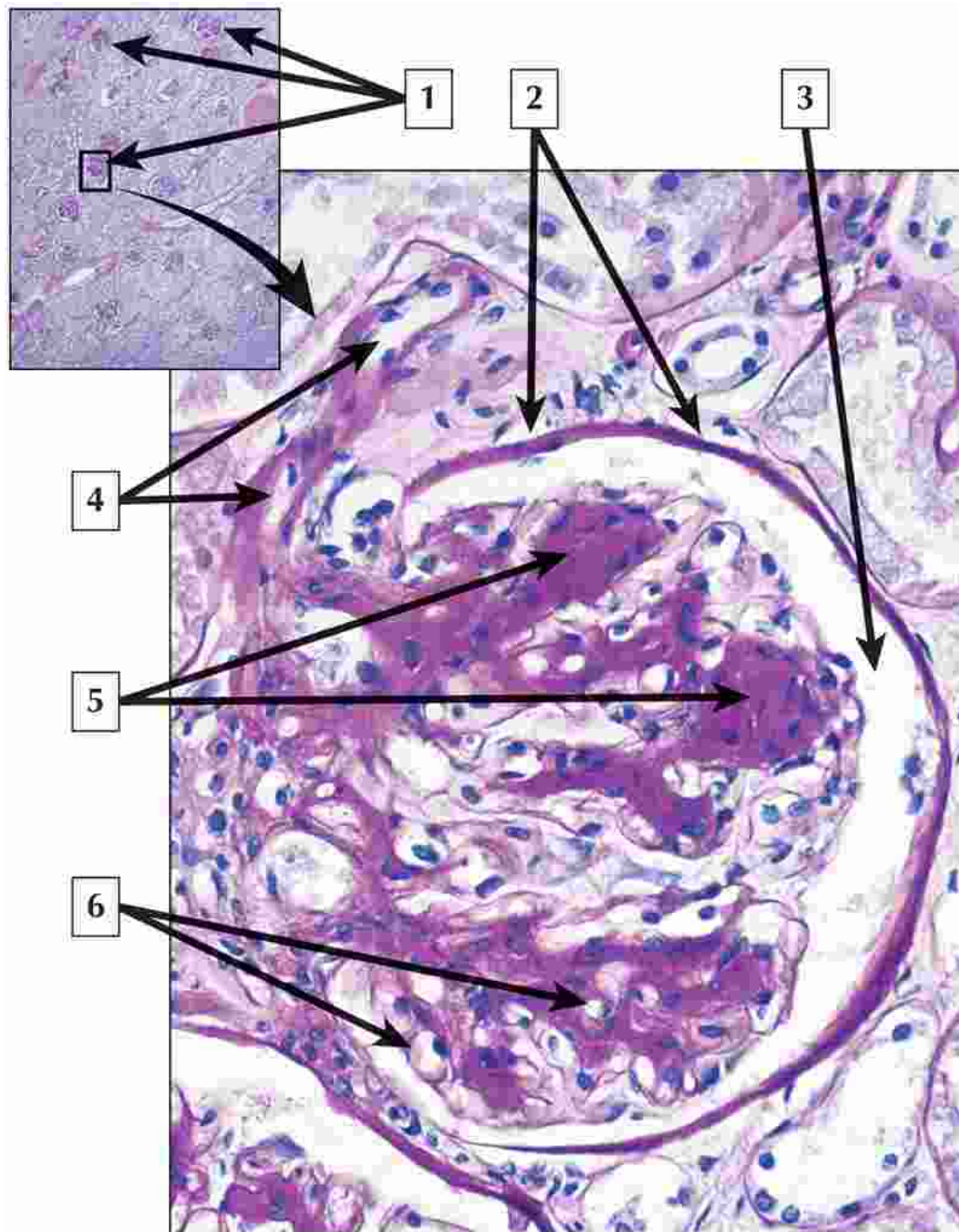
Comentario: La uretra femenina mide unos 4 cm de largo y 8 mm de ancho. Posee tres capas concéntricas: mucosa, muscular externa y adventicia. Su luz semilunar está revestida por un epitelio de transición que se convierte gradualmente en epitelio cilíndrico estratificado y después en epitelio plano estratificado no queratinizado en su salida al vestíbulo de la vagina. Las invaginaciones del epitelio forman las glándulas uretrales secretoras de moco, y la lámina propia contiene un extenso plexo venoso. La uretra masculina, que mide 15-20 cm de largo, se divide en tres segmentos: uretra prostática, uretra membranosa y uretra esponjosa. Al igual que la uretra femenina, el epitelio de la uretra masculina presenta unos cambios similares en las distintas porciones.

La **uretritis**, o inflamación de la uretra, afecta a hombres y mujeres por igual. Puede deberse a **infecciones bacterianas** o **víricas** y a menudo se asocia a **enfermedades de transmisión sexual**. La **uretritis gonocócica** suele tener un periodo de incubación más breve que la forma **no gonocócica** de la enfermedad.

Esquema de la uretra femenina e imagen al microscopio óptico de la mucosa de la porción esponjosa de la uretra masculina

Véase Netter. Histología esencial 16.23

16.11. Glomerulosclerosis diabética



1. Corpúsculos renales
2. Cápsula de Bowman (capa parietal)
3. Espacio de Bowman (urinario)
4. Arteriola aferente
5. Lámina basal engrosada (esclerosis) en el glomérulo y el mesangio

6. Capilares glomerulares

Comentario: Las complicaciones microvasculares de la **diabetes de tipos 1 y 2** tienen importantes efectos en los riñones. Un rasgo diagnóstico es la **glomerulosclerosis diabética**, que consiste en un marcado engrosamiento de la **lámina basal glomerular** detectable mediante la tinción convencional de las biopsias con ácido peryódico de Schiff, seguida de la visualización al microscopio electrónico. En las dos formas del trastorno, **difusa** y **nodular**, se acumula una cantidad cada vez mayor de material de la lámina basal en las paredes de los **capilares glomerulares** y en el **mesangio**. Se piensa que estos cambios guardan relación con la **nefronectina**, una proteína de la matriz extracelular, que forma parte de la lámina basal glomerular y que actúa como ligando de la integrina $\alpha 8\beta 1$. La nefronectina interviene en el ensamblaje de la matriz extracelular e influye en el comportamiento y la adhesión de las células mesangiales. A pesar del engrosamiento de las paredes de los capilares, se vuelven más porosas, con la consiguiente **proteinuria** (presencia de grandes cantidades de proteína en la orina). A medida que la enfermedad avanza, el riñón sufre **isquemia** y acaba presentando una **atrofia tubular**, con una contracción general del tamaño del órgano, y en último término se produce una **insuficiencia renal**.

Incidencia y tratamiento: La **diabetes mellitus**, una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo, a menudo provoca una nefropatía terminal que precisa **diálisis** o **trasplante renal**.

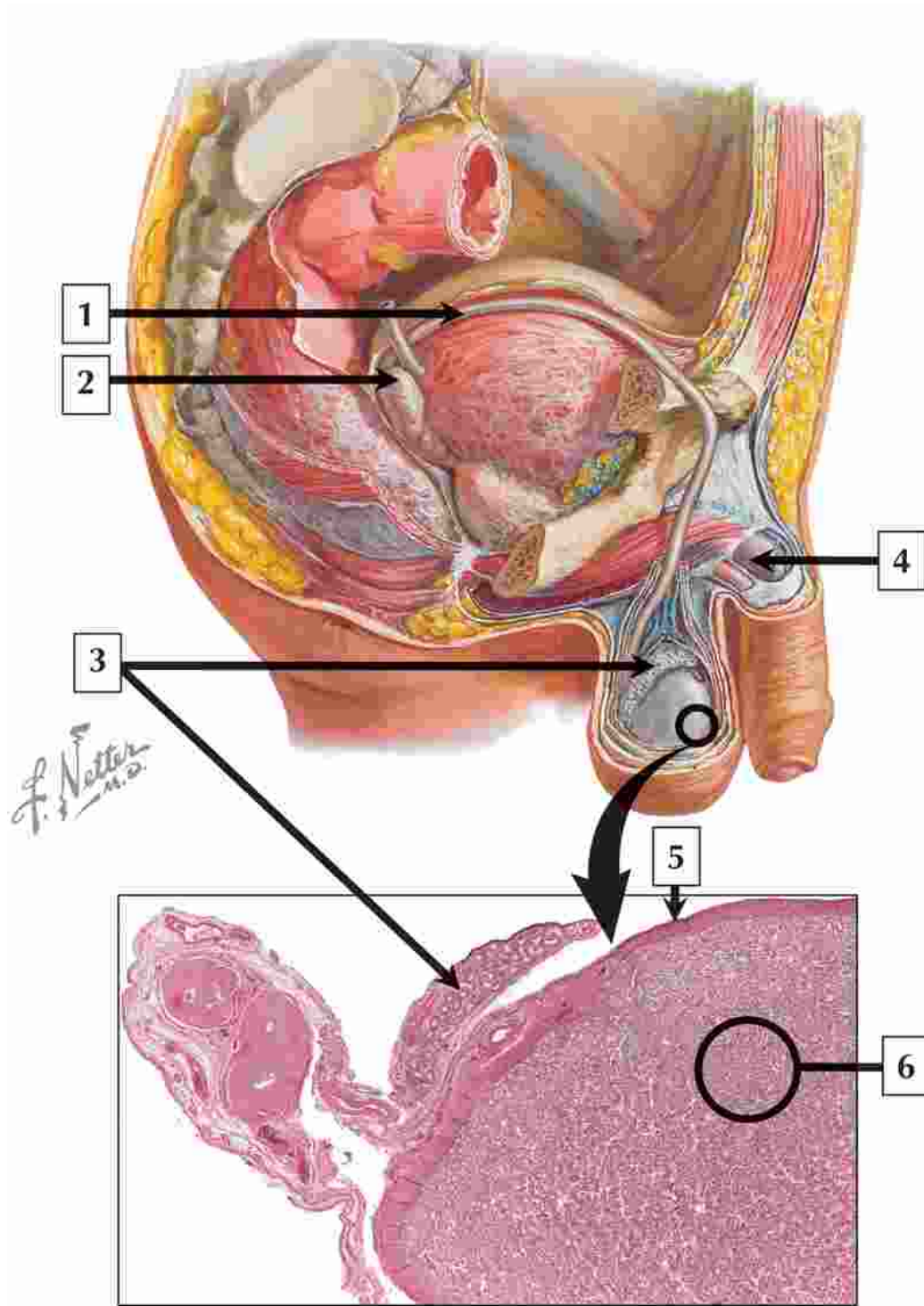
Imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de un riñón con glomerulosclerosis diabética (tinción con ácido peryódico de Schiff)

Véase Netter. Histología esencial 16.24

17: Aparato reproductor masculino

- 17.1 Aparato reproductor masculino
- 17.2 Testículo y túbulo seminífero
- 17.3 Espermatozoides
- 17.4 Epitelio seminífero
- 17.5 Epidídimo
- 17.6 Conducto deferente
- 17.7 Próstata
- 17.8 Epitelio prostático
- 17.9 Vesícula seminal
- 17.10 Uretra y pene
- 17.11 Hiperplasia benigna de la próstata

17.1. Aparato reproductor masculino



1. Conducto deferente
2. Vesícula seminal
3. Epidídimo

4. Cuerpo cavernoso del pene
5. Túnica albugínea del testículo
6. Túbulos seminíferos

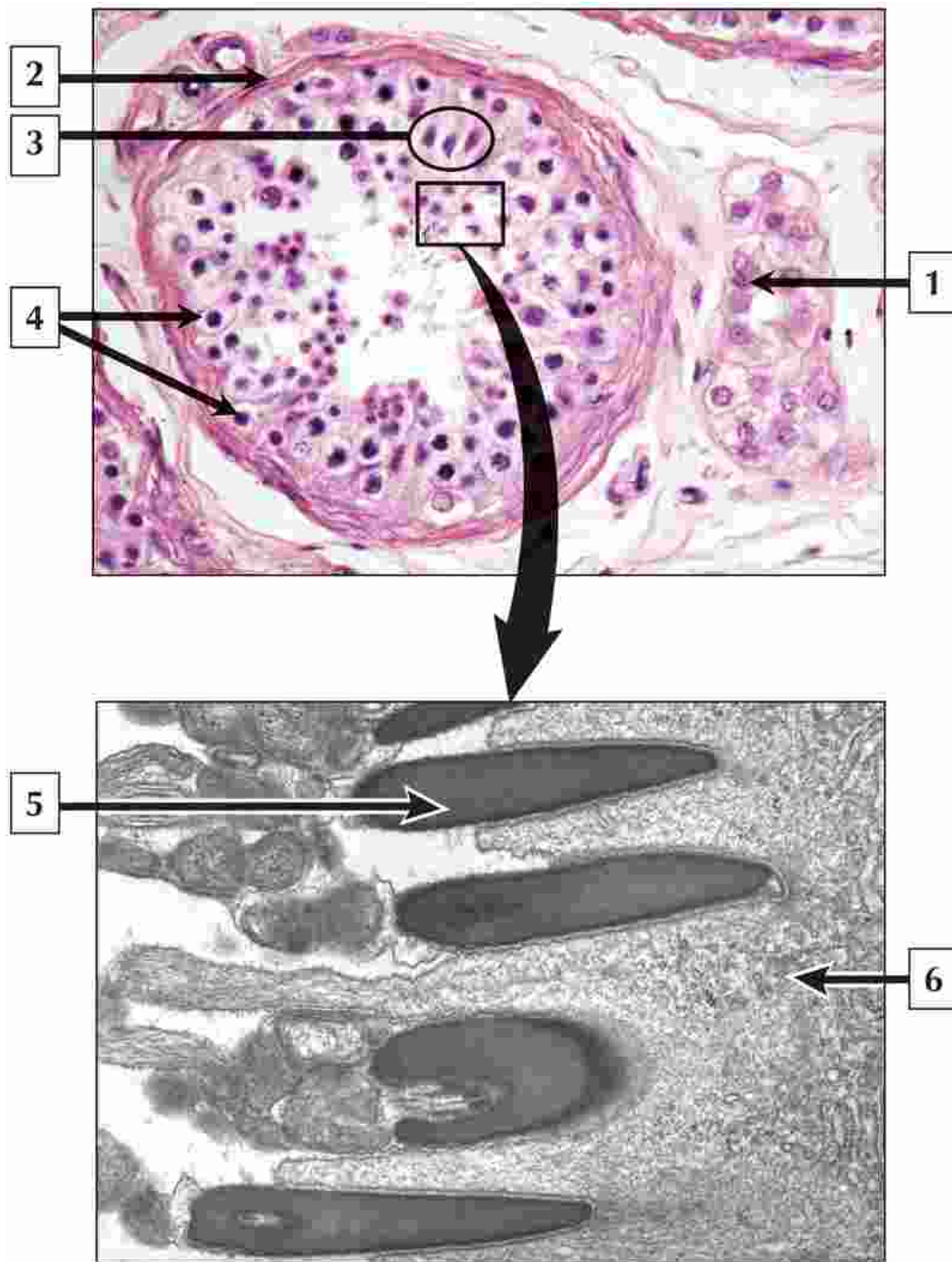
Comentario: El aparato reproductor masculino está compuesto por los dos testículos, que son los principales órganos sexuales, y por varios órganos sexuales accesorios consistentes en conductos excretores y glándulas accesorias (próstata, vesículas seminales y glándulas bulbouretrales). Los testículos, que se encuentran en el escroto, fuera de la cavidad corporal, contienen los túbulos seminíferos, que son pequeños y contorneados, y cuyo epitelio germinal da origen a las células germinativas masculinas, los *espermatozoides*. Desde los túbulos seminíferos, los espermatozoides recorren un largo y tortuoso camino por la red testicular, los conductillos eferentes, el epidídimo, el conducto deferente, el conducto eyaculador, la uretra y el pene.

La **infertilidad masculina** puede deberse a mutaciones de genes específicos que afectan al desarrollo testicular y a la espermatogénesis (el proceso por el que se producen espermatozoides maduros y se reduce el número de cromosomas a la mitad [dotación haploide]). El **síndrome de Klinefelter** (la anomalía más frecuente del desarrollo sexual) cursa con disgenesia de los túbulos seminíferos, **azoospermia** y un **cariotipo** 47XXY debido a la falta de disyunción cromosómica.

Esquema (corte paramedial) en el que se muestran las distintas partes del aparato reproductor masculino e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del testículo y el epidídimo

Véase Netter. Histología esencial 17.1 y 17.2

17.2. Testículo y túbulo seminífero



1. Célula de Leydig
2. Cápsula del túbulo seminífero
3. Células de Sertoli
4. Espermatogonias
5. Núcleo de la espermátide alargada

6. Citoplasma de la célula de Sertoli

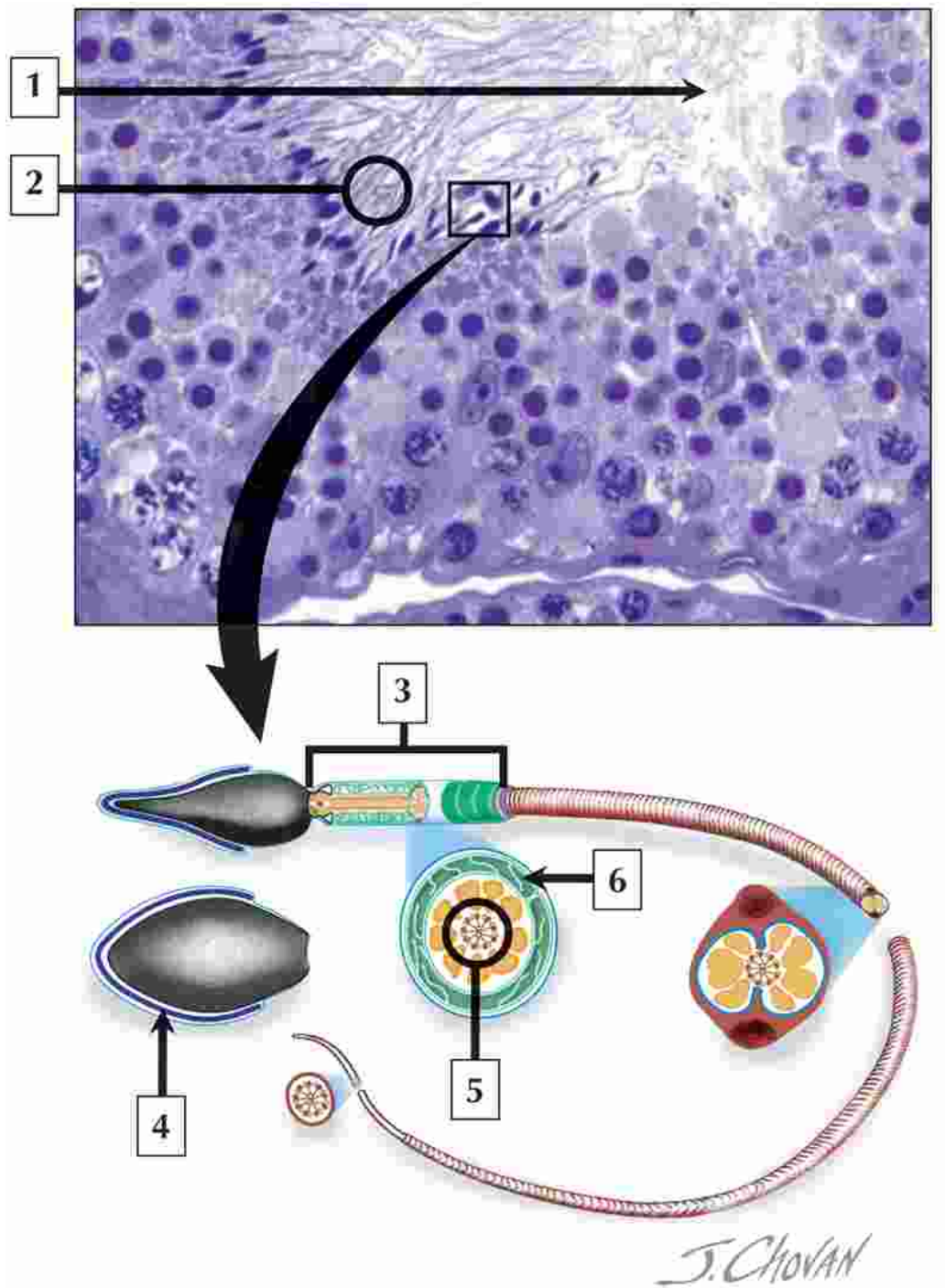
Comentario: Cada testículo posee entre 600 y 1.200 túbulos seminíferos con una longitud total de 280-400 m, los cuales drenan en los túbulos rectos y en la red testicular a nivel del mediastino testicular. El tejido conjuntivo intersticial constituye el 20-30% de la sustancia de la glándula. En su interior se encuentran grupos de células de Leydig (intersticiales), que producen testosterona (la hormona responsable de los caracteres sexuales secundarios masculinos). El epitelio seminífero es un inusual y complejo epitelio estratificado con dos poblaciones de células: células espermatogénicas (o germinativas) y células de Sertoli. Las células germinativas se encuentran en diferentes fases de la espermatogénesis y comprenden espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermátides y espermatozoides, que se liberan a la luz de los túbulos.

Los **seminomas** son **neoplasias de células germinativas** invasivas que constituyen el 95% de los **tumores testiculares** sólidos en los hombres de 15 a 35 años. Aunque los tumores testiculares son raros en los niños, la **criptorquidia** (ausencia de descenso de los testículos al escroto) predispone a los niños a padecer tumores de células germinativas.

Imagen al microscopio óptico de un túbulo seminífero y de un grupo de células de Leydig e imagen al microscopio electrónico de varias espermátides tardías en la luz de un túbulo seminífero

Véase Netter. Histología esencial 17.4 y 17.7

17.3. Espermatozoides



1. Luz del túbulo seminífero
2. Colas de los espermatozoides
3. Porción central del espermatozoide
4. Acrosoma

5. Axonema («9 + 2» microtúbulos)
6. Vaina mitocondrial

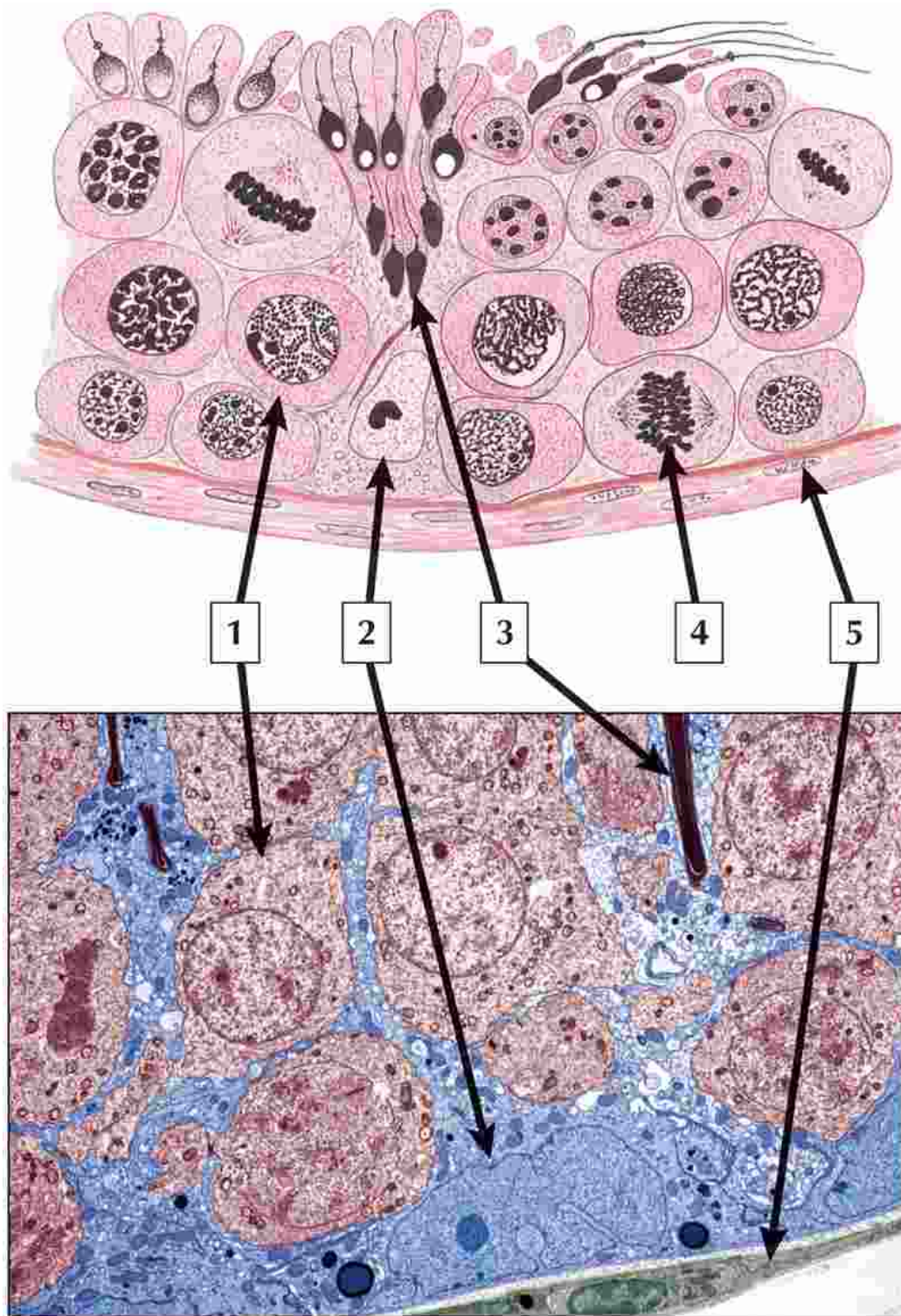
Comentario: La espermatogénesis tarda entre 64 y 74 días y tiene lugar en el epitelio seminífero. Produce los espermatozoides, unas células germinativas maduras muy especializadas de 60 µm de longitud. Cada espermatozoide tiene un solo flagelo y un pequeño y condensado núcleo cónico, y se divide en cinco regiones distintas. La cabeza contiene el núcleo y el acrosoma, y la porción del cuello está ocupada por un par de centriolos. La porción central contiene mitocondrias dispuestas en espiral. Las dos últimas regiones (las porciones principal y final) contienen el axonema, formado por un haz de microtúbulos con una disposición «9 + 2». A partir de la pubertad, cada día se producen unos 500 millones de espermatozoides.

El **espermiograma** es un análisis de los espermatozoides y del líquido seminal que ayuda a determinar el estado reproductor y la **fertilidad** de los hombres. Algunos parámetros importantes son la concentración, la morfología y la motilidad de los espermatozoides, así como la detección de anticuerpos dirigidos contra los mismos o la presencia de otro tipo de células. Los valores normales son un volumen de eyaculación de 2 ml o más, una densidad de espermatozoides superior a los 20 millones/ml y la presencia de movimiento frontal en más del 50% de los espermatozoides.

Imagen al microscopio óptico de un corte incluido en plástico de la pared de un túbulo seminífero (teñido con azul de toluidina) y esquema de un espermatozoide maduro

Véase Netter. Histología esencial 17.3 y 17.8

17.4. Epitelio seminífero



1. Espermatozoida (primario)
2. Núcleo de la célula de Sertoli

3. Espermátide
4. Espermatogonia en división
5. Célula mioide

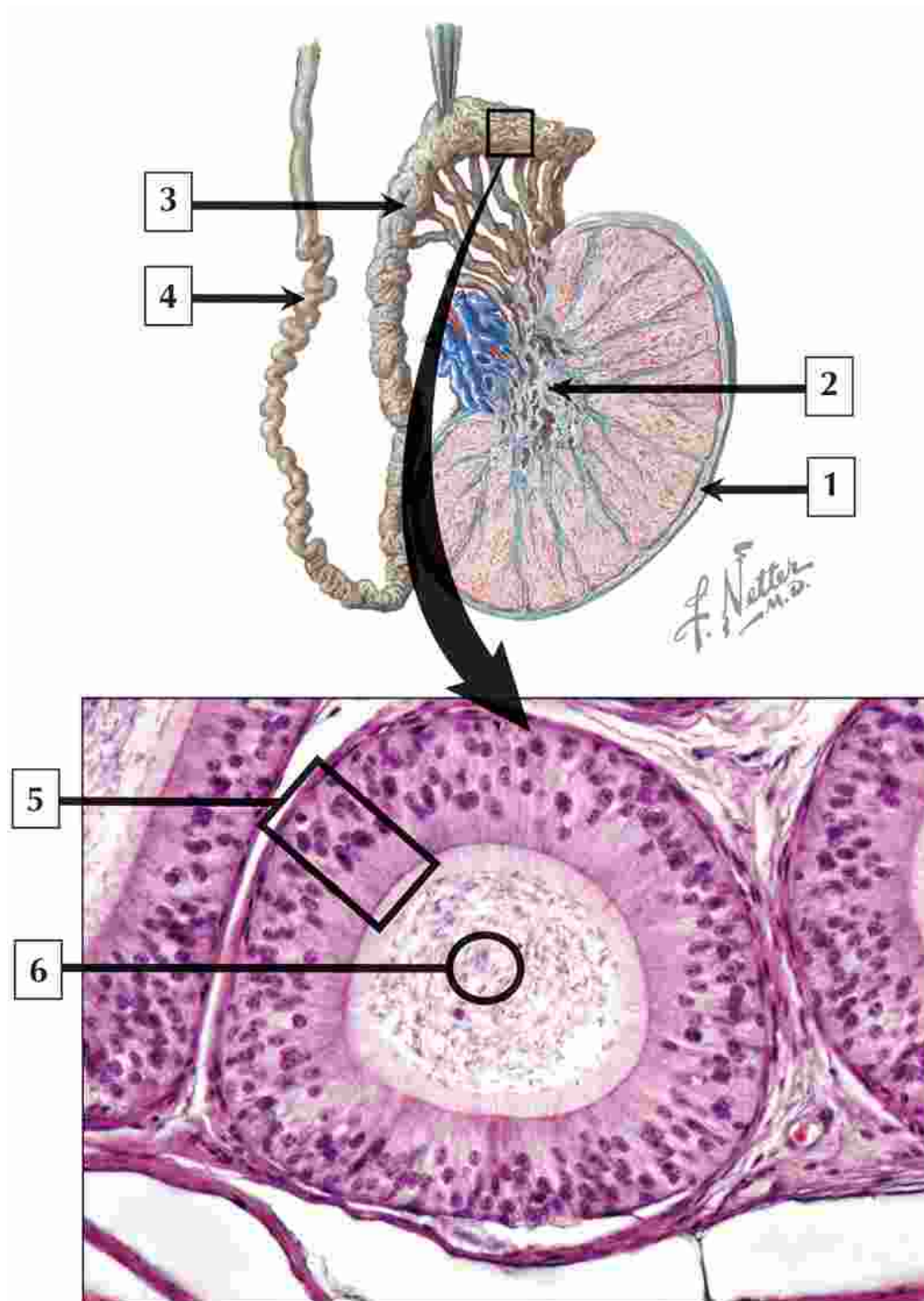
Comentario: Las células de Sertoli desempeñan un papel crucial en el sostén y la maduración de los espermatozoides. A partir de la pubertad constituyen alrededor del 10% de las células del epitelio seminífero. Estas células cilíndricas, cuyos límites son difíciles de distinguir, se extienden desde la lámina basal hasta la luz del túbulo seminífero. Sus porciones apicales contienen invaginaciones semejantes a criptas que retienen las espermátides hasta la liberación a la luz de los espermatozoides recién formados. Cada célula posee un núcleo dentado y eucromático con un nucleolo bien visible. El citoplasma contiene microtúbulos y filamentos intermedios que forman un llamativo citoesqueleto, así como mitocondrias largas y delgadas, un evidente retículo endoplasmático liso, grandes cantidades de gotas lipídicas y lisosomas llenos de lipofusina.

El **seminoma espermatocítico** es una *neoplasia testicular* poco frecuente que se origina a partir de las células germinativas, pero cuyas características clínicas y anatomopatológicas lo diferencian de otros tumores testiculares más clásicos. Suele afectar a hombres mayores de 60 años y en raras ocasiones es maligno. El estudio inmunocitoquímico de las muestras de biopsia muestran una tinción positiva para marcadores específicos de células en meiosis, además de anomalías genómicas en el cromosoma 9, lo que sugiere que este tumor se origina a partir de los espermatoцитos primarios.

Esquema e imagen coloreada al microscopio electrónico del epitelio seminífero del testículo

Véase Netter. Histología esencial 17.3 y 17.8

17.5. Epidídimo



1. Túnica albugínea del testículo
2. Red testicular en el mediastino testicular
3. Epidídimo (cola)

4. Conducto deferente
5. Epitelio pseudoestratificado del epidídimo
6. Espermatozoides en la luz del conducto epididimario

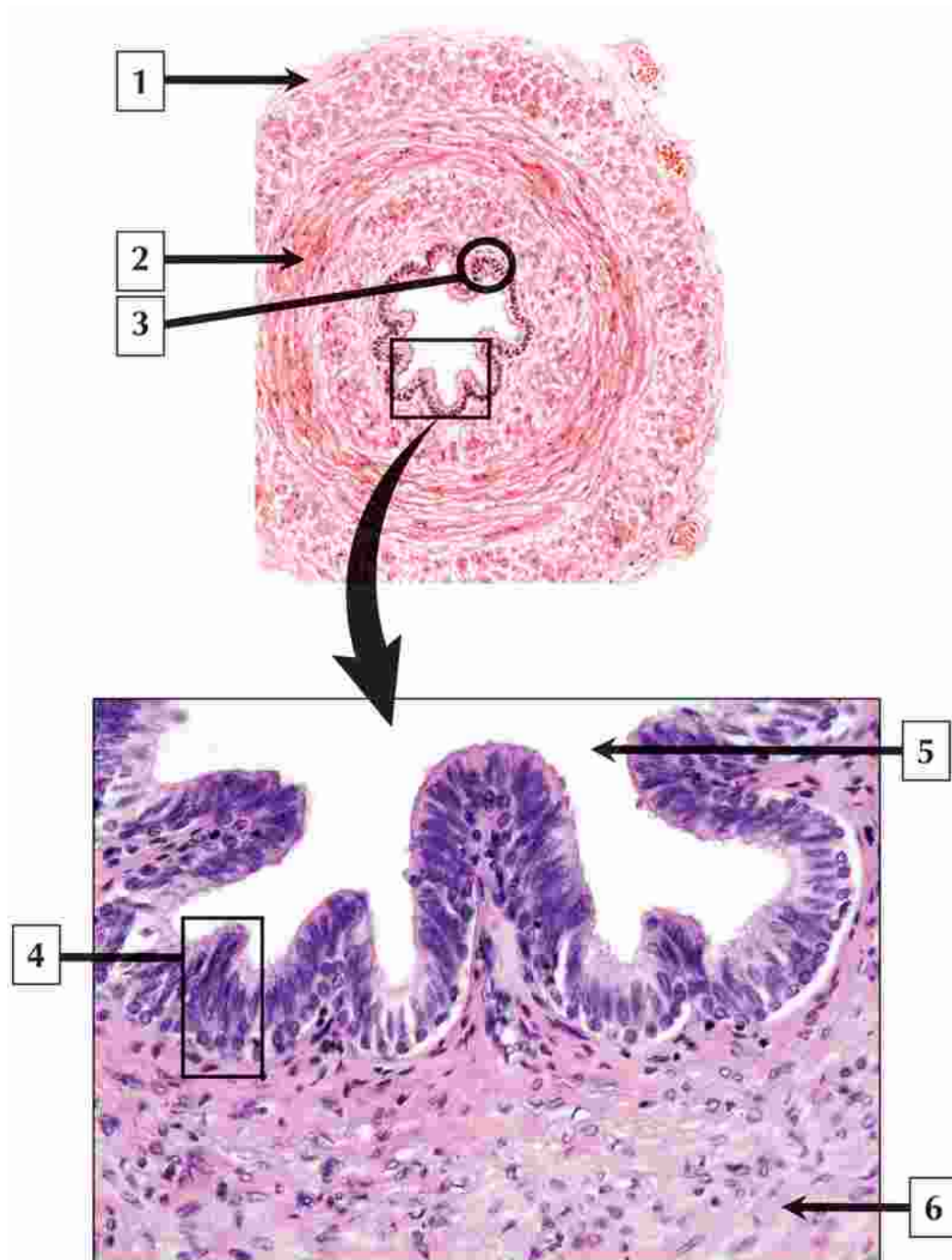
Comentario: El epidídimo, situado en la parte posterior de cada testículo, está compuesto por un conducto tortuoso y muy enrollado sobre sí mismo con un diámetro aproximado de 400 μm y 6 m de largo. Consta de tres partes: un segmento inicial (cabeza), un cuerpo y una región caudal (cola). La cabeza recibe los conductillos eferentes e interviene principalmente en la absorción de líquido y partículas. La pared del epidídimo consiste en un epitelio pseudoestratificado muy alto compuesto por células basales (madre) y células cilíndricas altas (principales) con largos estereocilios apicales. Por fuera de los conductos se encuentra un tejido conjuntivo laxo y algo de músculo liso dispuesto circularmente.

La **epididimitis**, o inflamación del epidídimo, a menudo está causada por una **infección bacteriana**. En los pacientes jóvenes suele consistir en una complicación de la gonorrea o en una infección de transmisión sexual por *Chlamydia*. La **epididimitis aguda** puede deberse al reflujo retrógrado de la orina infectada desde la uretra prostática a través de los conductos eyaculadores y deferentes. En casos graves, la epididimitis bilateral puede producir **infertilidad masculina**.

Esquema del testículo, el epidídimo y el conducto deferente e imagen al microscopio óptico del conducto epididimario cortado transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 17.11 y 17.12

17.6. Conducto deferente



1. Adventicia del conducto deferente
2. Capa muscular
3. Mucosa (epitelio y lámina propia)
4. Epitelio pseudoestratificado
5. Luz del conducto deferente

6. Músculo liso

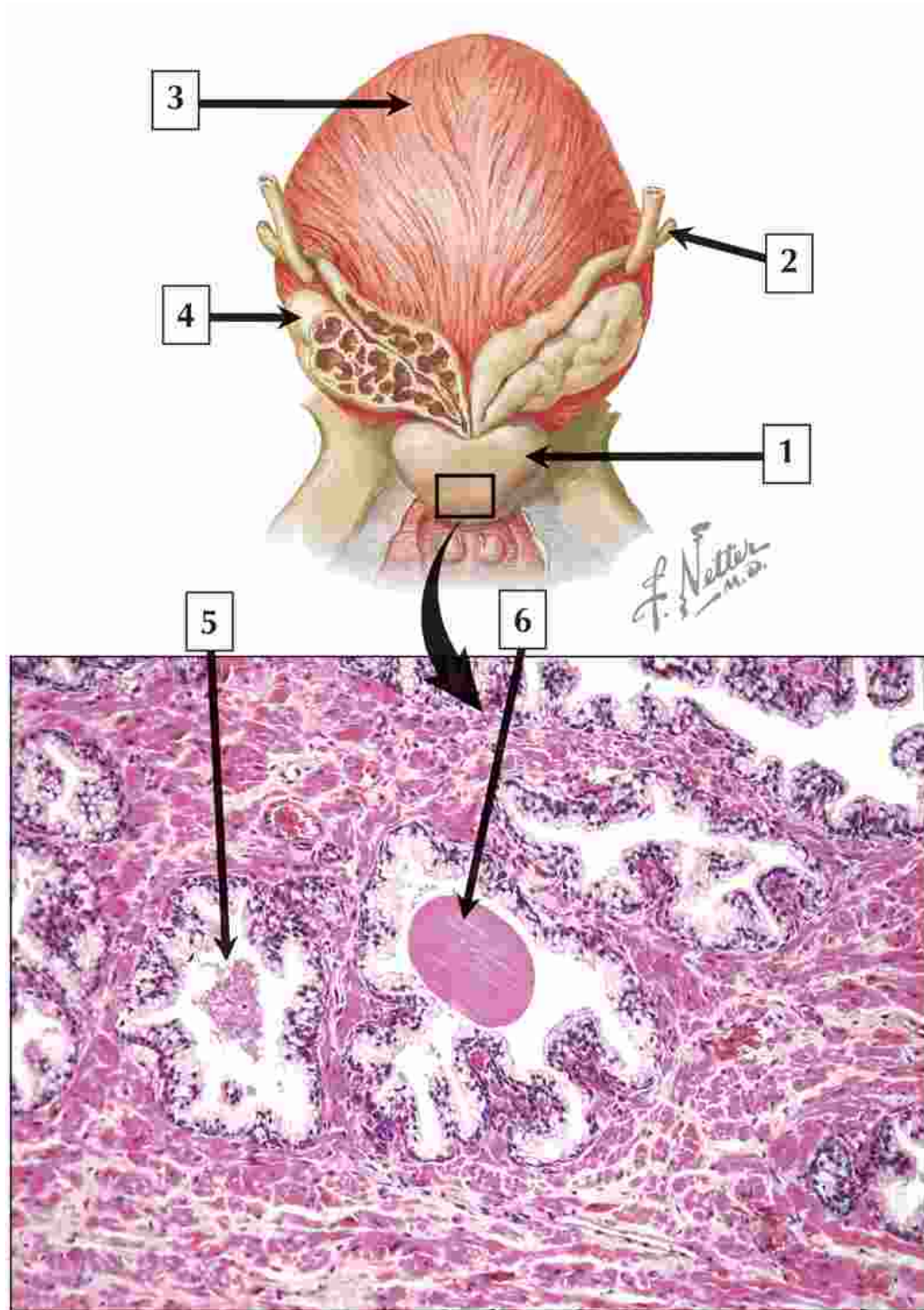
Comentario: El conducto deferente es un tubo hueco, de 35-40 cm de largo, que se extiende desde la cola del epidídimo hasta la región prostática, donde se une al conducto de la vesícula seminal para formar el conducto eyaculador. Desde el punto de vista macroscópico, se divide en varias regiones. Desde el punto de vista histológico, su pared está compuesta por las capas mucosa, muscular y adventicia. Su luz, con un diámetro de unos 0,5 cm, está revestida por epitelio cilíndrico pseudoestratificado. El epitelio está formado por células cilíndricas altas con estereocilios apicales y por pequeñas células basales (madre). Cuando está contraído total o parcialmente, la gruesa capa triple de músculo liso (1-1,5 mm de grosor) obliga a la mucosa a formar pliegues longitudinales.

La **vasectomía** es una intervención quirúrgica menor que comporta una permanente **esterilidad**. Cuando se realiza en las condiciones adecuadas (por lo general, de manera ambulatoria y con anestesia local), constituye un método seguro de **anticoncepción masculina**. Las complicaciones postoperatorias agudas graves son raras. La vasectomía se puede revertir mediante microcirugía para restablecer la fertilidad, pero esta intervención solo tiene éxito en el 70% de los casos.

Esquema del conducto deferente cortado transversalmente e imagen al microscopio óptico de la mucosa

Véase Netter. Histología esencial 17.13

17.7. Próstata



1. Próstata (zona periférica)
2. Conducto deferente
3. Vejiga urinaria

4. Vesícula seminal
5. Alveolos secretores de la próstata
6. Concreción prostática

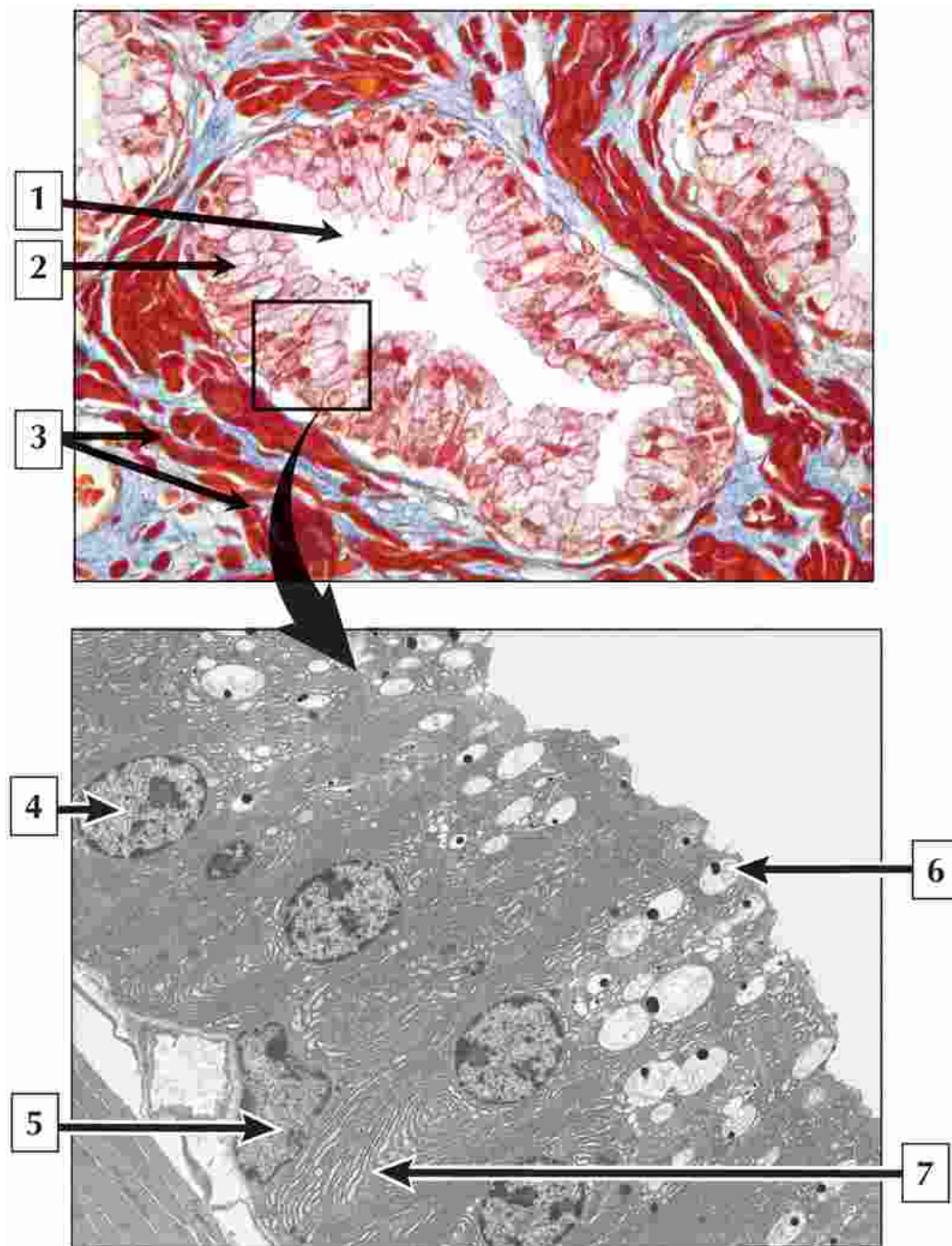
Comentario: La próstata del adulto, que es del tamaño de una castaña, rodea la uretra inmediatamente por debajo del cuello de la vejiga urinaria. La próstata está recubierta por una delgada cápsula de tejido conjuntivo y está compuesta por un conjunto de 50 glándulas tubuloalveolares compuestas revestidas por un epitelio pseudoestratificado. Las secreciones prostáticas constituyen el 10-20% del volumen de la eyaculación y contienen la enzima fosfatasa ácida, ácido cítrico, zinc, antígeno prostático específico y otras proteasas y enzimas fibrolíticas. La subdivisión de la próstata en tres zonas concéntricas es importante clínicamente, ya que la mayoría de los **adenocarcinomas prostáticos** se originan en la zona periférica.

La **hiperplasia benigna de la próstata**, que afecta al 50% de los hombres mayores de 50 años, se produce por la hipertrofia e hiperplasia de las células glandulares y estromales de la glándula. Provoca un aumento de tamaño de la glándula sin características de malignidad. Su frecuencia e intensidad aumentan con la edad. El diagnóstico se establece mediante un tacto rectal, ecografía transrectal, cistoscopia y determinación del antígeno prostático específico.

Esquema de la parte posterior de la próstata y de las estructuras que la rodean e imagen al microscopio óptico de la próstata

Véase Netter. Histología esencial 17.15 y 17.16

17.8. Epitelio prostático



1. Luz del alveolo secretor
2. Epitelio pseudoestratificado
3. Músculo liso
4. Núcleo (eucromatina) de la célula epitelial cilíndrica
5. Núcleo (eucromatina) de la célula basal

6. Vesícula secretora
7. Retículo endoplasmático rugoso

Comentario: El epitelio pseudoestratificado de alveolos secretores de la próstata consiste en células pequeñas basales y células cilíndricas altas (cuya principal función es la síntesis y la secreción). En el citoplasma de las células cilíndricas se observa un aparato de Golgi supranuclear, numerosas cisternas de retículo endoplasmático rugoso y muchas vesículas secretoras apicales. Las células basales son con toda probabilidad células madre de reserva para la proliferación del epitelio. Una delgada lámina basal separa el epitelio de la lámina propia subyacente, ricamente vascularizada.

Uno de los **tumores malignos** más frecuentes entre los hombres es el **adenocarcinoma** prostático, que puede cursar con elevación de la serina-proteasa (antígeno prostático específico). El tratamiento depende del estadio en que se encuentre el tumor en el momento del diagnóstico. Las opciones son la prostatectomía, la orquiectomía, la radioterapia, el tratamiento hormonal con derivados de los estrógenos y el uso de agonistas de las hormonas liberadoras hipofisarias. Sin embargo, la enfermedad metastásica es incurable.

Imagen al microscopio óptico de un alveolo secretor de la próstata teñido con tinción tricrómica e imagen al microscopio electrónico del epitelio prostático

Véase Netter. Histología esencial 17.16 y 17.17

17.9. Vesícula seminal



1. Músculo liso
2. Pliegue de la mucosa
3. Material floculento en la luz de la vesícula seminal
4. Célula epitelial cilíndrica
5. Lámina propia

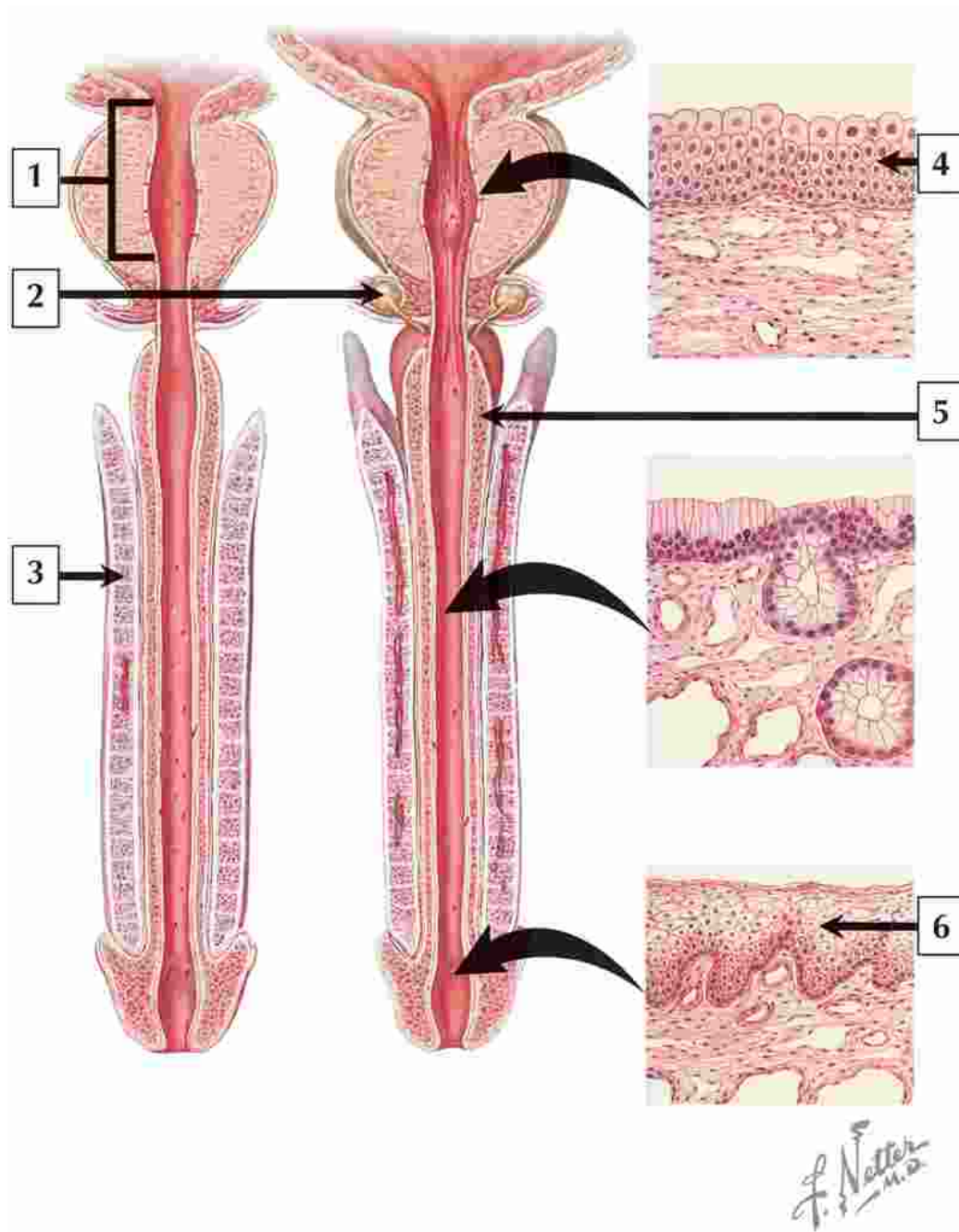
Comentario: El semen está compuesto por los espermatozoides formados en el testículo y el líquido seminal, cuya mayor parte (70%) es secretado por las vesículas seminales. El origen embrionario de las vesículas seminales radica en los conductos mesonéfricos; se trata de dos glándulas tubulares saculares enrolladas situadas en el retroperitoneo, en la base de la vejiga urinaria. Cada vesícula puede contener entre 2 y 2,5 ml de líquido seminal y posee una mucosa muy plegada que recuerda a un panal. La luz contiene un material eosinófilo coagulado que se piensa que corresponde a secreciones almacenadas. El principal producto de la secreción es la fructosa, además de agua, iones de K^+ y prostaglandinas. El epitelio, al igual que el de las demás partes del aparato reproductor, es pseudoestratificado y dependiente de andrógenos, y está compuesto por células basales y células cilíndricas. La lámina propia subyacente es rica en fibras elásticas. El músculo liso situado a mayor profundidad en la pared se contrae durante la eyaculación y facilita la expulsión del semen.

La **ecografía transrectal** permite evaluar anomalías de las vesículas seminales. Aunque los **tumores de las vesículas seminales** son raros, pueden originarse a partir del epitelio o del estroma. La **agenesia** o la **aplasia congénita** de las vesículas seminales dan lugar a una disminución de la fructosa sérica y del volumen de eyaculación.

Imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de una vesícula seminal

Véase Netter. Histología esencial 17.18

17.10. Uretra y pene



1. Uretra prostática
2. Glándula bulbouretral (de Cowper)
3. Cuerpo cavernoso del pene
4. Epitelio de transición (urotelio) en la uretra prostática
5. Cuerpo esponjoso
6. Epitelio plano estratificado en la fosa navicular

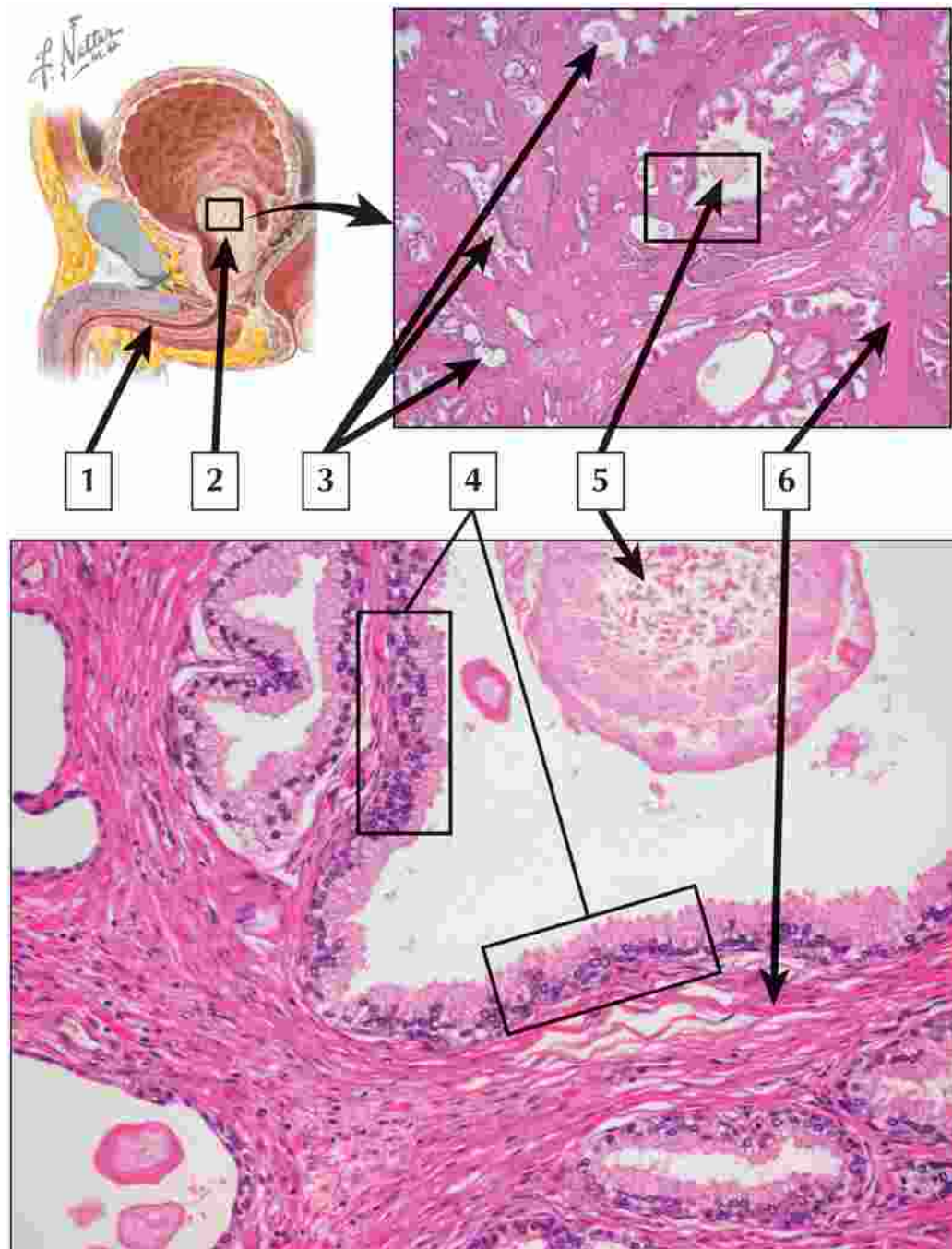
Comentario: La uretra masculina transporta la orina desde la vejiga hasta el exterior del cuerpo, así como el semen durante la eyaculación. Consta de tres partes, en cada una de las cuales varían la mucosa y el epitelio. La uretra prostática está revestida principalmente por epitelio de transición (urotelio) y en ella drenan los dos conductos eyaculadores y los conductos prostáticos. La uretra membranosa es corta y está revestida por un epitelio cilíndrico estratificado, mientras que la mucosa de la uretra esponjosa (o peneana), que es la porción más larga, pasa a tener un epitelio plano estratificado. El tejido eréctil se encuentra en el interior de dos cuerpos cavernosos dorsales y en un único cuerpo esponjoso ventral. Este tejido eréctil está formado por numerosos senos vasculares cavernosos separados por trabéculas y recubiertos por endotelio.

La **circuncisión** (extirpación quirúrgica del prepucio) se puede practicar en los recién nacidos bajo anestesia local. Aunque sus posibles beneficios médicos siguen siendo objeto de controversia, parece que reduce la incidencia de **cáncer de pene, infecciones urinarias** y **enfermedades de transmisión sexual**, incluida la contracción y la transmisión del **VIH**.

Esquema del pene

Véase Netter. Histología esencial 17.19

17.11. Hiperplasia benigna de la próstata



1. Uretra (porción peneana)
2. Nódulo prostático aumentado que ejerce presión sobre la vejiga
3. Alveolo secretor de la próstata
4. Epitelio pseudoestratificado (hiperplásico)
5. Concreción prostática
6. Epitelio pseudoestratificado (hiperplásico)

6. Estroma fibromuscular (engrosado)

Comentario: La **hiperplasia benigna de la próstata (HBP)** se debe a la proliferación del **epitelio glandular** y de las **células fibromusculares del estroma** de la próstata. Este aumento de la glándula sin signos de malignidad genera la aparición de **nódulos periuretrales** bien definidos, a menudo palpables mediante el tacto rectal. Los nódulos casi siempre se originan en el **lóbulo medio** (o **zona de transición**) de la próstata y consisten en agregados de alveolos secretores cuyo aspecto varía desde pequeños e irregulares hasta dilataciones quísticas. El epitelio pseudoestratificado que reviste los alveolos suele mostrar un aspecto normal y consta de dos capas de células: **células basales** pequeñas y **células secretoras entre cúbicas y cilíndricas**. Otras características histopatológicas son la metaplasia escamosa, el aumento de la cantidad de músculo liso, la disminución de la cantidad de tejido elástico y la infiltración del estroma por linfocitos.

Incidencia y tratamiento: La **HBP** es un trastorno clínico frecuente que afecta a más del 50% de los hombres mayores de 50 años. Su frecuencia e intensidad aumentan con la edad; al menos el 70% de los hombres de 60 años presentan síntomas moderados o intensos. Para tratarla se utilizan **antagonistas de los receptores α -adrenérgicos** (que inhiben la contracción del músculo liso), **inhibidores de la 5α -reductasa** (que reducen la producción de dihidrotestosterona, la causante de la contracción física de la próstata) o la **extirpación quirúrgica** de la glándula prostática.

HBP e imágenes al microscopio óptico a bajo y medio aumento de un caso de HBP

Véase Netter. Histología esencial 17.22

18: Aparato reproductor femenino

18.1 Aparato reproductor femenino

18.2 Ovarios

18.3 Folículos ováricos

18.4 Cuerpo lúteo

18.5 Trompas de Falopio

18.6 Útero

18.7 Endometrio

18.8 Cuello uterino

18.9 Genitales externos y vagina

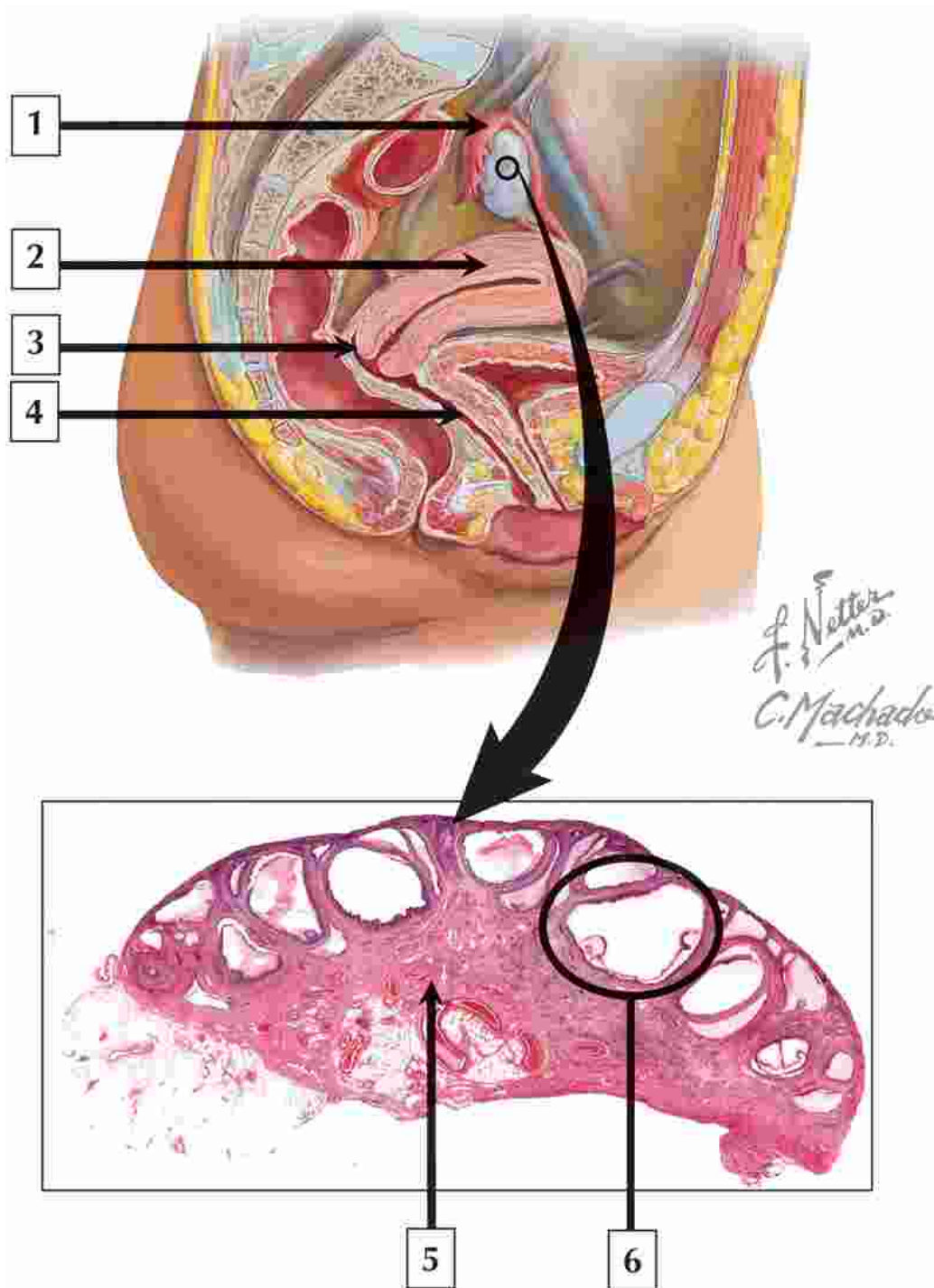
18.10 Placenta

18.11 Cordón umbilical

18.12 Glándula mamaria

18.13 Cáncer de cuello uterino

18.1. Aparato reproductor femenino



1. Trompa de Falopio
2. Cuerpo uterino
3. Cuello uterino

4. Vagina
5. Médula del ovario
6. Folículo ovárico maduro (de De Graaf)

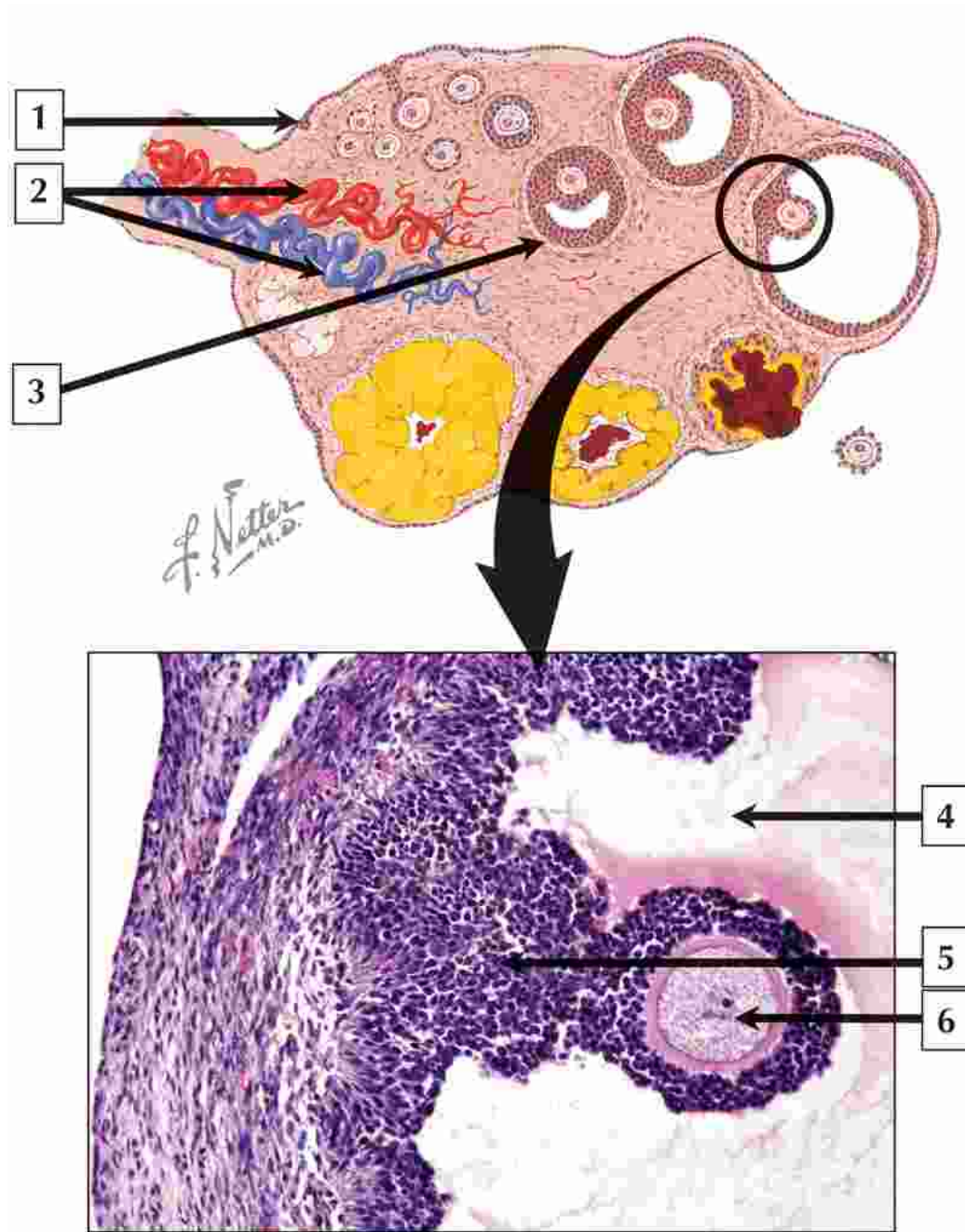
Comentario: El aparato reproductor femenino comprende los dos ovarios, las trompas de Falopio, el útero y la vagina. Los genitales externos consisten en los labios mayores, los labios menores y el clítoris. Además, las glándulas mamarias y la placenta guardan una relación funcional con los órganos genitales. Los ovarios producen las células germinativas femeninas y hormonas esteroideas. Al igual que los ovarios, el útero experimenta una secuencia regular de cambios conocidos como *ciclo menstrual*. La vagina conecta los genitales internos con el exterior. El desarrollo embrionario del aparato reproductor femenino, al igual que sucede con el masculino, es paralelo al del aparato urinario.

Una causa frecuente de **infertilidad femenina** es la **enfermedad inflamatoria pélvica**, una inflamación de la pelvis causada por la diseminación de una infección vaginal al útero, las trompas de Falopio y los ovarios. La enfermedad inflamatoria pélvica a menudo constituye una complicación grave de una **infección bacteriana** asociada a **enfermedades de transmisión sexual**. Las **clamidiasis** y la **gonorrea** son las dos causas más frecuentes.

Esquema (corte sagital) en el que se muestran las distintas partes del aparato reproductor femenino e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del ovario

Véase Netter. Histología esencial 18.1 y 18.6

18.2. Ovarios



1. Epitelio superficial del ovario (germinal)
2. Vasos sanguíneos que entran y salen por el hilio del ovario
3. Folículo ovárico en desarrollo (secundario)
4. Luz folicular (antro)
5. Cúmulo oóforo (células de la granulosa) del folículo de De Graaf
6. Citoplasma del ovocito

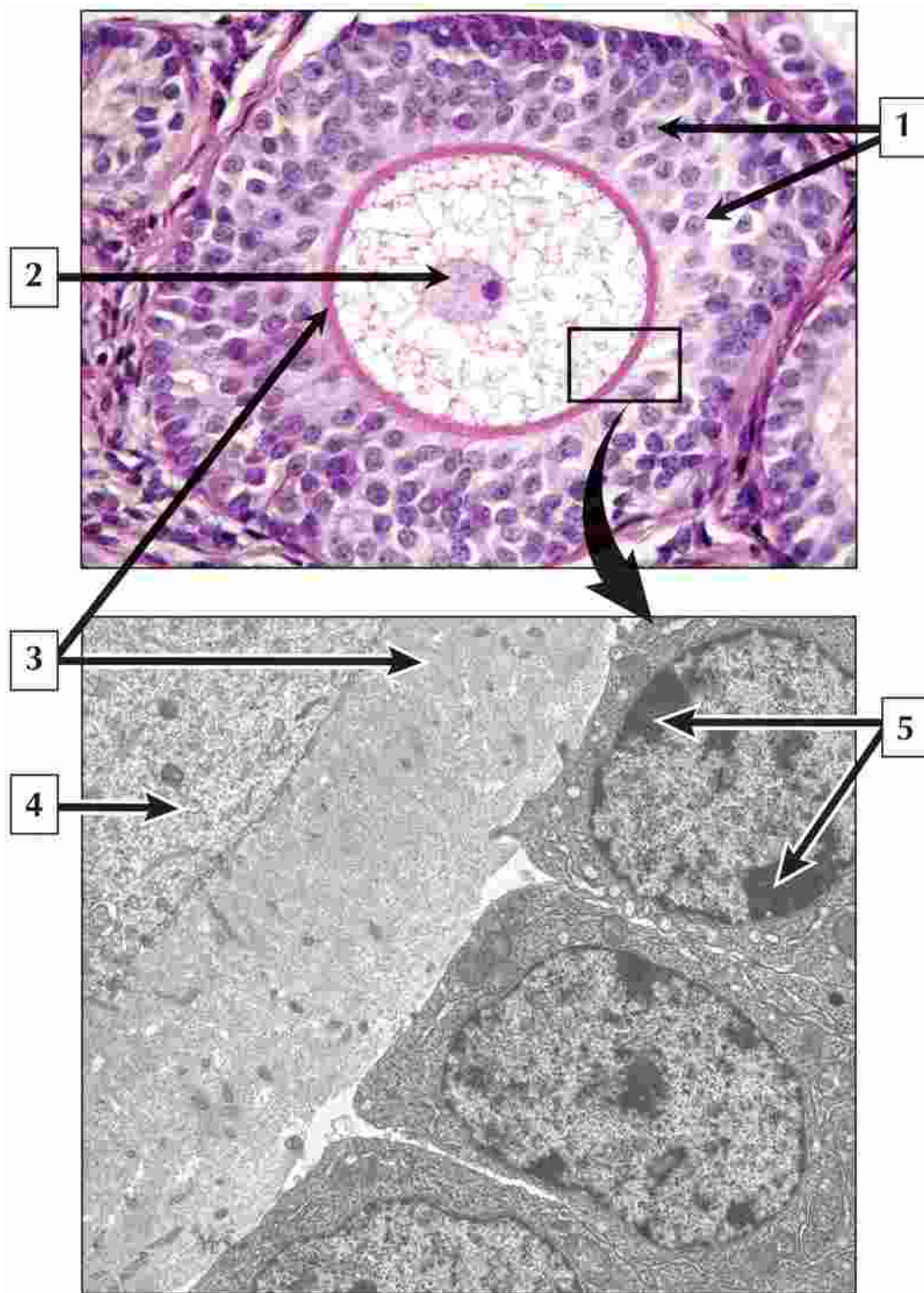
Comentario: Los ovarios, que son unas glándulas sólidas con forma almendrada, miden unos 3 cm de largo y 2 cm de ancho en las mujeres adultas. Su tamaño y aspecto histológico varían durante el ciclo menstrual, el embarazo y la posmenopausia. Cada ovario está recubierto por el epitelio superficial del ovario, que es una reflexión del peritoneo visceral. Una corteza externa alberga folículos ováricos (que contienen los ovocitos) de diferentes tamaños y en distintos estadios de maduración y degeneración. La médula interna consiste en un tejido conjuntivo laxo con abundantes vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos. Al igual que los testículos, los ovarios cumplen una función exocrina (citogenética) y una función endocrina, ya que producen las hormonas estrógenos y progesterona.

Los **carcinomas del epitelio ovárico** constituyen casi el 90% de las **neoplasias malignas ováricas** y suelen originarse a partir del epitelio superficial del ovario. Trastornos hereditarios que actúan como factores de riesgo predisponen al 10% de las mujeres a sufrir este **cáncer ginecológico**. El riesgo de cáncer de ovario aumenta con la edad y afecta sobre todo a mujeres posmenopáusicas. El carcinoma ovárico tiende a **metastatizar** en la cavidad peritoneal circundante.

Esquema del ovario e imagen al microscopio óptico de un folículo maduro (de De Graaf)

Véase Netter. Histología esencial 18.2 y 18.6

18.3. Folículos ováricos



1. Células de la granulosa
2. Núcleo del ovocito
3. Zona pelúcida

4. Citoplasma del ovocito
5. Núcleo (heterocromatina) de la célula de la granulosa

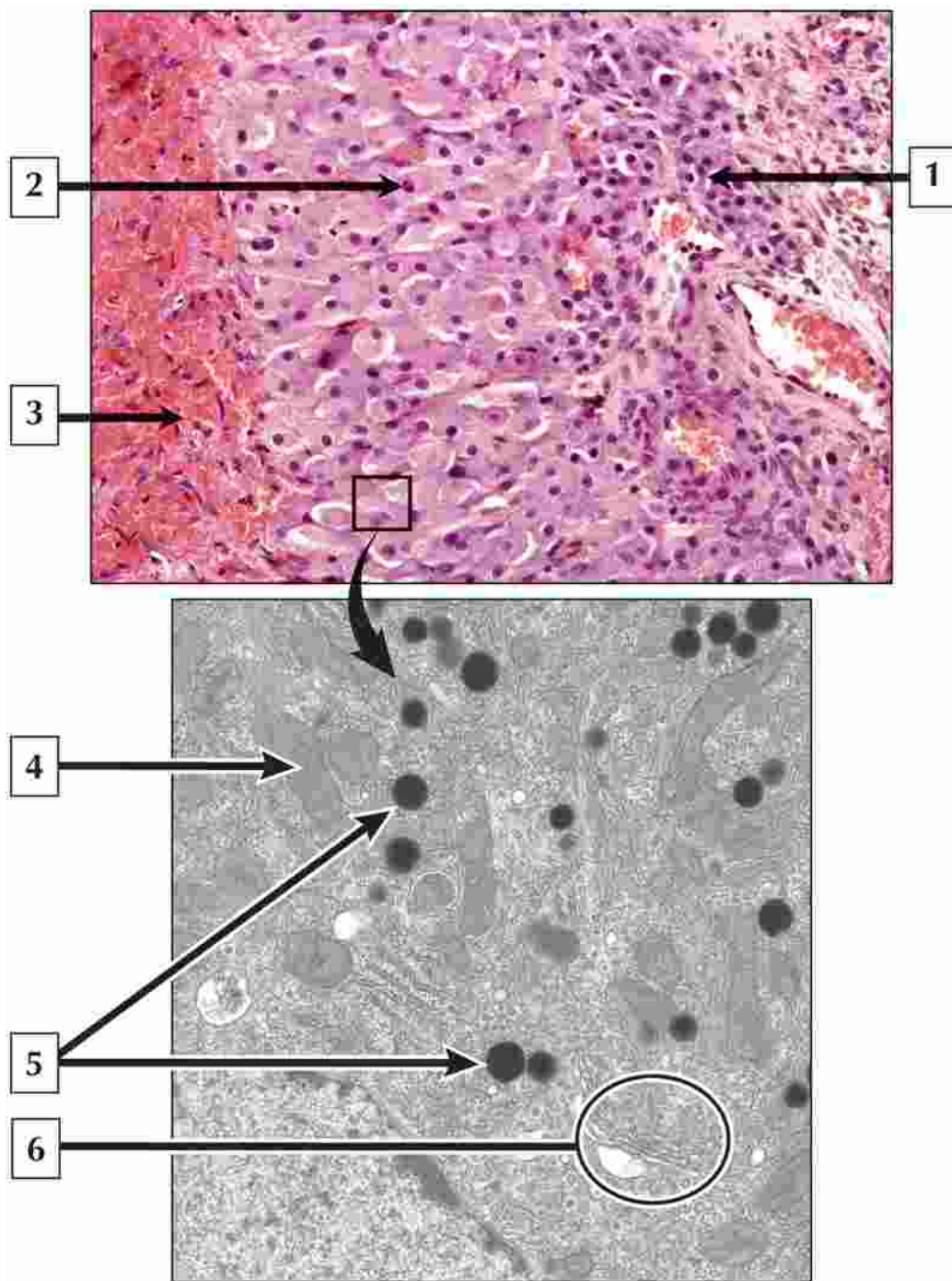
Comentario: Los ovarios albergan unos 400.000 ovocitos primarios, que se desarrollan a partir de las ovogonias. Al alcanzar la pubertad, quedan unos 40.000 ovocitos después de la degeneración y atresia del resto. Los folículos de la corteza pueden encontrarse en reposo (primordiales), en proceso de maduración (folículos primarios y secundarios) o ser maduros (de De Graaf). Después de la pubertad, cada mes se activan unos 20 folículos primordiales durante los ciclos menstruales, y normalmente uno de ellos predomina y se convierte en un folículo primario. Este folículo consiste en un ovocito rodeado por células foliculares (o de la granulosa) dispuestas concéntricamente. Tanto el ovocito como las células de la granulosa sintetizan una zona pelúcida extracelular. El aumento del tamaño del folículo hace que se convierta en un folículo secundario, en el que aparecerán espacios ocupados por líquido que se unirán para formar el antro folicular. Las células de la teca, situadas en la parte más externa, producen la hormona esteroidea androstenodiona, que las células de la granulosa utilizan para producir estrógenos.

El **síndrome del ovario poliquístico** se caracteriza por unos ovarios agrandados con numerosos quistes de pequeño tamaño. Este trastorno interfiere en la ovulación, el equilibrio hormonal y la menstruación. Afecta a muchas mujeres en edad reproductora y es causa de **esterilidad**.

Imagen al microscopio óptico de un folículo ovárico secundario e imagen al microscopio electrónico de la zona pelúcida, situada entre el ovocito y las células de la granulosa de un folículo primario

Véase Netter. Histología esencial 18.4 y 18.5

18.4. Cuerpo lúteo



1. Célula luteínica de la teca
2. Célula luteínica de la granulosa
3. Coágulo de sangre con fibrina
4. Mitocondria de la célula luteínica de la granulosa

- 5. Gotas lipídicas
- 6. Aparato de Golgi

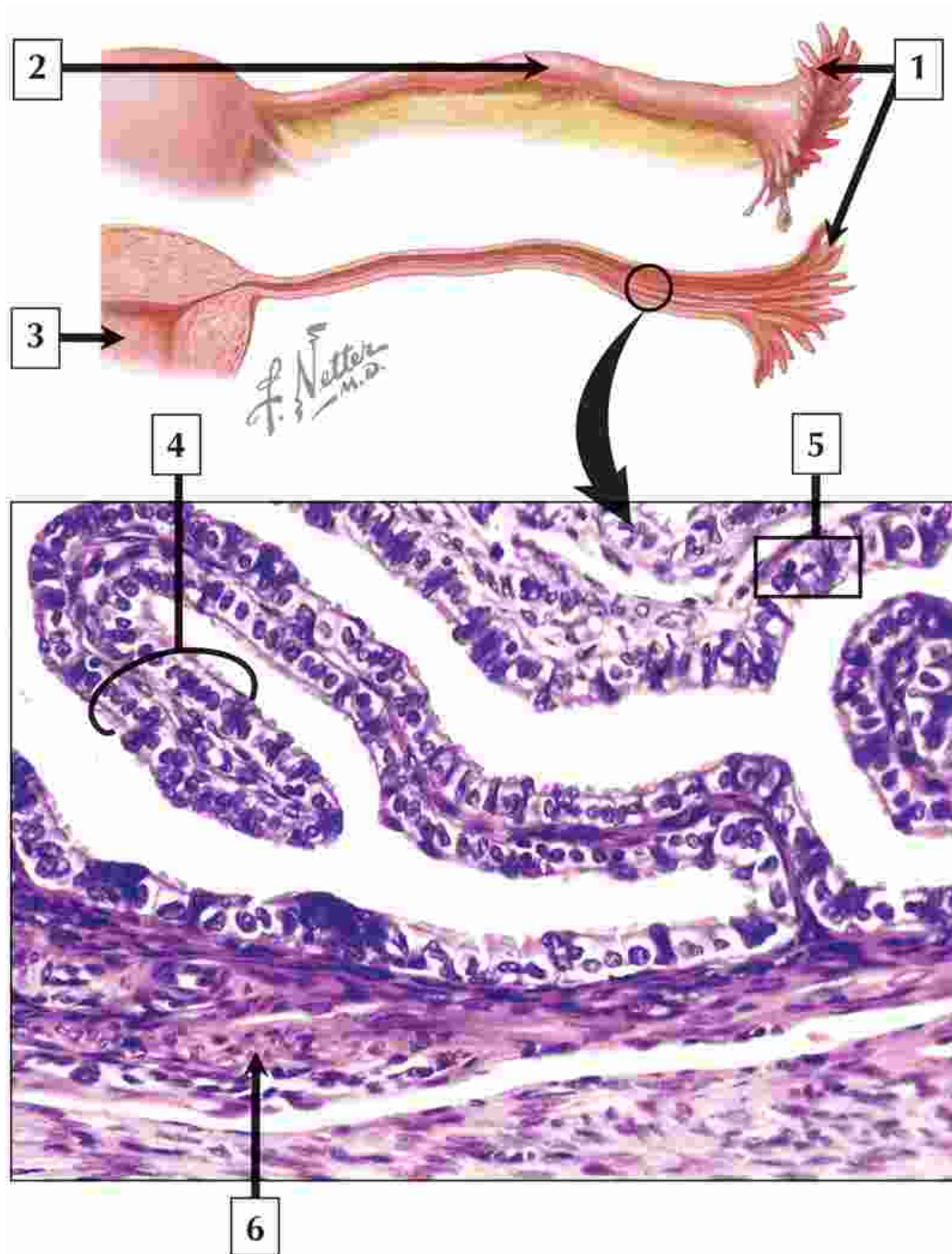
Comentario: Una vez que el folículo maduro ha salido del ovario durante la ovulación, en el remanente folicular se forma una estructura glandular temporal: el cuerpo lúteo. El folículo se colapsa, se invagina y el antro es sustituido por tejido cicatricial. La hormona luteinizante sintetizada en la hipófisis hace que las células de la granulosa y de la teca interna experimenten cambios histológicos y funcionales. Ambas células poseen características propias de células secretoras de hormonas esteroideas, y su citoplasma acumula abundantes gotas lipídicas. La progesterona producida por las células luteínicas de la granulosa prepara al endometrio para la implantación, y las células luteínicas de la teca producen estrógenos. Si no se produce un embarazo, el cuerpo lúteo involuciona gradualmente para convertirse en un cuerpo albicans.

La **rotura del cuerpo lúteo** es un trastorno caracterizado por una **hemorragia** excesiva en el punto de rotura del folículo ovárico. Se acompaña a menudo de un intenso **dolor abdominal (abdomen agudo)**. Aunque su causa se desconoce, por lo general se resuelve espontáneamente. No obstante, en caso de hemorragia persistente, es potencialmente mortal. Entre los factores de riesgo están los traumatismos abdominales y el tratamiento anticoagulante.

Imagen al microscopio óptico de un cuerpo lúteo e imagen al microscopio electrónico de una célula luteínica de la granulosa

Véase Netter. Histología esencial 18.7 y 18.8

18.5. Trompas de Falopio



1. Fimbrias tubáricas
2. Ampolla de la trompa de Falopio
3. Luz del útero
4. Pliegue de la mucosa de la trompa de Falopio
5. Epitelio cilíndrico simple (células en clavija y ciliadas)

6. Músculo liso

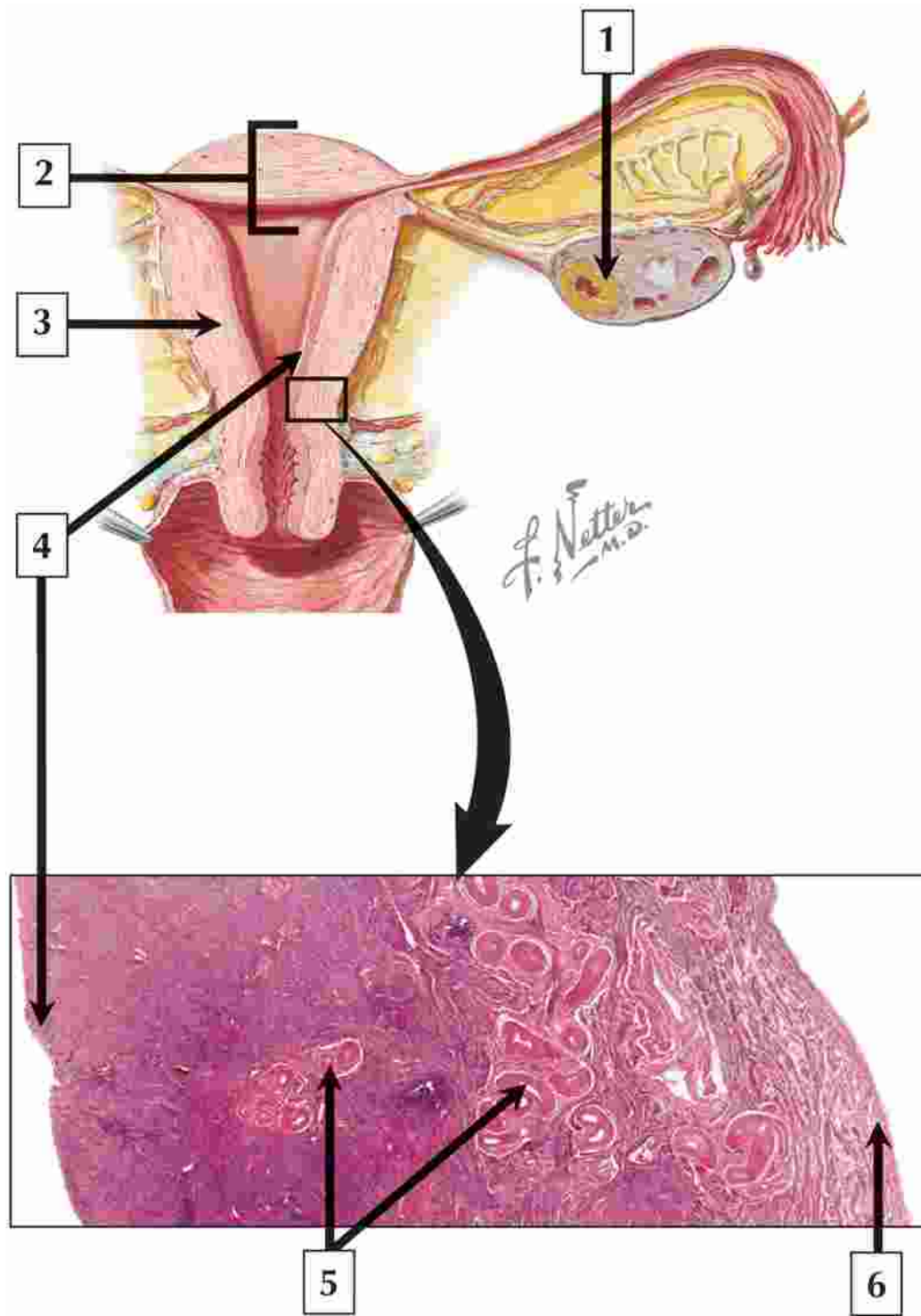
Comentario: Las trompas de Falopio se extienden desde cada ovario hasta el útero. Miden 12-15 cm de largo y se desarrollan a partir de las regiones medias no fusionadas de los conductos de Müller embrionarios. Cada trompa de Falopio (que se mantienen suspendidas por el mesosálpinx) consta de cuatro regiones: un pabellón o infundíbulo con fimbrias, la ampolla, el istmo y la porción intramural. La mucosa forma numerosos pliegues que aumentan notablemente su superficie. El epitelio de revestimiento está formado por dos tipos de células, en clavija y ciliadas, y el movimiento ciliar de la trompa se dirige hacia el útero. El epitelio experimenta importantes cambios histológicos en función de la fase del ciclo menstrual. La trompa de Falopio también posee una lámina propia con un alto grado de celularidad, dos capas mal definidas de músculo liso y un rico aporte vascular y nervioso.

El **embarazo ectópico** se produce cuando un óvulo fertilizado se implanta en un tejido distinto del útero. La localización más frecuente es la trompa de Falopio. La mayoría de los casos se deben a trastornos que obstruyen o ralentizan el paso del óvulo fecundado a través de la trompa, como la **salpingitis** (una **inflamación** de la trompa de Falopio, habitualmente secundaria a una **infección**).

Esquema de la trompa de Falopio y del útero e imagen al microscopio óptico de parte de la pared de la trompa de Falopio

Véase Netter. Histología esencial 18.10 y 18.11

18.6. Útero



1. Cuerpo lúteo ovárico
2. Fondo uterino

3. Miometrio del cuerpo uterino
4. Endometrio uterino
5. Vasos sanguíneos de la capa vascular del miometrio
6. Perimetrio

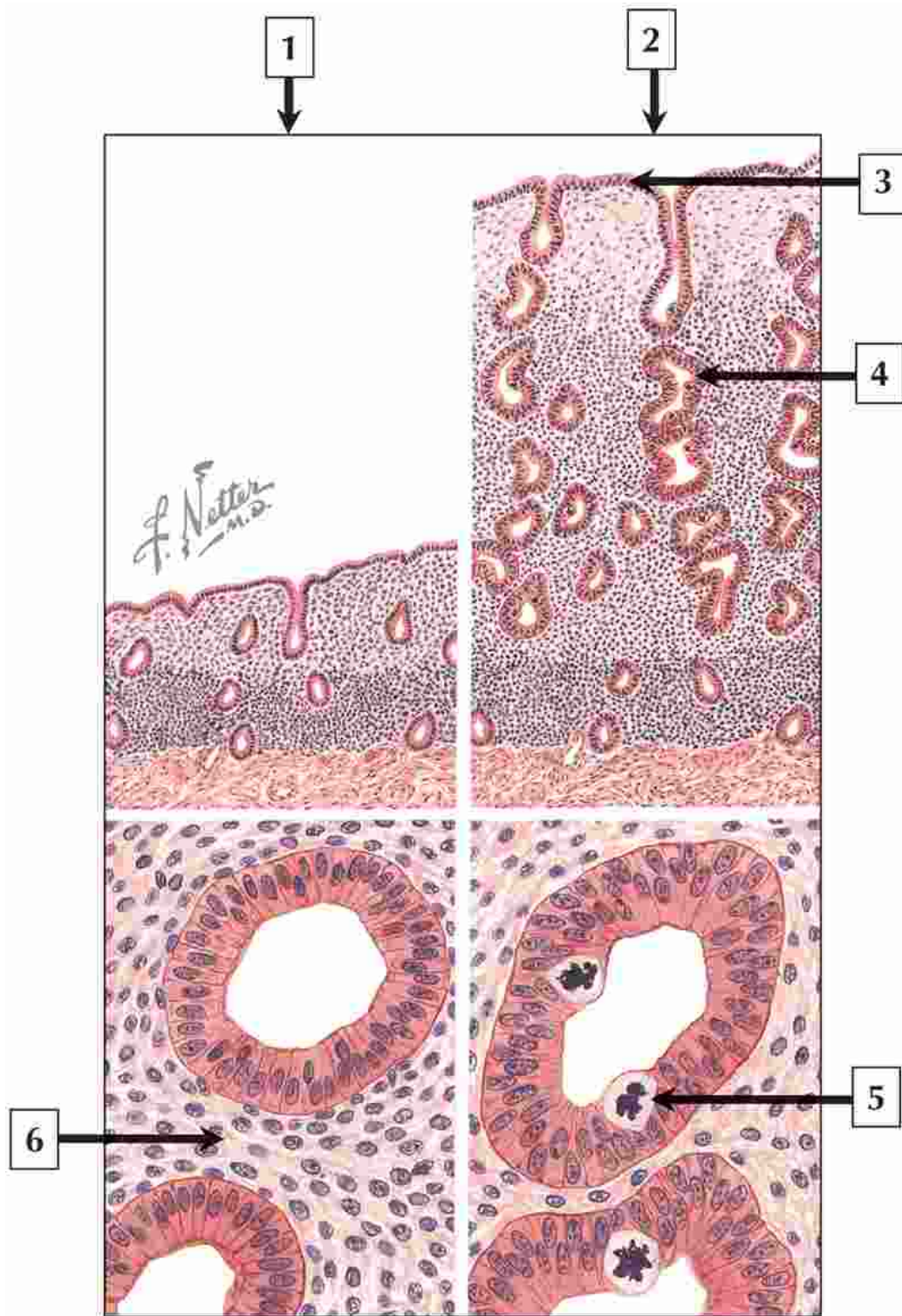
Comentario: El útero es un órgano hueco piriforme que se localiza en la pelvis, entre la vejiga urinaria y el recto. Desde el punto de vista anatómico se divide en tres partes: el fondo cupuliforme, una parte dilatada llamada cuerpo y la parte más estrecha (el cuello uterino), que desemboca en la vagina. Desde el punto de vista histológico, la pared del útero consta de tres capas. La capa más interna es el endometrio, que consiste en una mucosa especializada formada por epitelio cilíndrico simple, que experimenta marcados cambios histológicos durante el ciclo menstrual. El miometrio es la parte más gruesa y consiste principalmente en músculo liso. La capa más externa o perimetrio consta de tejido conjuntivo.

Los **tumores benignos** del útero que se originan a partir de una hiperplasia del miometrio son **leiomiomas**, llamados comúnmente **miomas uterinos**. Son el tumor más frecuente de la pelvis femenina y probablemente se deben a un desequilibrio hormonal. Un síntoma frecuente es la prolongación de la hemorragia durante las menstruaciones. Las opciones terapéuticas son la hormonoterapia, la embolización de las arterias uterinas y la extirpación quirúrgica del mioma o de todo el útero (**histerectomía**).

Esquema del útero y los anexos e imagen al microscopio óptico a bajo aumento de la pared uterina en la que se muestran sus tres capas

Véase Netter. Histología esencial 18.13

18.7. Endometrio



1. Endometrio, fase folicular temprana (proliferativa)
2. Endometrio, fase folicular tardía (proliferativa)

3. Epitelio superficial (de revestimiento) del endometrio
4. Glándula uterina
5. Figura mitótica en el epitelio de una glándula uterina
6. Lámina propia o estroma

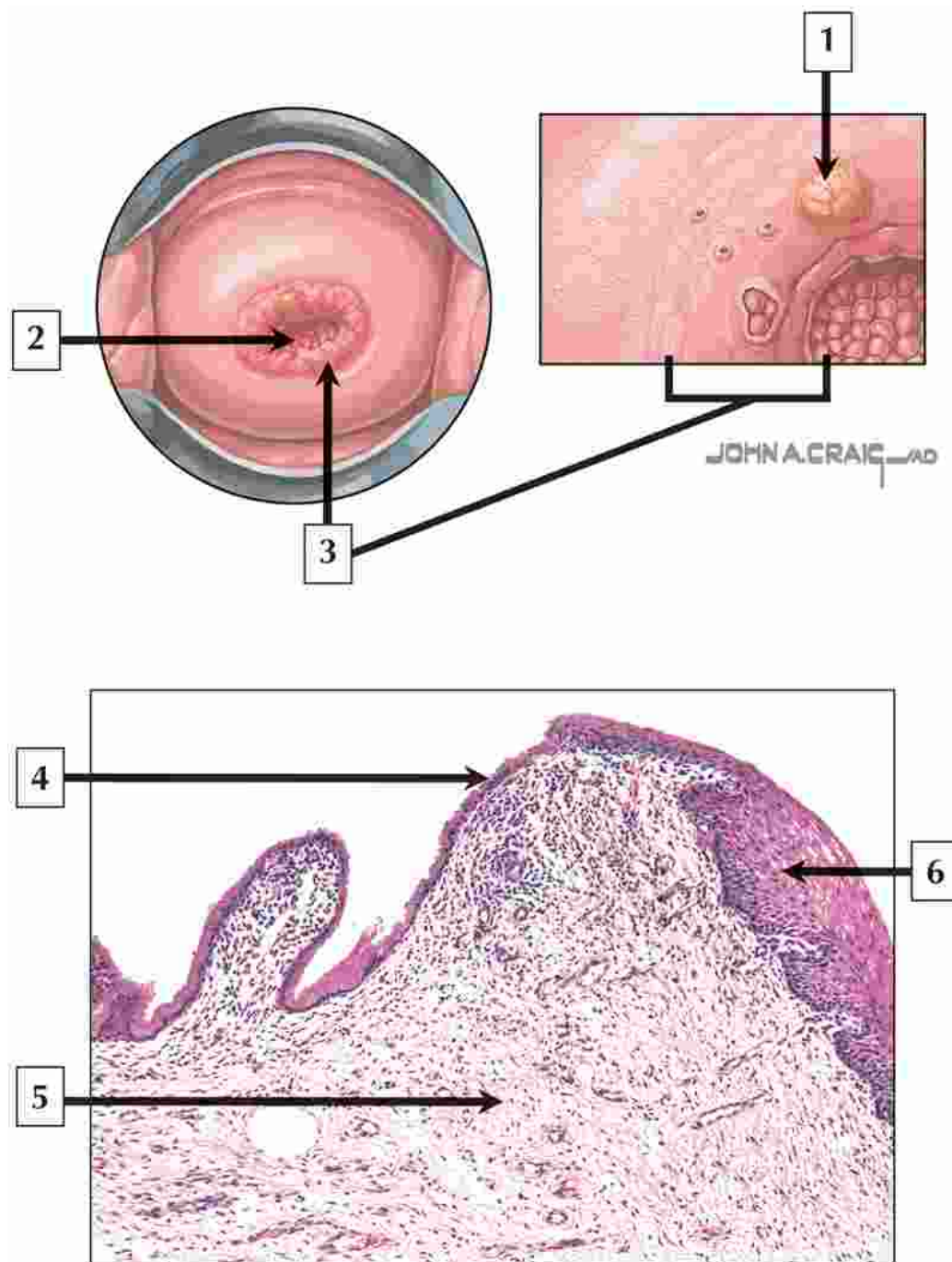
Comentario: El endometrio uterino consta de dos capas funcionales con distintas fuentes de aporte sanguíneo. La capa funcional superficial, más gruesa, es la que se ve más afectada por la menstruación. Se desprende periódicamente y se regenera a continuación. La capa basal y más profunda del endometrio no se ve afectada por las variaciones hormonales ni se desprende durante la menstruación. Los cambios histológicos que se producen durante la fase folicular (o estrogénica) del ciclo menstrual se caracterizan por la replicación y rápida proliferación del epitelio de revestimiento, las glándulas y el estroma subyacente. Durante la fase secretora (progestágena o lútea), que comienza justo después de la ovulación, el endometrio alcanza un grosor de 4 mm o más y las células epiteliales de la superficie mucosa y las glándulas muestran una intensa actividad secretora. Las secreciones son espesas y mucoides, con un alto contenido en glucógeno.

La **endometriosis** es un **trastorno ginecológico** frecuente que afecta a las mujeres entre la pubertad y la menopausia. Consiste en la aparición de tejido endometrial en localizaciones inusuales del abdomen y la pelvis. Los síntomas consisten en **dolor pélvico** y **hemorragias premenstruales**.

Esquemas del endometrio durante las fases foliculares temprana (izquierda) y tardía (derecha) del ciclo menstrual

Véase Netter. Histología esencial 18.16

18.8. Cuello uterino



1. Quiste de Naboth
2. Orificio externo
3. Zona de transformación
4. Epitelio cilíndrico simple del cuello uterino
5. Lámina propia

6. Epitelio plano estratificado no queratinizado del exocérnix

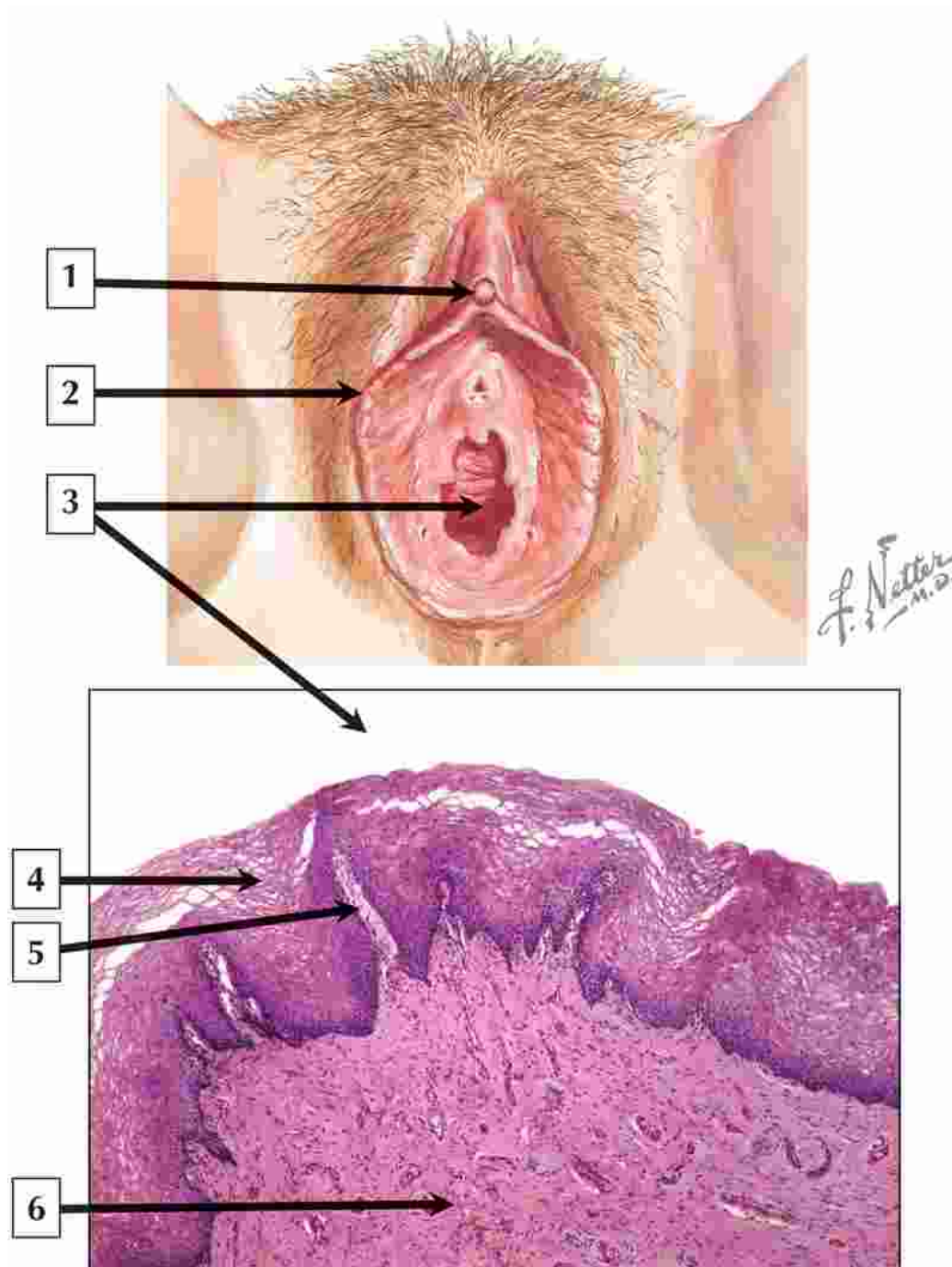
Comentario: El extremo inferior cónico del útero es el cuello uterino. La parte superior (el canal cervical) está revestida por una membrana mucosa conocida como *endocérnix*. La parte inferior (la porción vaginal) está recubierta por el *exocérnix*, que se continúa con la mucosa vaginal. El canal cervical, revestido por un epitelio cilíndrico simple, suele estar lleno de moco secretado por glándulas muy ramificadas. La obstrucción de estas glándulas puede dar lugar a la formación de los quistes de Naboth. El exocérnix está revestido por un epitelio plano estratificado no queratinizado desprovisto de glándulas. Justo por encima del orificio externo del cuello uterino se encuentra la unión plano-cilíndrica o zona de transformación, donde se produce un cambio brusco entre los dos tipos de epitelio.

El **cáncer de cuello uterino** es el segundo cáncer más frecuente en las mujeres y la principal causa de muerte relacionada con el cáncer en los países subdesarrollados. La mayoría de los **carcinomas de cuello uterino** aparecen en la zona de transformación, donde puede producirse cambio metaplásico del epitelio. La realización sistemática de citologías cervicales de cribado (la **prueba de Papanicolaou**) ha reducido notablemente la incidencia de muertes por cáncer de cuello uterino.

Esquemas a bajo y gran aumento del cuello uterino visto mediante colposcopia e imagen al microscopio óptico a bajo aumento de la mucosa del cuello uterino

Véase Netter. Histología esencial 18.18

18.9. Genitales externos y vagina



1. Glándula del clítoris
2. Labio menor
3. Orificio (o luz) vaginal
4. Epitelio plano estratificado no queratinizado

5. Papilas del tejido conjuntivo
6. Lámina propia

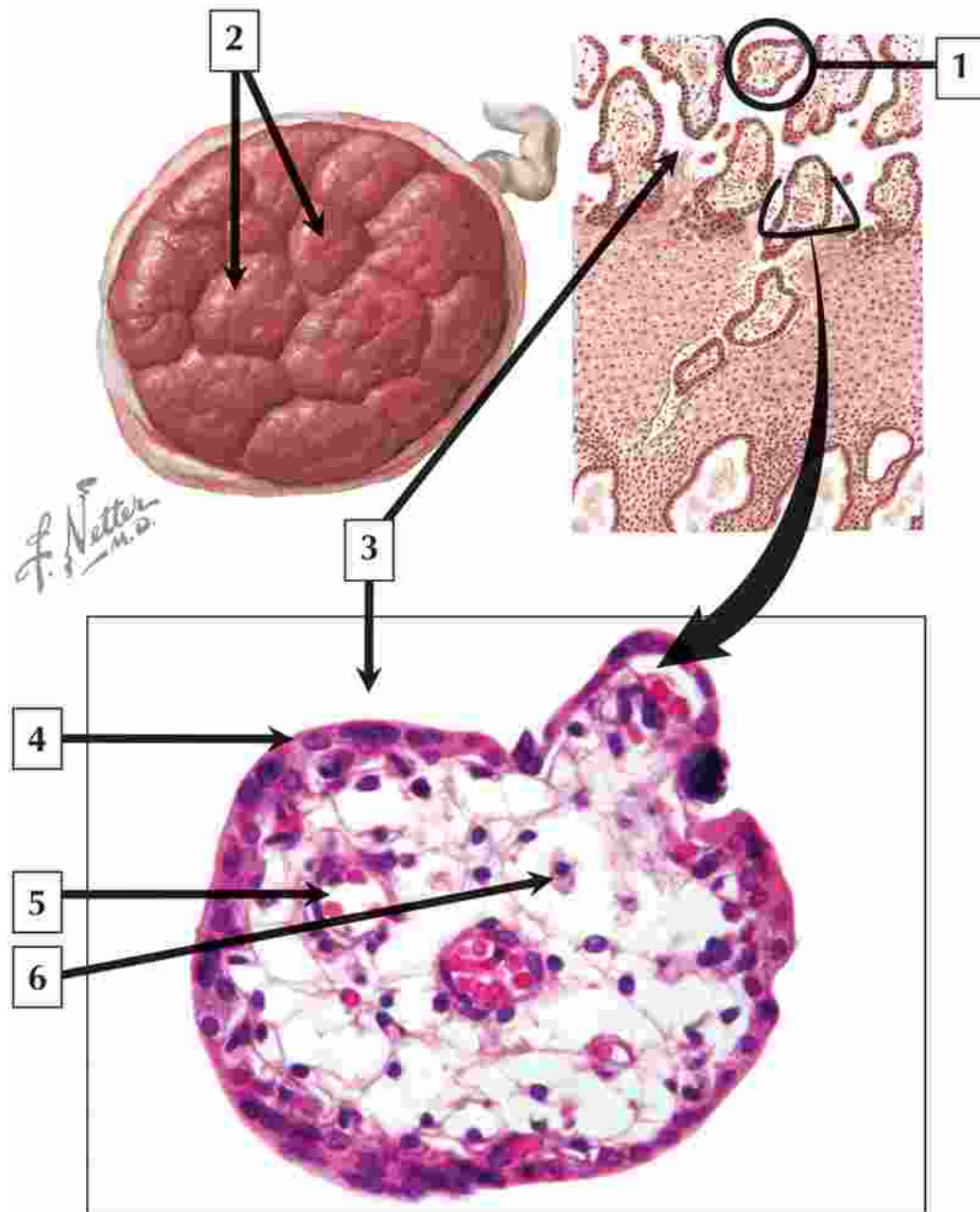
Comentario: Los genitales externos o vulva constan de los labios mayores y menores, el clítoris y las glándulas de Bartolino. La vagina y la uretra desembocan en el vestíbulo de la vagina. La vagina es un tubo fibromuscular distensible que conecta el cuello uterino con el exterior del cuerpo. La luz vaginal está revestida por epitelio plano estratificado no queratinizado, con un grosor de 150 a 200 μm y carente de glándulas. Las células epiteliales de la superficie muestran un aspecto pálido debido a la cantidad variable de colágeno. Al igual que sucede en muchas otras partes del aparato reproductor femenino, este epitelio experimenta cambios cíclicos durante el ciclo menstrual.

La **infección vaginal** más frecuente entre las mujeres en edad fértil es la **vaginosis bacteriana**, que provoca una inflamación dolorosa y leucorrea. Aunque se desconoce la causa, probablemente se deba a la hiperproliferación de bacterias facultativas y anaeróbicas en la luz vaginal. Algunas complicaciones graves de este trastorno durante el embarazo son el **aborto**, el **parto prematuro** y la **infección pélvica** tras el parto.

Esquema de los genitales externos femeninos e imagen al microscopio óptico a bajo aumento de la mucosa vaginal

Véase Netter. Histología esencial 18.19 y 18.20

18.10. Placenta



1. Vellosidad coriónica
2. Cotiledones (lobulillos) de la placenta
3. Espacio intervilloso (que contiene sangre materna)
4. Sincitiotrofoblasto
5. Capilar fetal
6. Célula de Hofbauer (macrófago)

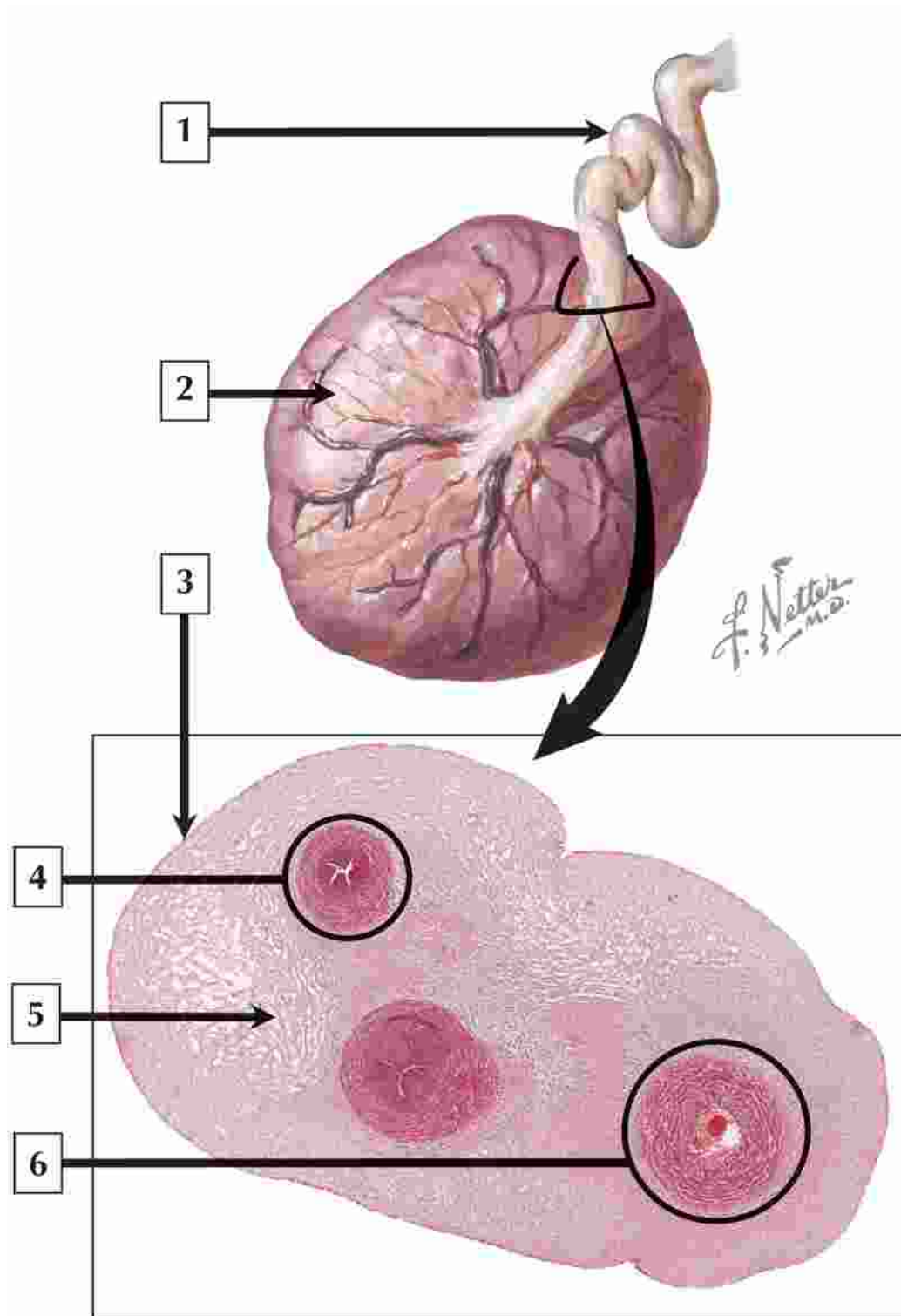
Comentario: La placenta es un órgano transitorio con forma de disco que consta de una parte fetal y otra materna. Pesa entre 400 y 600 g en el momento del parto y posee entre 15 y 20 lobulillos o cotiledones. Las vellosidades coriónicas son las estructuras básicas de este órgano. Se forman a partir del corion fetal y están revestidas por dos tipos de células epiteliales (citotrofoblastos y sincitiotrofoblastos). En el centro de cada vellosidad hay tejido conjuntivo que contiene capilares fetales y macrófagos (células de Hofbauer). La sangre materna circula por los espacios intervillosos. La sangre fetal y la materna circulan próximas entre sí, pero siguen recorridos independientes y no se mezclan ya que están separados por la eficaz barrera placentaria.

El estudio de la placenta en la sala de partos puede aportar al médico importante información sobre la salud de la madre y el recién nacido. Muchas enfermedades tanto frecuentes como raras se asocian a un desarrollo fetal anómalo o a **morbilidad perinatal**. Aunque los **tumores placentarios** son raros, el **coriocarcinoma** (una **neoplasia maligna** formada por sincitiotrofoblastos y citotrofoblastos) puede invadir la pared del útero y **metastatizar** a otras localizaciones.

Esquemas macroscópico e histológico de la placenta e imagen al microscopio óptico a gran aumento de una vellosidad coriónica, cortada transversalmente, a las 12 semanas de gestación

Véase Netter. Histología esencial 18.21 y 18.22

18.11. Cordón umbilical



1. Cordón umbilical
2. Placenta a término (cara fetal)

3. Epitelio amniótico
4. Arteria umbilical
5. Gelatina de Wharton (tejido conjuntivo mucoso)
6. Vena umbilical

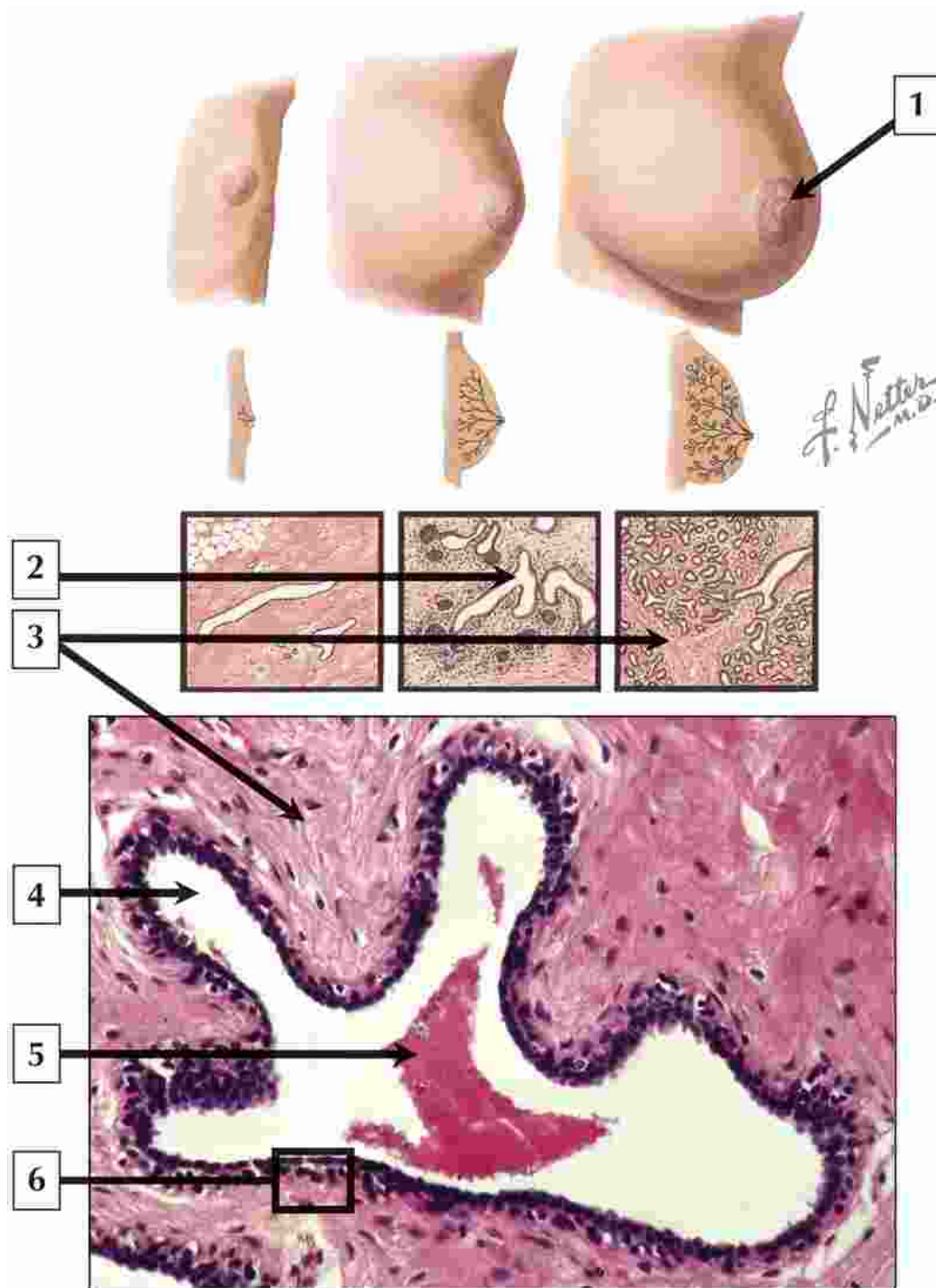
Comentario: El cordón umbilical, que a término mide unos 55 cm de largo, conecta el feto con la placenta. Externamente está recubierto por una sola capa de epitelio cúbico, procedente del revestimiento de la cavidad amniótica, conocido como *epitelio amniótico*. Este epitelio secreta el líquido amniótico y cumple una función protectora. Dentro del cordón umbilical hay dos arterias y una vena umbilicales enrolladas entre sí, inmersas en una matriz de tejido conjuntivo embrionario mucoso llamada *gelatina de Wharton*. La vena umbilical lleva sangre oxigenada al feto, mientras que las arterias umbilicales llevan sangre desoxigenada del feto al corion. Las paredes de las arterias umbilicales son más delgadas que las de las arterias del adulto, y las venas umbilicales poseen una gruesa capa de músculo liso circular, pero carecen de válvulas.

Los **trasplantes de células madre** de cordón umbilical son un potente recurso terapéutico. Las células pueden extraerse del cordón umbilical al nacer antes de desechar la placenta. Estas células tienden a producir menos rechazos que las células madre de médula ósea.

Esquema del cordón umbilical y la placenta e imagen al microscopio óptico a bajo aumento del cordón umbilical cortado transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 18.21 y 18.24

18.12. Glándula mamaria



1. Areola del pezón
2. Conducto (parénquima) de la glándula mamaria en la pubertad
3. Estroma (tejido conjuntivo denso irregular) en la madurez

4. Luz del conducto galactóforo
5. Precipitado eosinófilo (componentes de la leche)
6. Epitelio cúbico estratificado

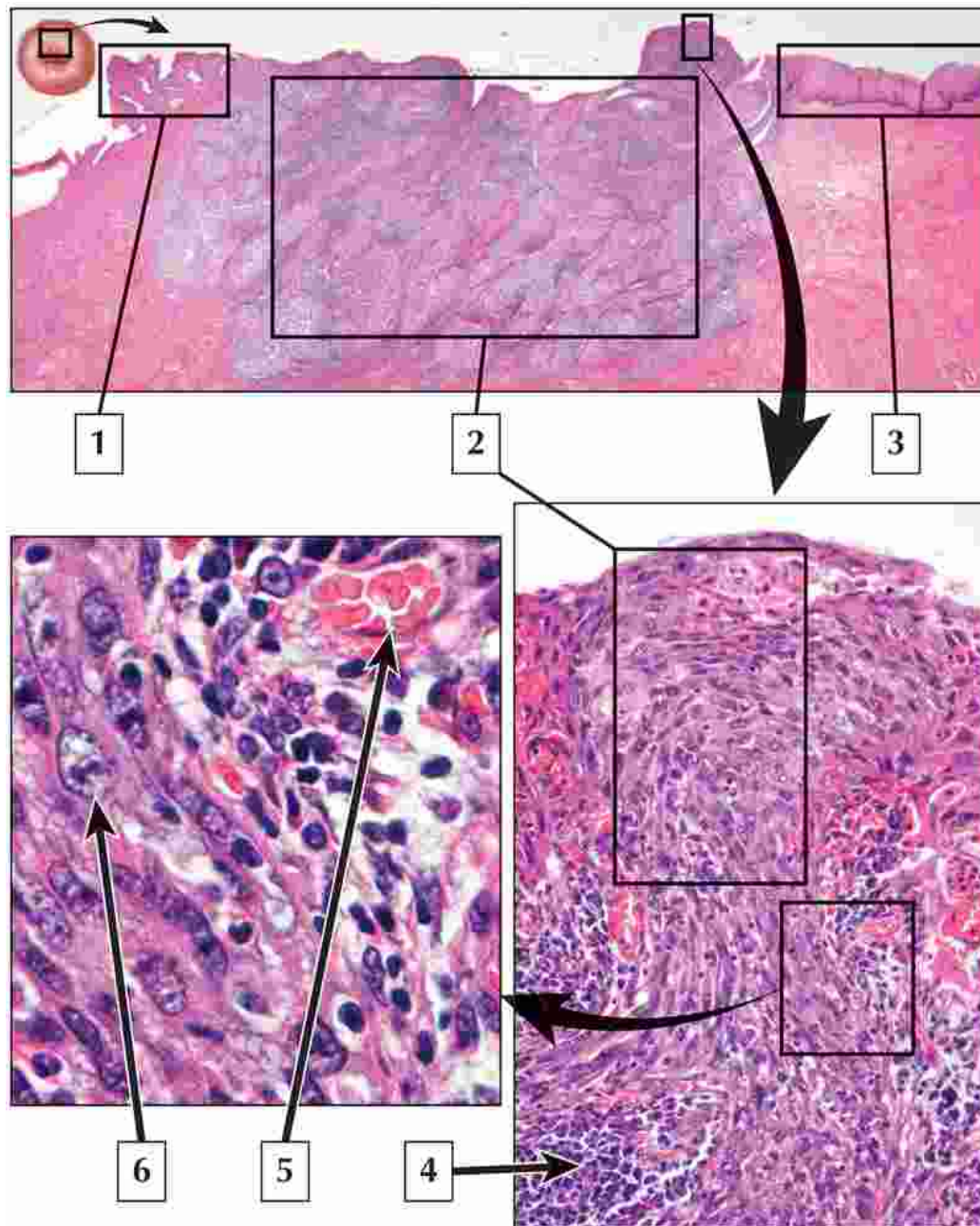
Comentario: Las glándulas mamarias son glándulas sudoríparas apocrinas modificadas presentes tanto en los hombres como en las mujeres. En las mujeres que han tenido hijos actúan como glándulas exocrinas especializadas que secretan leche. Cada glándula mamaria consta de un parénquima derivado del ectodermo superficial y de un estroma de tejido conjuntivo de origen mesenquimatoso. El parénquima está formado por una serie de conductos conectados a la superficie. Durante la pubertad, las glándulas mamarias de las niñas experimentan una serie de cambios histológicos bajo la influencia de las hormonas ováricas (estrógeno y progesterona). Si se produce un embarazo durante la edad adulta, los extremos terminales de los conductos forman unos alveolos secretores huecos, los cuales se revisten por un epitelio cúbico simple.

Debido a que la mayor parte de los **cánceres de mama**, que afectan tanto a hombres como a mujeres, se originan a partir del epitelio ductal o alveolar, se conocen como **adenocarcinomas mamarios**. La mayoría son lesiones invasivas y reciben el nombre de **carcinomas ductales infiltrantes**. El pronóstico depende del patrón de crecimiento tumoral, la expresión de productos génicos y receptores hormonales y la presencia de **metástasis** en los ganglios linfáticos regionales u otras localizaciones.

Esquema en el que se muestran los cambios histológicos y durante el desarrollo de la glándula mamaria e imagen al microscopio óptico de un conducto galactóforo

Véase Netter. Histología esencial 18.25 y 18.26

18.13. Cáncer de cuello uterino



1. Endocérvix
2. Carcinoma epidermoide infiltrante (células tumorales)
3. Exocérvix
4. Células linfoides en el estroma del cuello uterino
5. Vaso sanguíneo (lleno de eritrocitos) en el estroma del cuello uterino

6. Núcleo aumentado (con nucleolos) de la célula tumoral

Comentario: De todos los **carcinomas de cuello uterino**, el 80-90% son **carcinomas epidermoides** que aparecen en la zona de transformación, mientras que el 10-15% son **adenocarcinomas** que se originan a partir de las células glandulares superficiales. Después del análisis citológico, el diagnóstico se establece mediante colposcopia y biopsia. Un cambio precanceroso anómalo, conocido como **neoplasia intraepitelial cervicouterina**, puede progresar a una **displasia intraepitelial escamosa**, que puede convertirse en un **carcinoma *in situ*** o en un **carcinoma infiltrante**. Una vez que las células malignas atraviesan la **lámina basal**, se diseminan por el estroma del cuello uterino subyacente. Desde el punto de vista histológico, la neoplasia invasiva se caracteriza por nidos y lenguas infiltrantes de **epitelio plano estratificado atípico**, tanto **queratinizado** como **no queratinizado**. Los nidos o islas de células pueden ser irregulares o adoptar una forma angulada.

Incidencia y tratamiento: El **cáncer de cuello uterino** es el segundo cáncer por orden de frecuencia en las mujeres y la principal causa de muerte relacionada con el cáncer en los países subdesarrollados. El tratamiento depende del estadio en que se encuentre la enfermedad. Consiste en la **extirpación quirúrgica** en los estadios iniciales o en **radioterapia** con **quimioterapia** para los casos localmente avanzados. Si el cáncer ha metastatizado, a menudo solo se utiliza la quimioterapia.

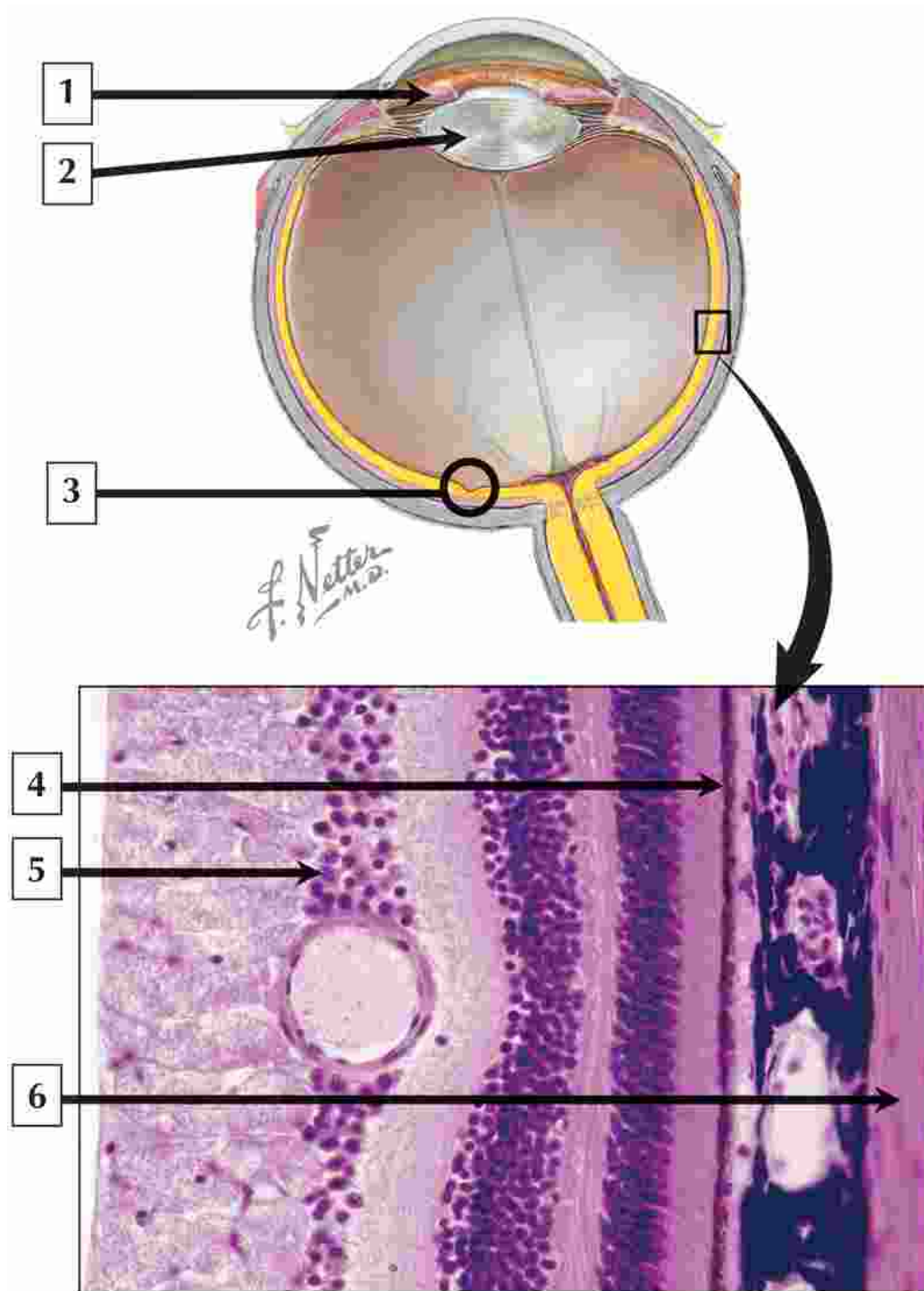
Imágenes al microscopio óptico del cuello uterino a bajo, medio y gran aumento en las que se muestran un carcinoma epidermoide infiltrante del cuello uterino

Véase Netter. Histología esencial 18.27

19: Ojo y anexos

- 19.1 Globo ocular
- 19.2 Córnea
- 19.3 Iris
- 19.4 Cristalino
- 19.5 Cuerpo ciliar
- 19.6 Conducto de Schlemm y humor acuoso
- 19.7 Retina
- 19.8 Fotorreceptores
- 19.9 Epitelio pigmentario de la retina
- 19.10 Párpado
- 19.11 Glándula lagrimal
- 19.12 Melanoma uveal

19.1. Globo ocular



1. Iris
2. Cristalino
3. Fóvea central de la mácula lútea de la retina

4. Epitelio pigmentario de la retina
5. Células ganglionares de la retina
6. Esclerótica (tejido conjuntivo fibroso denso)

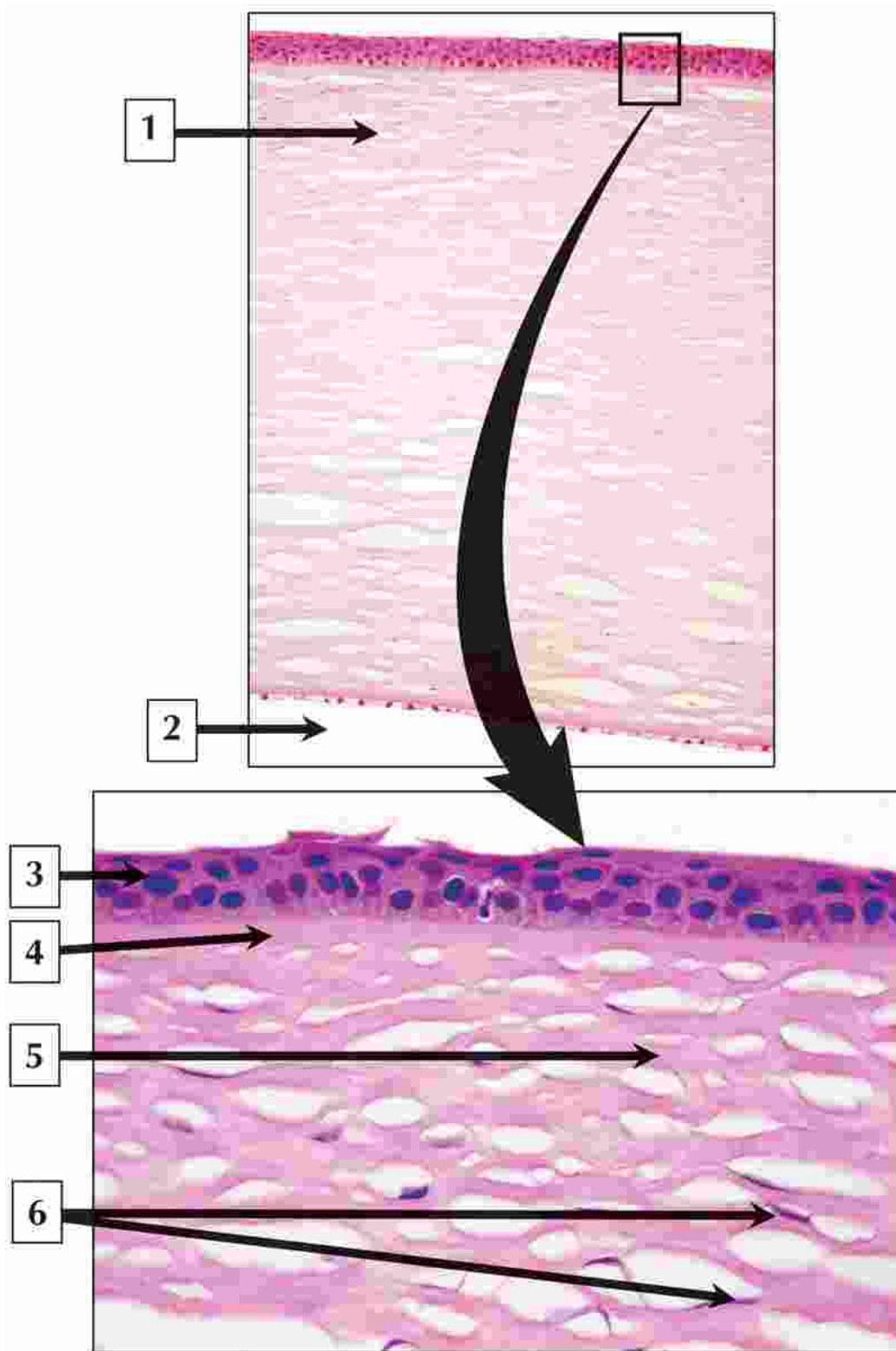
Comentario: Los ojos son aproximadamente esféricos y miden unos 2,5 cm de diámetro. Se trata de órganos fotorreceptores que se comunican con el cerebro a través del nervio óptico. Su pared consta de tres capas concéntricas: la esclerótica y la córnea constituyen la capa más externa, la capa intermedia es vascular (úvea) y la capa más interna corresponde a la retina. El interior del ojo se divide en tres cámaras oculares: las más pequeñas son la cámara anterior y la cámara posterior por las que circula el humor acuoso, mientras que la cámara principal, llamada **cuerpo vítreo**, contiene un gel semisólido transparente. La coroides, el cuerpo ciliar y el iris forman la úvea. La retina, que consta de dos capas, posee partes neurales y no neurales, y el punto de máxima agudeza visual de la retina neural corresponde a la fovea central de la mácula lútea.

La córnea, el cristalino y la longitud axial del globo ocular determinan la capacidad de enfoque del ojo. Las **ametropías** son defectos de la refracción que interfieren en un enfoque correcto de los rayos de luz para incidir en la región macular de la retina. La **miopía**, o **mala visión de lejos**, es la ametropía más frecuente. Las opciones de tratamiento son las gafas, las lentes de contacto, la **cirugía por láser** y el **trasplante de córnea**.

Esquema (corte horizontal) del globo ocular en el que se muestran sus partes e imagen al microscopio óptico de las tres capas del ojo

Véase Netter. Histología esencial 19.1

19.2. Córnea



1. Estroma corneal (o sustancia propia)

2. Cámara anterior (llena de humor acuoso)
3. Epitelio plano estratificado no queratinizado
4. Membrana de Bowman
5. Colágeno del estroma corneal
6. Fibroblastos

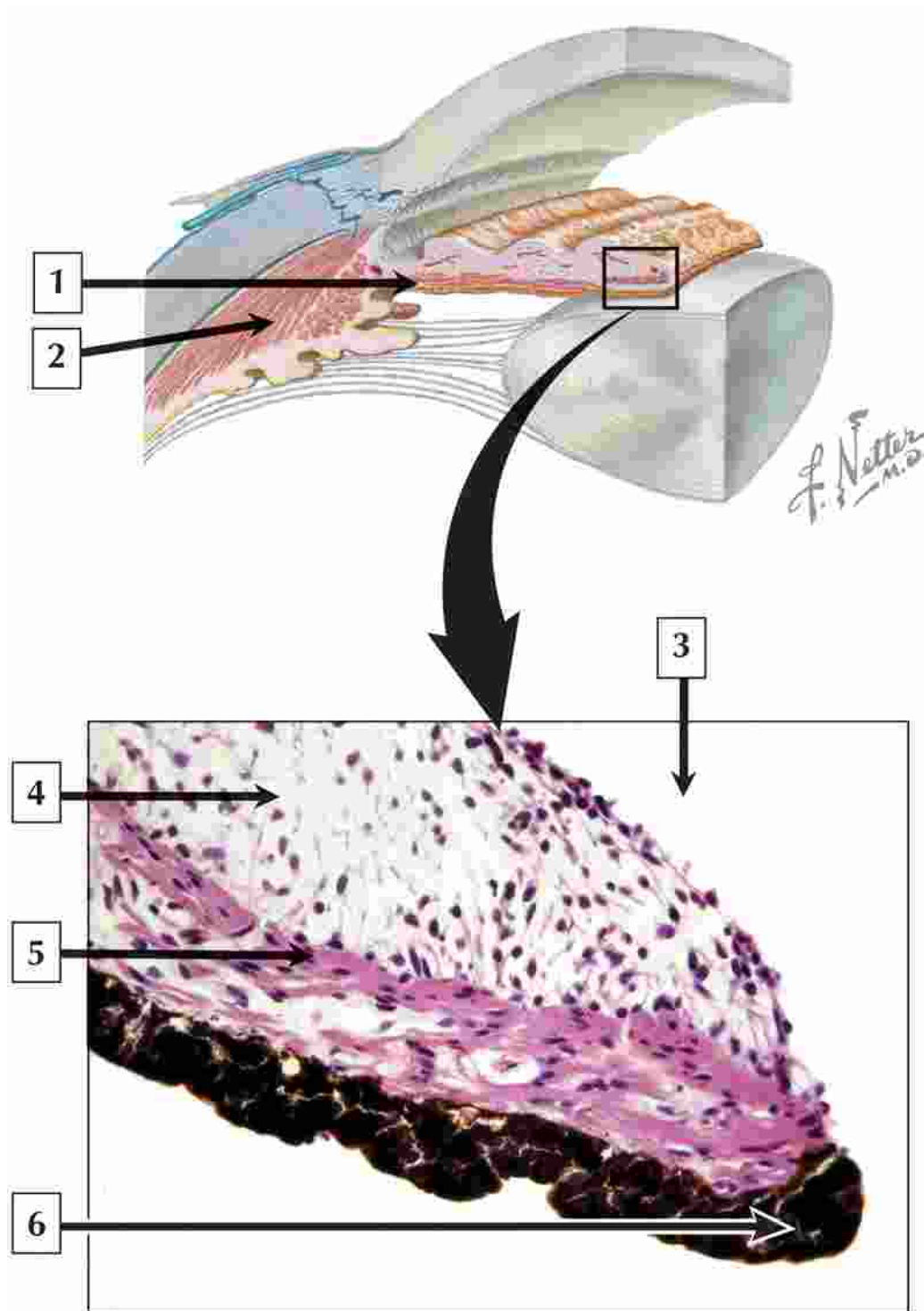
Comentario: La córnea, que ocupa una quinta parte de la superficie ocular, mide unos 0,5 mm de grosor y 11,5 mm de diámetro. Está compuesta por tejido conjuntivo fibroso denso con una capa de epitelio a cada lado. El epitelio de la superficie anterior es plano estratificado no queratinizado y se encuentra en constante sustitución en respuesta al desgaste. Por detrás del epitelio está la membrana de Bowman, una prominente lámina basal que une el epitelio al tejido conjuntivo subyacente. La gruesa región central (el estroma corneal) contiene entre 60 y 70 capas de fibras de colágeno de tipo I dispuestas en ángulo recto con respecto a cada capa sucesiva. La superficie posterior está recubierta por un epitelio cúbico simple.

El **trasplante de córnea** o **queratoplastia** es una intervención quirúrgica mínimamente invasiva que se practica a menudo bajo **anestesia local**. Se realiza para restablecer la visión en pacientes cuya córnea presenta defectos o distorsiones. Dado que la córnea es prácticamente avascular, el riesgo de rechazo del tejido es sumamente bajo. Por lo general, el tejido utilizado para el trasplante se obtiene de donantes fallecidos recientemente.

Imágenes al microscopio óptico a bajo y gran aumento de la córnea

Véase Netter. Histología esencial 19.3

19.3. Iris



1. Músculo dilatador de la pupila
2. Músculo ciliar

3. Cámara anterior (llena de humor acuoso)
4. Estroma del iris
5. Músculo constrictor de la pupila
6. Epitelio cúbico (doble capa y pigmentado)

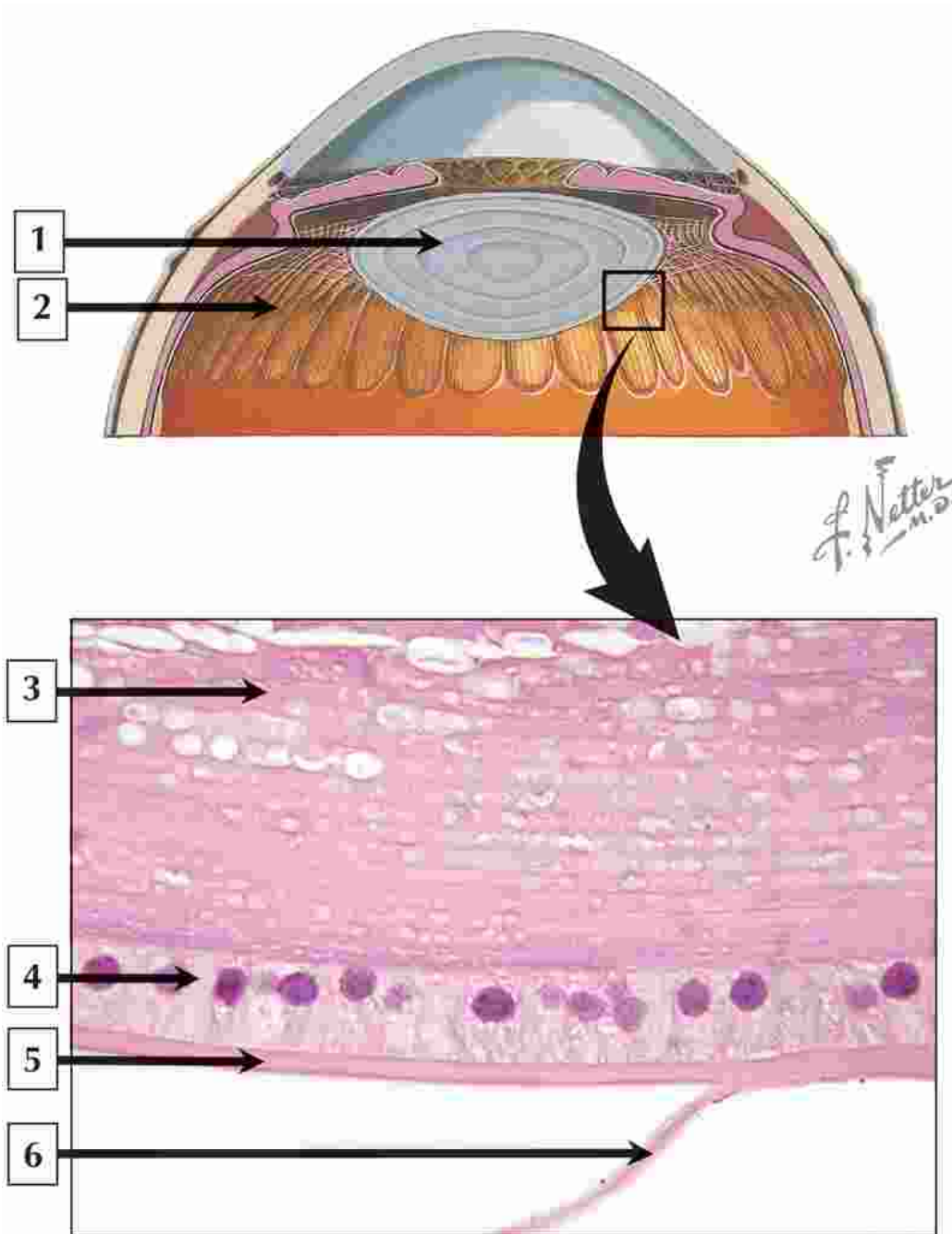
Comentario: El iris es la parte más anterior de la úvea y separa la cámara anterior de la posterior. Se trata de un diafragma circular de 10-12 mm de diámetro que regula la cantidad de luz que llega a la retina mediante el ajuste del tamaño de su abertura central, la pupila. La superficie posterior está cubierta por una doble capa de epitelio cúbico pigmentado, mientras que en la superficie anterior hay una capa discontinua de células del estroma, una mezcla de fibroblastos y melanocitos con pigmento. En el estroma próximo al borde pupilar se encuentra el músculo constrictor de la pupila, que consiste en un anillo aplanado de músculo liso circular. Las células mioepiteliales de la capa interna del epitelio posterior constituyen el músculo dilatador de la pupila.

Existen muchas formas de **uveítis** (inflamación de la úvea) que pueden causar **ojo rojo**, dolor y pérdida de visión. La **uveítis anterior** (o **iritis**) es la forma más frecuente y suele afectar a personas sanas. También puede asociarse a **enfermedades autoinmunitarias** o deberse a **infecciones víricas** y **bacterianas** o a una **invasión parasitaria**, como en el caso de la **toxoplasmosis**.

Esquema del segmento anterior del ojo e imagen al microscopio óptico del iris cerca del borde pupilar

Véase Netter. Histología esencial 19.5

19.4. Cristalino



1. Cristalino
2. Proceso ciliar
3. Fibra del cristalino
4. Epitelio cúbico simple (cristalino)
5. Cápsula del cristalino

6. Fibra de la zónula

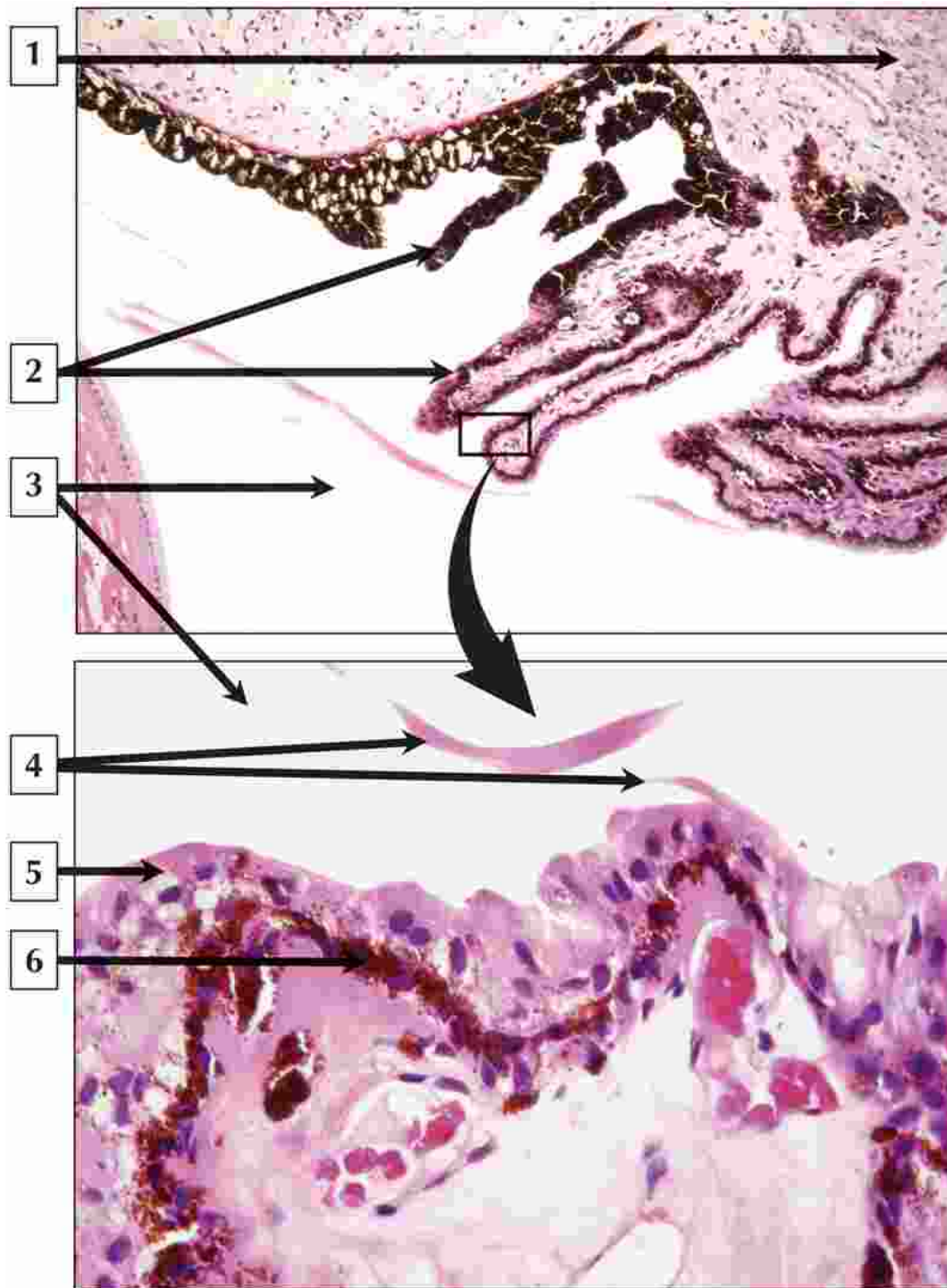
Comentario: El cristalino, que se sitúa entre el iris y el cuerpo vítreo, mide 10 mm de diámetro y entre 3,5 y 5 mm de ancho. Se fija en su posición gracias a las fibras de la zónula y al cuerpo vítreo. Se trata de una estructura biconvexa elástica cuyo origen embriológico es el ectodermo superficial de la placoda del cristalino. Las fuerzas de tracción le confieren una forma toscamente globular. La mitad anterior del cristalino está cubierta por un epitelio cúbico simple y una gruesa lámina basal, la cápsula del cristalino. Las fibras del cristalino, que son las células principales que lo forman, son células alargadas de epitelio cilíndrico desprovistas de núcleos viables que contienen unas proteínas características llamadas *cristalinas*. Al igual que la córnea, el cristalino es avascular y su nutrición depende de la difusión de nutrientes desde el humor acuoso.

Las **cataratas** son opacidades del cristalino que a menudo se asocian a la edad avanzada y que pueden interferir en el enfoque de la luz en la retina. Las cataratas pueden extirparse quirúrgicamente y sustituirse por lentes artificiales. La **presbicia** es un trastorno progresivo de la refracción que consiste en la pérdida de la capacidad de acomodación a consecuencia de la disminución de la flexibilidad del cristalino. Se puede corregir con gafas o mediante cirugía.

Esquema del segmento anterior del ojo e imagen al microscopio óptico de parte del cristalino

Véase Netter. Histología esencial 19.6

19.5. Cuerpo ciliar



1. Músculo ciliar
2. Procesos ciliares
3. Cámara posterior (llena de humor acuoso)
4. Fibras de la zónula

5. Epitelio ciliar (capa interna no pigmentada)
6. Epitelio ciliar (capa externa pigmentada)

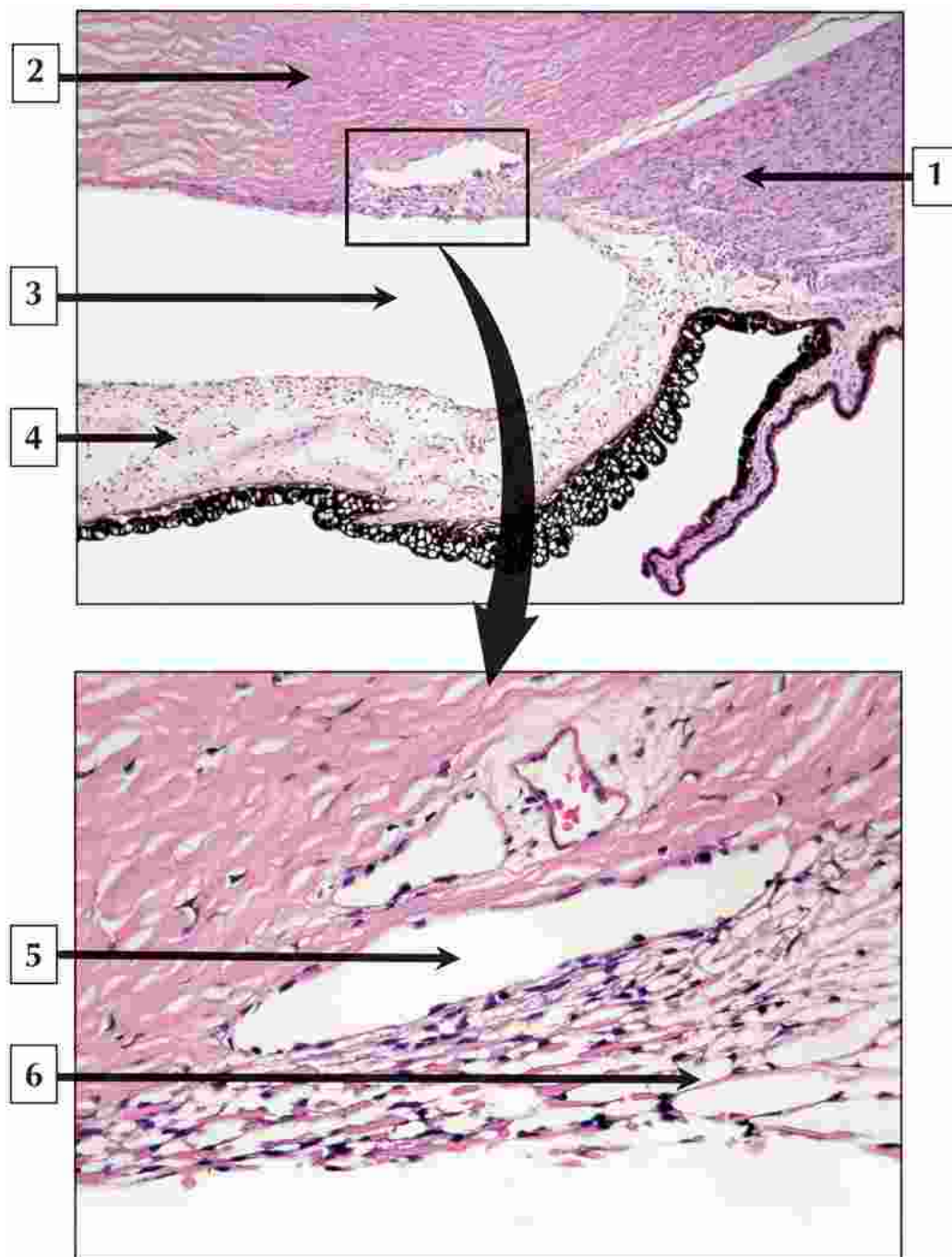
Comentario: El cuerpo ciliar es un anillo fibromuscular con forma de cuña que interviene en la acomodación y en la producción del humor acuoso. Se trata de una parte especializada de la porción anterior de la úvea. Su superficie interna posee entre 70 y 80 pliegues radiales o procesos ciliares cubiertos por una doble capa de epitelio ciliar cúbico. La capa externa está densamente pigmentada, ya que sus células contienen melanina. La capa interna es un epitelio no pigmentado que transporta iones y modifica un filtrado del plasma, que posteriormente se secreta a la cámara posterior en forma de humor acuoso. En la profundidad del cuerpo ciliar se encuentra el músculo ciliar, que consiste en tres grupos de células de músculo liso orientadas en diferentes direcciones. El músculo se contrae durante la acomodación.

Aunque las **neoplasias** oculares son raras, el **melanoma uveal** es el **tumor maligno** intraocular más frecuente en adultos. Puede originarse a partir del cuerpo ciliar, el iris o la coroides. A diferencia del **melanoma cutáneo**, no guarda relación con la exposición al sol, aunque las personas con poco pigmento presentan más riesgo. La detección precoz y el tratamiento con **radioterapia** mejoran la supervivencia.

Imagen al microscopio óptico (MO) a bajo aumento de los procesos del cuerpo ciliar e imagen al MO a gran aumento del epitelio ciliar

Véase Netter. Histología esencial 19.8

19.6. Conducto de Schlemm y humor acuoso



1. Músculo ciliar
2. Estroma corneal
3. Ángulo de la cámara anterior (llena de humor acuoso)
4. Estroma del iris
5. Conducto de Schlemm

6. Malla trabecular

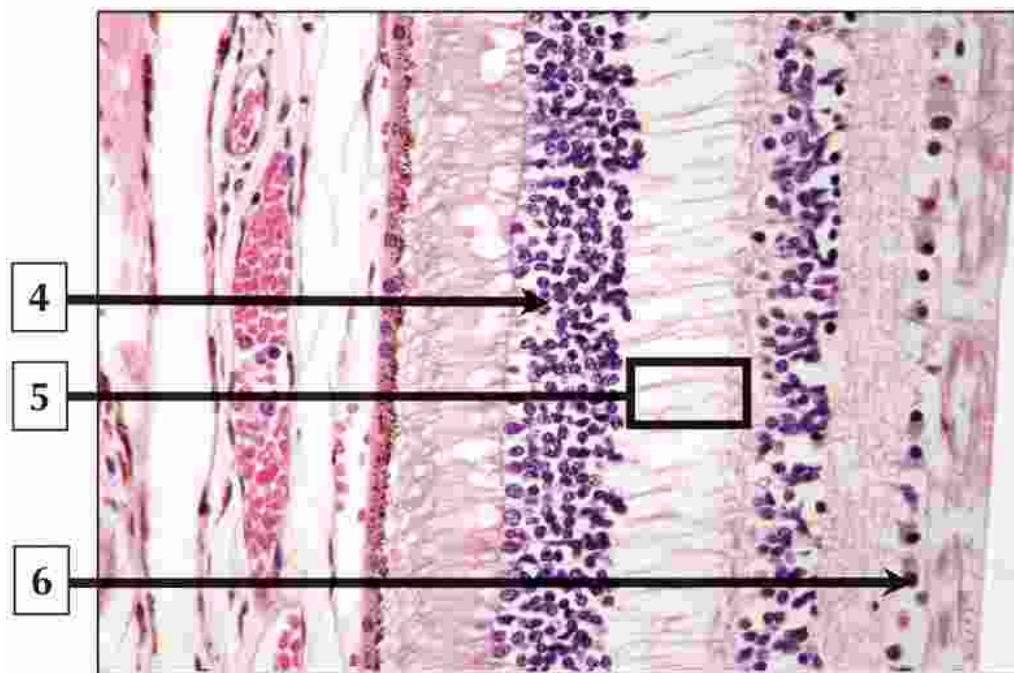
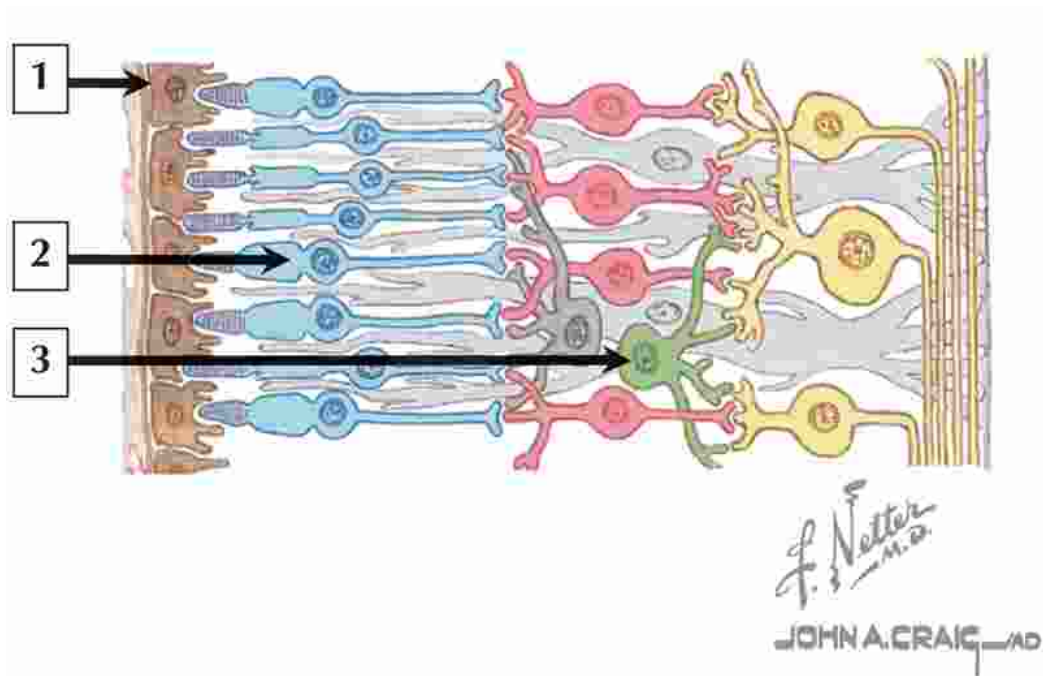
Comentario: El humor acuoso es un líquido transparente producido por los procesos del cuerpo ciliar que se secreta a la cámara posterior. Circula por la abertura pupilar, accede a la cámara anterior y llega al ángulo iridocorneal (ángulo de la cámara anterior). El sistema de drenaje del humor acuoso consiste en la malla trabecular de tejido conjuntivo y en los espacios laberínticos de Fontana. El conducto de Schlemm se encuentra anterior y lateral a estos espacios y drena el humor acuoso que se ha filtrado a través de los espacios. El conducto tiene una pared delgada y un diámetro de 400 μm ; está revestido por endotelio y una lámina basal discontinua.

La obstrucción del conducto de Schlemm puede producir **glaucoma**, una enfermedad frecuente que consiste en un aumento anómalo de la presión intraocular. Existen dos formas principales: **glaucoma de ángulo abierto primario** y **glaucoma de ángulo cerrado**. Ambas pueden producir **ceguera** si la presión intraocular se mantiene por encima de 25 mmHg (los valores normales oscilan entre 10 y 20 mmHg).

Imágenes al microscopio óptico del ángulo iridocorneal de la cámara anterior y del sistema de drenaje del humor acuoso a mayor aumento

Véase Netter. Histología esencial 19.10

19.7. Retina



1. Célula del epitelio pigmentario de la retina
2. Segmento interno del cono
3. Célula amacrina (célula glial de sostén)

4. Capa nuclear externa (de conos y bastones)
5. Capa plexiforme externa
6. Célula ganglionar

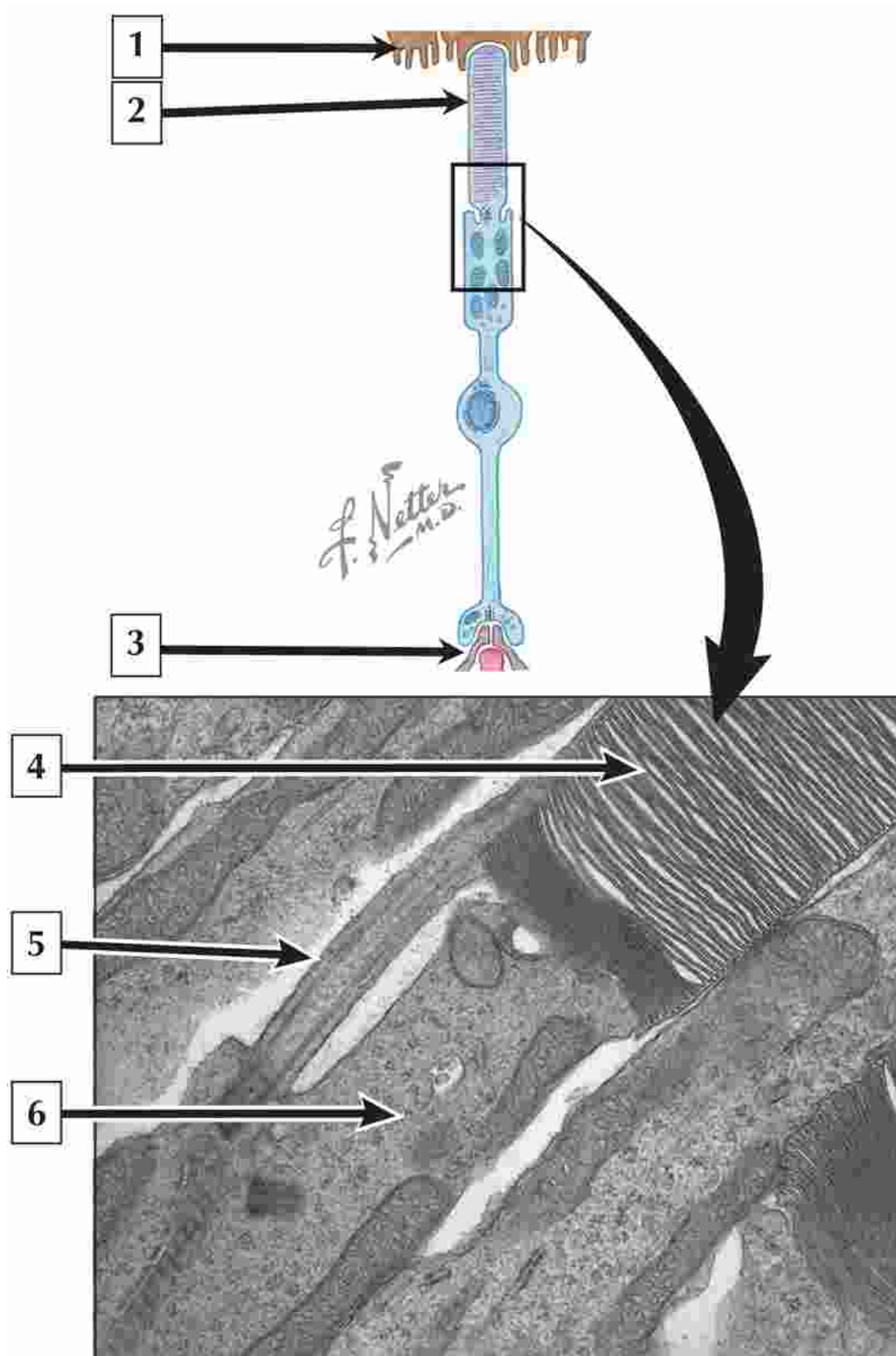
Comentario: La retina se encuentra en el segmento posterior del ojo. Se sitúa entre la coroides vascular y el cuerpo vítreo, y consta de dos partes derivadas de capas distintas de la copa óptica embrionaria. La capa externa corresponde al epitelio pigmentario de la retina, que contiene células cúbicas ricas en melanina. La parte estratificada interna es la retina neural, que contiene distintas capas: una capa de conos y bastones, la membrana limitante externa, la capa nuclear externa, la capa plexiforme externa, la capa nuclear interna, la capa plexiforme interna, la capa de células ganglionares, la capa de fibras nerviosas y la membrana limitante interna. La retina recibe el aporte sanguíneo de dos ramas independientes de la arteria oftálmica, las arterias ciliares y la arteria central de la retina. Los capilares de la retina interna forman la barrera hematorretiniana, que, al igual que la barrera hematoencefálica, es muy poco permeable.

El **desprendimiento de retina** es una causa habitual de **ceguera**; consiste en la separación de la retina neural del epitelio pigmentario de la retina. El desprendimiento de retina puede producirse en el contexto de la **retinopatía diabética** y de **infecciones intraoculares**. El tratamiento con láser ha mejorado notablemente el pronóstico de este trastorno.

Esquema de la retina e imagen al microscopio óptico de la retina en la que se muestra sus numerosas capas

Véase Netter. Histología esencial 19.11 y 19.12

19.8. Fotorreceptores



1. Prolongación apical de la célula del epitelio pigmentario de la retina
2. Segmento externo del bastón
3. Terminación sináptica
4. Disco membranoso en el segmento externo
5. Cilio
6. Segmento interno del bastón

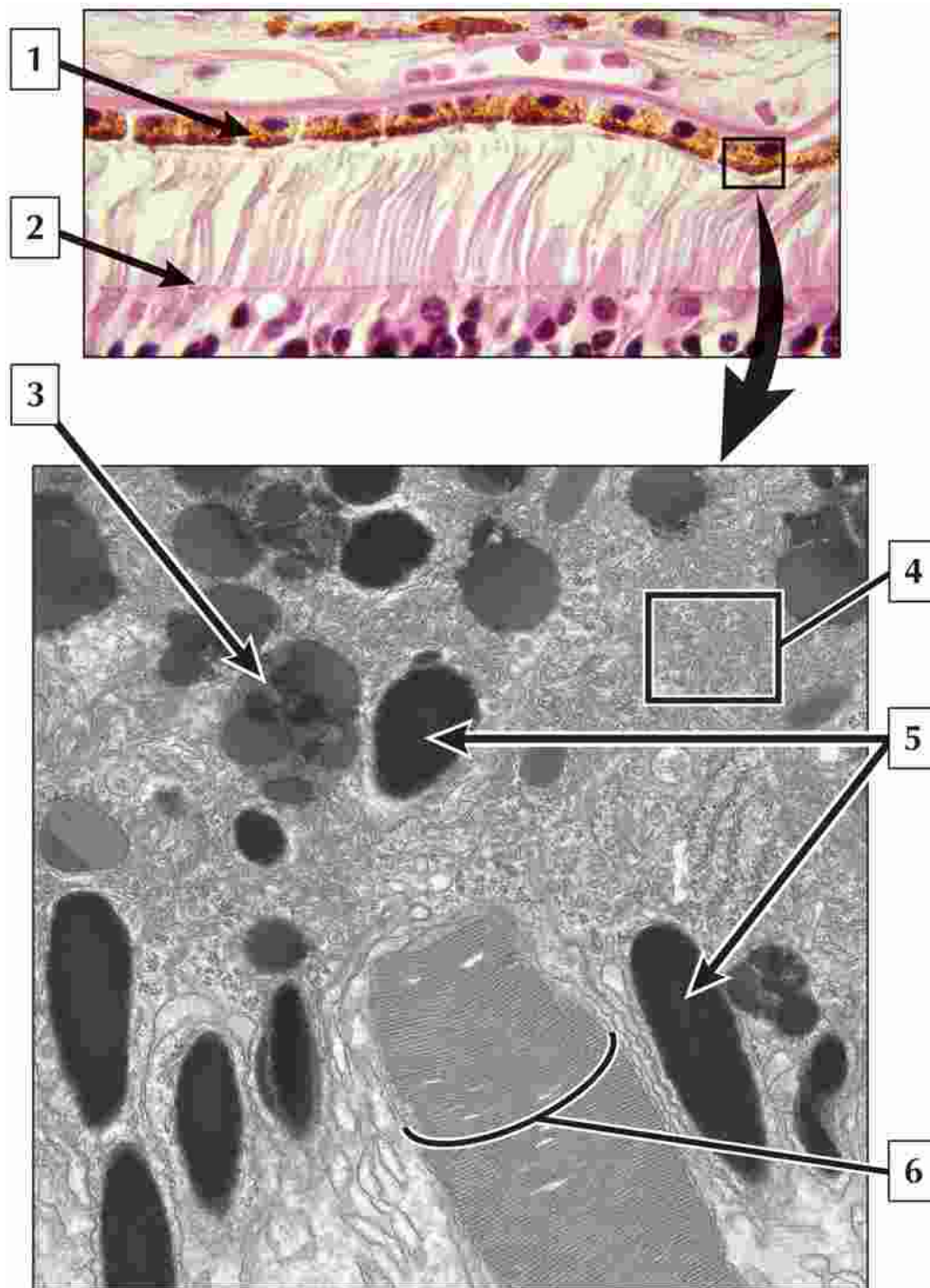
Comentario: La retina neural contiene tres conjuntos de neuronas modificadas (fotorreceptores, células bipolares y células ganglionares) que se encuentran conectadas en serie por sinapsis. Los fotorreceptores (bastones y conos) son células sensoriales polarizadas orientadas paralelamente entre sí. Los segmentos externos de los bastones y los conos tienen cilios modificados que se caracterizan por la presencia de multitud de discos membranosos apilados, que contienen pigmentos visuales que absorben la luz y desencadenan la respuesta visual. Los discos consisten en sáculos planos, bilaminares y transversales de membrana plasmática de aproximadamente 1 μm de diámetro, rodeados por una extensión de esta membrana. Los segmentos internos de los fotorreceptores poseen abundantes orgánulos, como ribosomas para la síntesis de proteínas y mitocondrias para producir adenosina trifosfato, que proporciona la energía necesaria.

El **retinoblastoma** es el **tumor maligno** intraocular más frecuente en lactantes y niños. Debe su nombre a que la mayoría de las células del tumor se asemejan a las células indiferenciadas de la retina embrionaria llamadas *retinoblastos*. La detección precoz y el posterior tratamiento mediante **cirugía** o **quimioterapia** consiguen unos resultados favorables.

Esquema de un bastón e imagen al microscopio electrónico de parte de un bastón a la altura de la interfase entre los segmentos externo e interno

Véase Netter. Histología esencial 19.13

19.9. Epitelio pigmentario de la retina



1. Célula del epitelio pigmentario de la retina
2. Membrana limitante externa
3. Cuerpo residual (lisosoma terciario)

4. Retículo endoplasmático liso
5. Gránulos de melanina
6. Segmento externo de un fotorreceptor

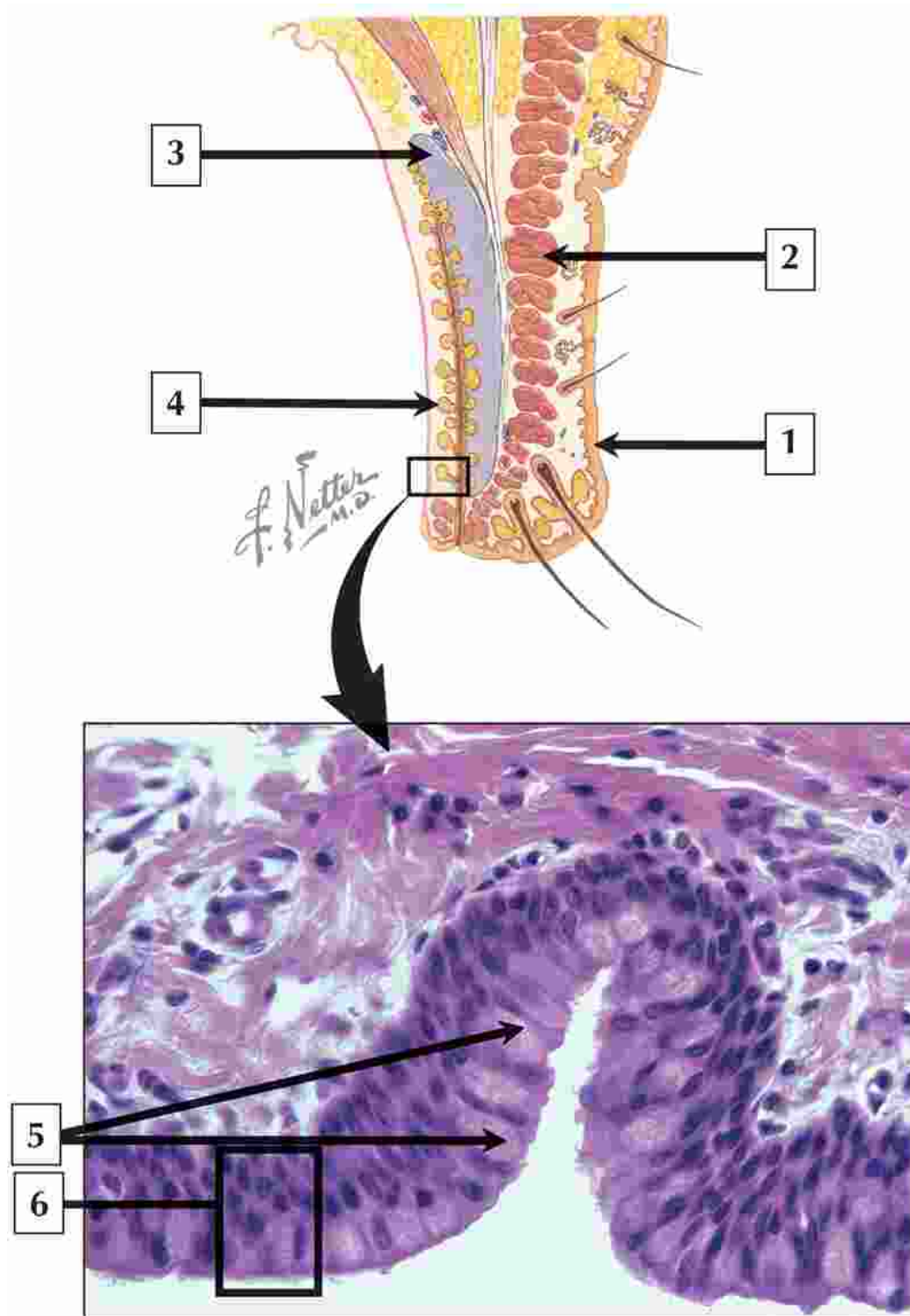
Comentario: El epitelio pigmentario de la retina (EPR) deriva del neuroectodermo de la capa externa de la copa óptica embrionaria y consta de una sola capa de células cúbicas ricas en melanina. Las células del EPR están separadas de la coroides por la membrana de Bruch y se encuentran entre la coroides y los extremos externos de los fotorreceptores. Dado que la capa externa de la retina carece de vasos sanguíneos, el oxígeno y los nutrientes deben difundir a través del EPR desde los capilares fenestrados de la coroides para cubrir las necesidades metabólicas de las células fotorreceptoras. Las células del EPR muestran las características de un epitelio que transporta iones y contribuyen a la barrera hematorretiniana. Los gránulos de melanina de las células del EPR responden a la luz migrando a través de los extremos de los fotorreceptores para protegerlos del exceso de luz y aumentar la discriminación visual.

La **retinitis pigmentaria** engloba un grupo de enfermedades genéticas que producen una progresiva **pérdida de la visión**. Entre los numerosos subtipos que hay, uno de ellos provoca la muerte celular de los fotorreceptores debido a la alteración genética de la rodopsina, que se acompaña de cambios estructurales en las células del epitelio pigmentario de la retina. Los pacientes presentan una visión en túnel y pierden agudeza visual y la capacidad de discriminación cromática.

Imagen al microscopio óptico de la parte externa de la retina e imagen al microscopio electrónico de parte de una célula del EPR

Véase Netter. Histología esencial 19.16

19.10. Párpado



1. Epitelio plano estratificado de la piel delgada
2. Músculo orbicular de los párpados

3. Tarso
4. Glándulas sebáceas de Meibomio
5. Células caliciformes
6. Epitelio cilíndrico estratificado de la conjuntiva palpebral

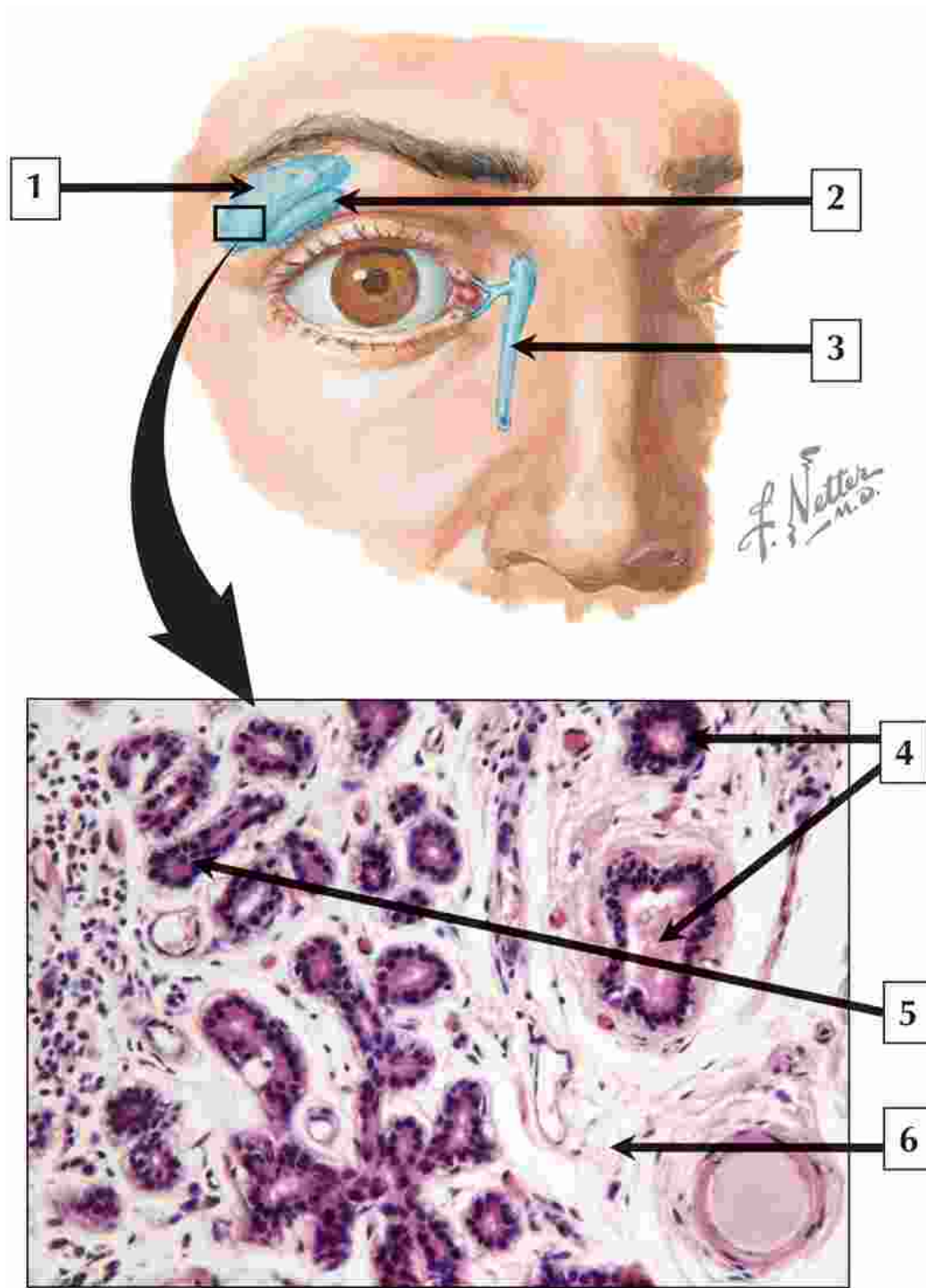
Comentario: Los párpados son pliegues móviles de piel que cubren la cara anterior de los globos oculares, contribuyen a mantenerlos húmedos y los protegen de las agresiones físicas y del exceso de luz. La piel delgada cubre la superficie externa, mientras que la superficie interna está cubierta por una mucosa transparente, la conjuntiva palpebral. La superficie cutánea consiste en un epitelio plano estratificado queratinizado, y la conjuntiva está recubierta por un epitelio cilíndrico estratificado con un espesor de dos o tres células. El tejido conjuntivo denso del tarso proporciona sostén y rigidez a la parte central de cada párpado. El músculo orbicular de los ojos es un músculo esquelético que cierra los párpados. Las grandes glándulas sebáceas de Meibomio liberan una secreción aceitosa en el borde libre palpebral que impide la evaporación de las lágrimas. La conjuntiva palpebral se continúa con la conjuntiva bulbar, que se refleja sobre la parte anterior del globo ocular.

La **conjuntivitis** es una inflamación de la conjuntiva bulbar y palpebral. Puede estar causada por **infecciones bacterianas** o **víricas** o por **reacciones alérgicas**. La obstrucción y posterior infección de las glándulas palpebrales de Meibomio forman un nódulo duro bajo la conjuntiva palpebral que recibe el nombre de **chalazión**.

Esquema del párpado e imagen al microscopio óptico de la conjuntiva palpebral

Véase Netter. Histología esencial 19.18 y 19.19

19.11. Glándula lagrimal



1. Porción orbitaria de la glándula lagrimal
2. Porción palpebral de la glándula lagrimal
3. Conducto nasolagrimal

4. Conductos excretores
5. Acino secretor revestido por epitelio cúbico simple
6. Estroma

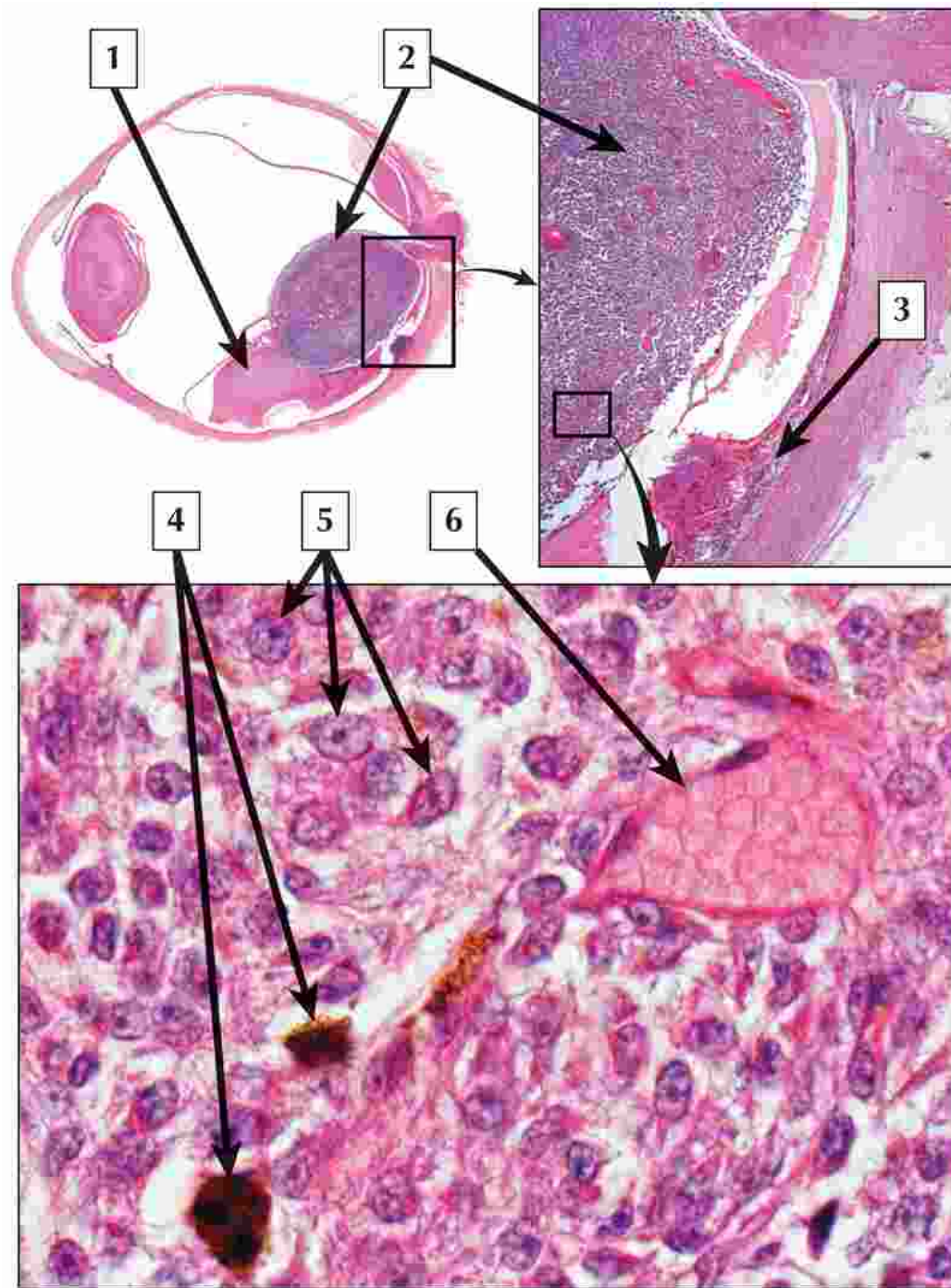
Comentario: Las glándulas lagrimales son un órgano par con forma de almendra; se trata de glándulas exocrinas tubuloacinares que producen las lágrimas. Constan de dos porciones, la palpebral y la orbitaria, y drenan la lágrima al saco conjuntival a través de 10-12 conductos pequeños. El aparato de drenaje lagrimal consiste en el saco conjuntival y el conducto nasolagrimal, que recogen las lágrimas y las drenan a la fosa nasal. Las lágrimas son producidas por células parenquimatosas de los acinos secretores, que drenan a través de pequeños conductos integrados en un estroma de tejido conjuntivo muy celular. Las lágrimas humedecen y lubrican la cara anterior de la córnea y la protegen de las infecciones bacterianas. La secreción de lágrimas está estimulada por las fibras parasimpáticas del nervio facial (VII par craneal).

El **síndrome del ojo seco**, que es sumamente frecuente, se debe a una alteración de la composición de las lágrimas o a una producción insuficiente de lágrimas. Puede causar irritación, fotosensibilidad y visión borrosa. A menudo se asocia a la edad avanzada, la menopausia y los efectos secundarios de determinados medicamentos. El **síndrome de Sjögren**, una **enfermedad autoinmunitaria** multiorgánica crónica, cursa gravemente con el **ojo seco**.

Esquema del sistema lagrimal e imagen al microscopio óptico de una glándula lagrimal

Véase Netter. Histología esencial 19.20

19.12. Melanoma uveal



1. Exudado subretiniano
2. Masa tumoral del melanoma uveal
3. Úvea (coroides)
4. Melanina en las células tumorales

5. Núcleos agrandados de las células tumorales (con nucleolos)
6. Vaso sanguíneo (lleno de eritrocitos)

Comentario: El **melanoma uveal** se origina a partir de los melanocitos productores de pigmento de la capa vascular media del ojo (la **úvea**). Más del 90% aparecen en la **coroides**, mientras que el resto se limitan al iris y al cuerpo ciliar. Los **melanomas coroides** se manifiestan característicamente con un patrón de crecimiento en forma de disco, cúpula o champiñón, a menudo están pigmentados y, con el tiempo, pueden pasar del fondo de ojo a la cavidad vítrea. Aproximadamente el 50% se detectan durante una exploración oftalmológica de rutina. La otra mitad de los pacientes presentan diversos síntomas (p. ej., fopsias, moscas volantes, escotomas, visión borrosa) que, en último término, pueden terminar en hemorragias, inflamación, cataratas, glaucoma o desprendimiento de retina exudativo. Estos tumores agresivos pueden adoptar varias formas en función de su citología: **fusiformes** (tipos A y B), **epitelioides** o **mixtos**.

Incidencia y tratamiento: El **melanoma uveal** es la neoplasia maligna intraocular primaria más frecuente en los adultos. Las personas de piel clara, ojos azules y cabello rubio son las más afectadas; no se observan diferencias entre hombres y mujeres, y la incidencia aumenta con la edad, alcanzando el máximo a los 62-70 años. El ojo carece de vasos linfáticos, por lo que los tumores presentan una fuerte tendencia a producir **metástasis hematógenas** a distancia, casi siempre al hígado. Las opciones de tratamiento son la **extirpación quirúrgica**, la **enucleación** y la **braquiterapia** con semillas radiactivas (p. ej., yodo 125).

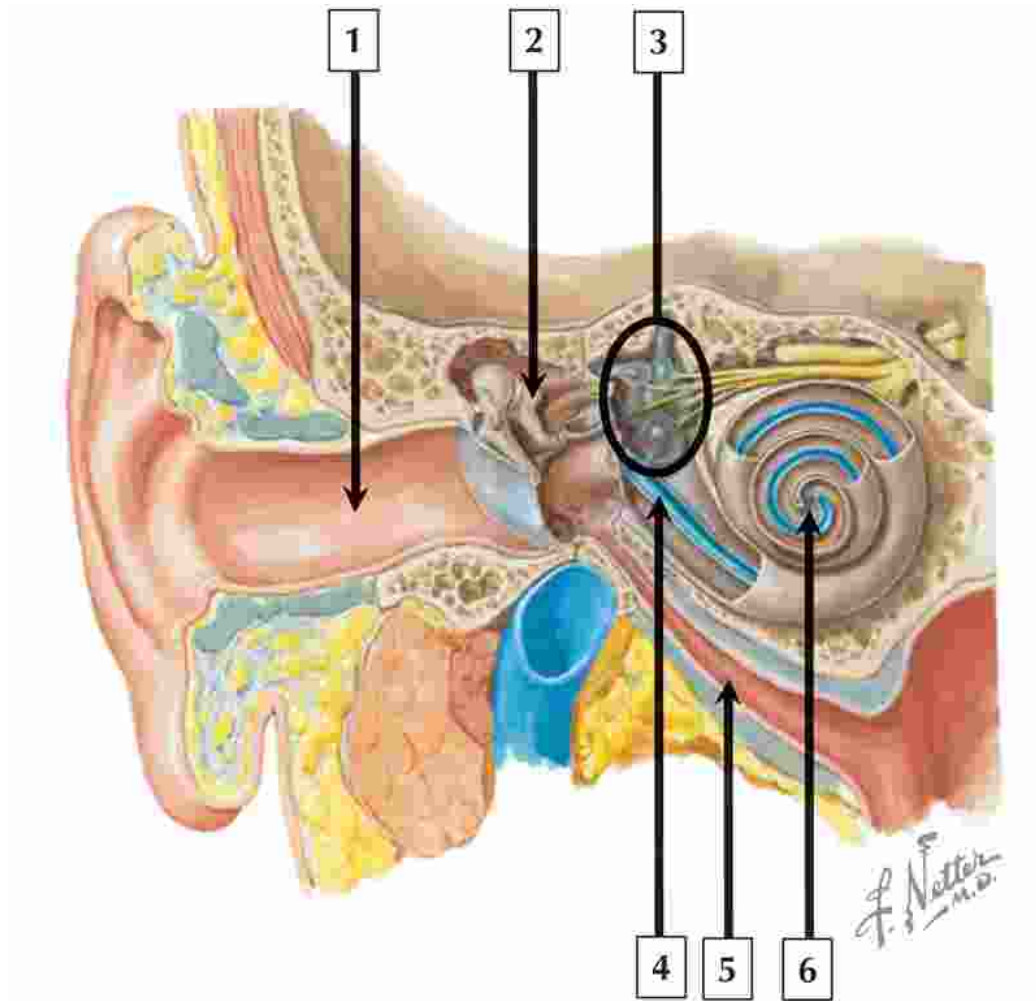
Imágenes al microscopio óptico a bajo, medio y gran aumento de un corte horizontal del globo ocular en las que se muestra un melanoma uveal

Véase Netter. Histología esencial 19.21

20: Órganos de los sentidos

- 20.1 Oído
- 20.2 Conducto auditivo externo
- 20.3 Oído medio y trompa de Eustaquio
- 20.4 Cóclea
- 20.5 Órgano de Corti
- 20.6 Receptores vestibulares
- 20.7 Mucosa olfativa
- 20.8 Papilas gustativas
- 20.9 Células de Merkel
- 20.10 Receptores cutáneos
- 20.11 Cuerpo carotídeo y seno carotídeo
- 20.12 Husos musculares
- 20.13 Receptores musculares y articulares
- 20.14 Otosclerosis

20.1. Oído



1. Conducto auditivo externo
2. Yunque
3. Conductos semicirculares, ampollas membranas, utrículo y sáculo
4. Conducto coclear (rampa media)
5. Trompa de Eustaquio (auditiva o faringotimpánica)
6. Helicotrema de la cóclea

Comentario: El oído consta de tres partes. El oído externo, compuesto por la oreja y el conducto auditivo externo, transmite las ondas sonoras hasta la membrana timpánica. El oído medio (cavidad timpánica) es una cavidad ocupada por aire excavada en el peñasco del hueso temporal que transforma las ondas sonoras en vibraciones mecánicas. Contiene los tres

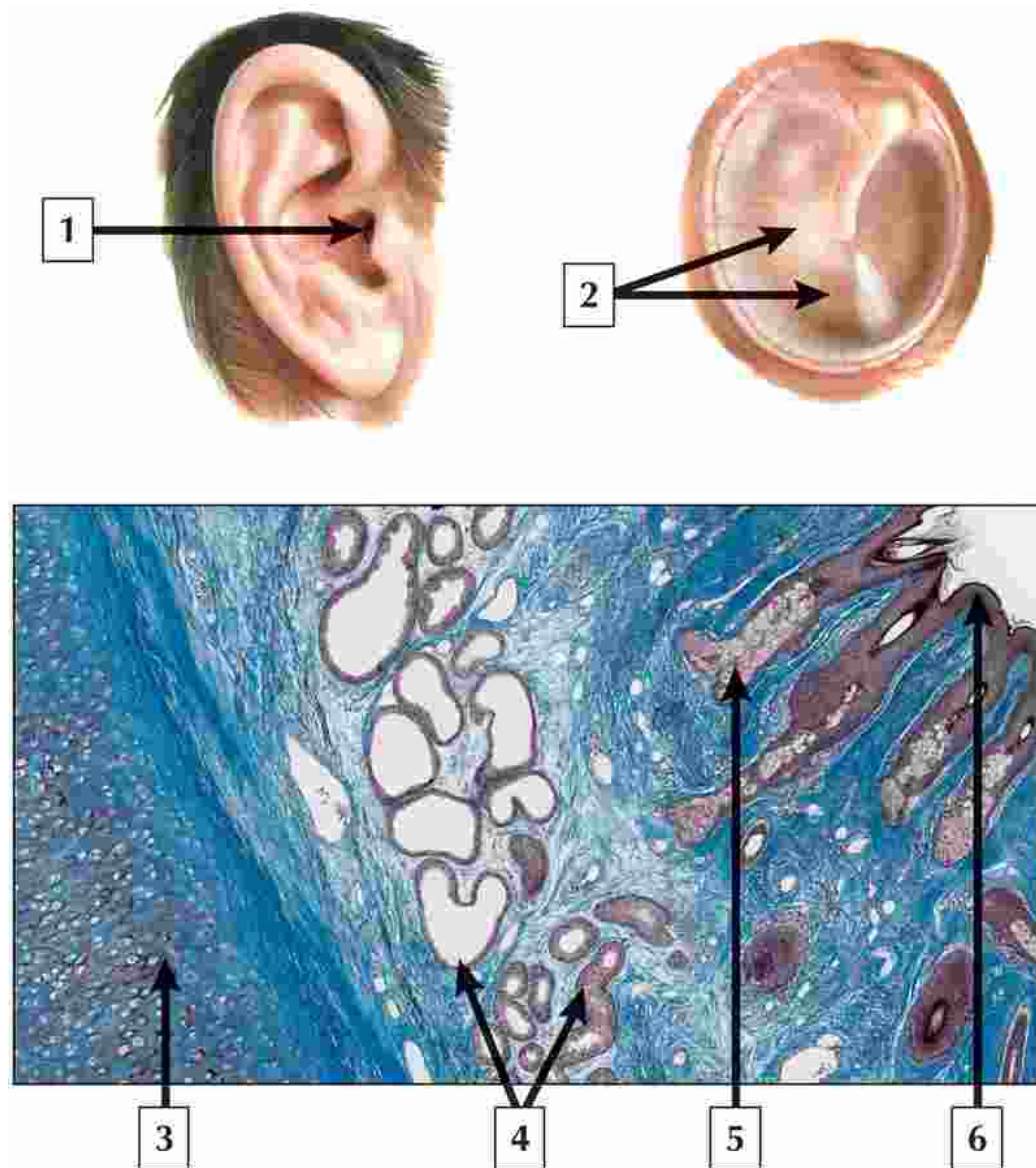
huesecillos del oído y se comunica con la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio (o auditiva). El oído interno (laberinto) posee receptores especiales para las funciones auditivas y del equilibrio. El laberinto óseo contiene perilinfa. En su interior alberga el laberinto membranoso, revestido por epitelio, que contiene la endolinfa. El sáculo, el utrículo y los conductos semicirculares forman el sistema vestibular. El órgano de Corti de la cóclea responde a los sonidos.

Los **trastornos** más graves **del oído** son los que afectan al oído interno que dan lugar a **sordera**. La **sordera congénita** puede contraerse tras una infección intrauterina por virus neurotrópicos, como la rubeola. En el **síndrome de la rubeola congénita**, el virus de la rubeola provoca graves daños al órgano de Corti durante las primeras fases del desarrollo embrionario.

Esquema (corte frontal) del oído en el que se muestran sus tres partes

Véase Netter. Histología esencial 20.1

20.2. Conducto auditivo externo



1. Conducto auditivo externo
2. Porción tensa de la membrana timpánica (tímpano)
3. Cartílago elástico
4. Glándula ceruminosa
5. Glándula sebácea
6. Epitelio plano estratificado queratinizado

Comentario: El **conducto auditivo externo** es un fondo de saco tubular en forma de S que mide unos 2,5 cm de largo. Los dos tercios externos

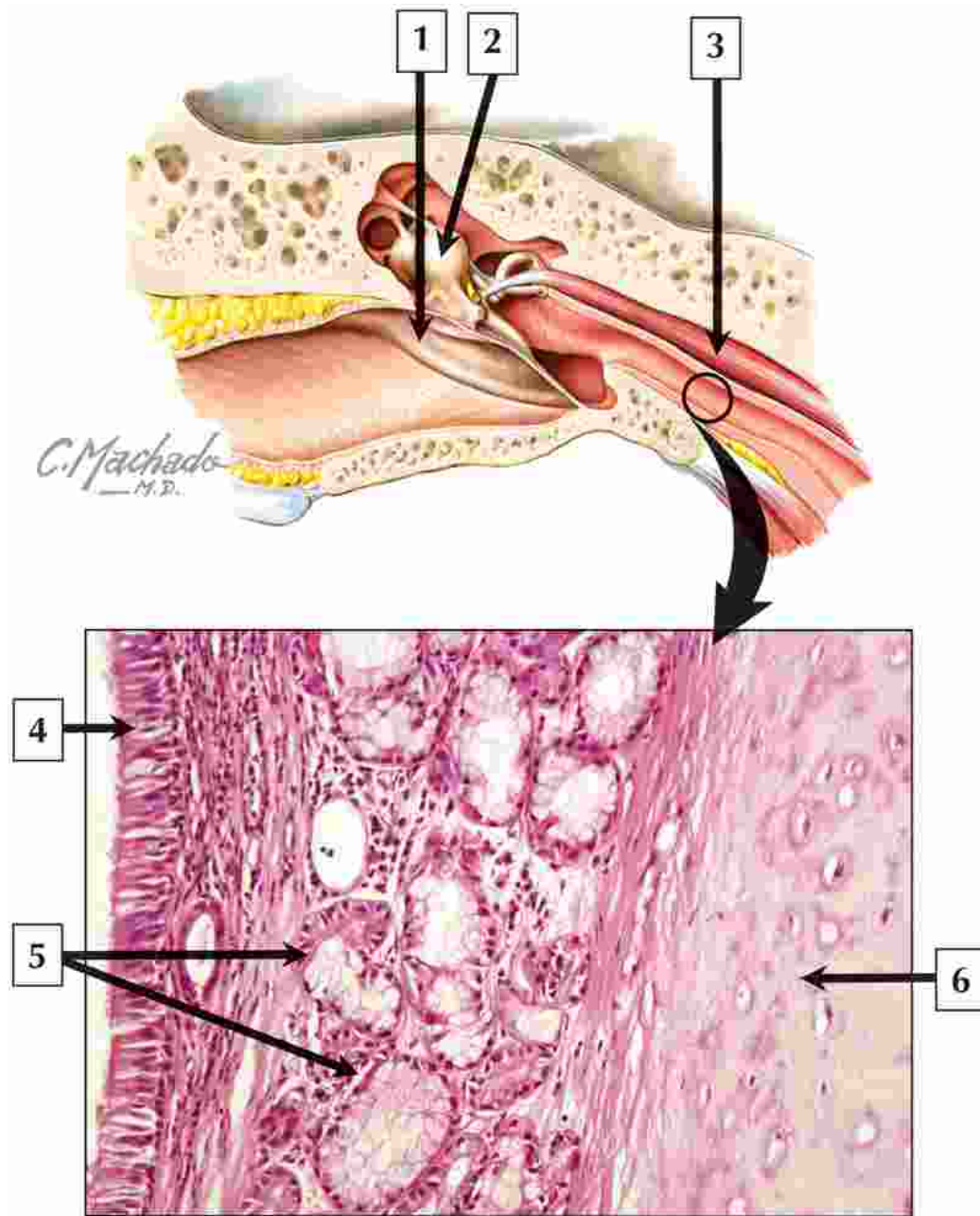
poseen cartílago elástico en la pared, que se continúa con el de la oreja. La parte ósea interna consiste en un túnel excavado en el hueso temporal. Ambas partes están recubiertas por piel fina compuesta por un epitelio plano estratificado queratinizado. Al epitelio se asocian glándulas sebáceas y ceruminosas, que contribuyen a la formación de la cera del oído (cerumen). La membrana timpánica (o tímpano) tiene 0,1 mm de grosor y separa el conducto auditivo externo de la cavidad timpánica y consta de una parte flácida y una parte tensa. El tímpano consiste en una capa delgada de tejido conjuntivo recubierta por fuera por piel fina y por dentro por una mucosa.

La **otitis externa aguda**, que se suele denominar *oído del nadador*, es la inflamación, a menudo asociada a una infección, del oído externo. La causa más habitual es la infección por bacterias y, con menos frecuencia, por hongos. Si el conducto se obstruye, puede provocar hipoacusia de conducción, una complicación grave. El tratamiento habitual consiste en corticoides y antibióticos.

Esquemas de la oreja y el tímpano e imagen al microscopio óptico de parte del conducto auditivo externo (tinción con hematoxilina férrica y azul de anilina)

Véase Netter. Histología esencial 20.1 y 20.3

20.3. Oído medio y trompa de Eustaquio



1. Membrana timpánica (tímpano)
2. Cabeza del martillo
3. Músculo tensor del tímpano
4. Epitelio pseudoestratificado ciliado con células caliciformes
5. Glándula seromucosa
6. Cartílago elástico

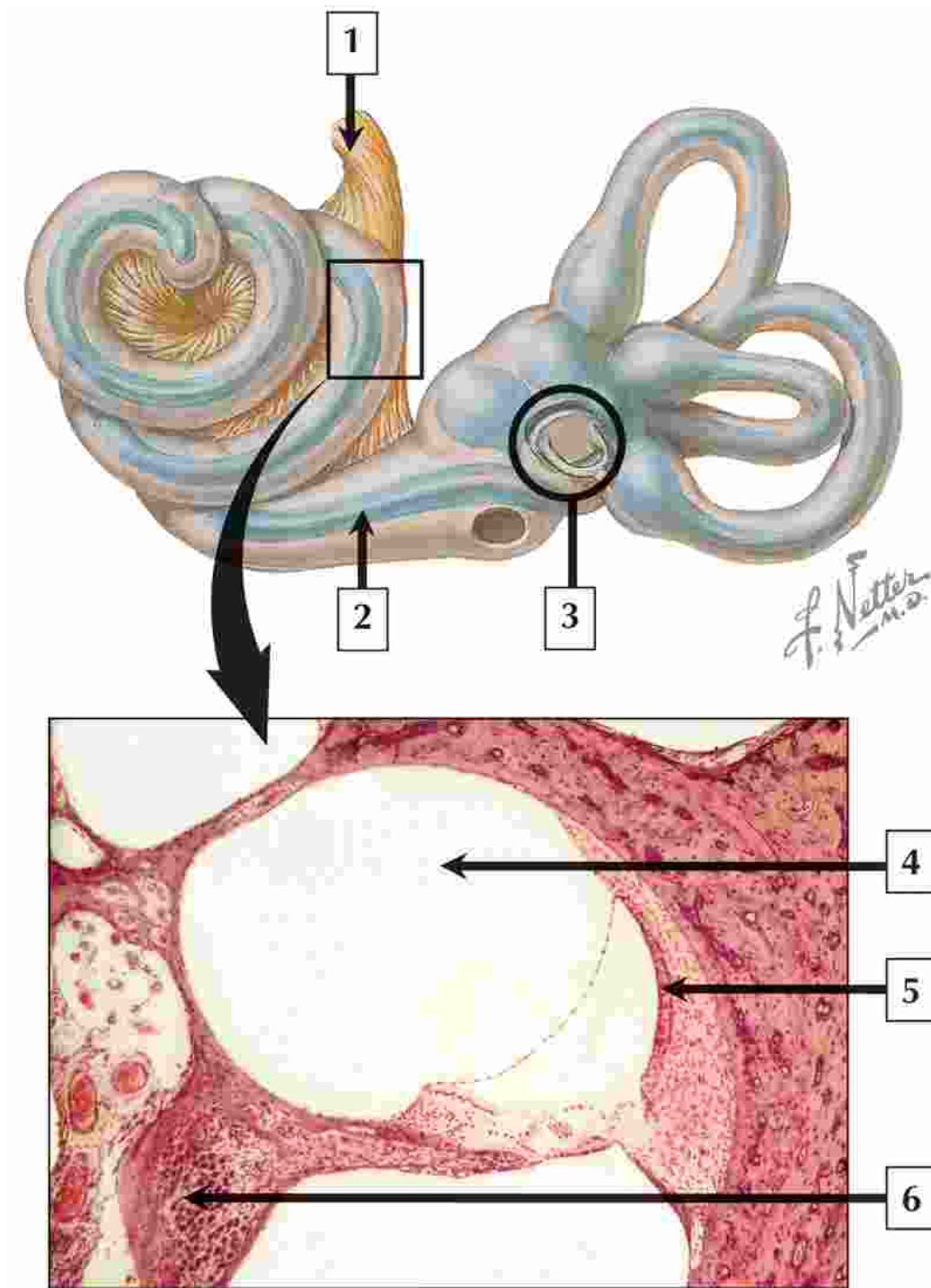
Comentario: El oído medio (cavidad timpánica) es un espacio aéreo excavado en el hueso temporal y recubierto por una mucosa. Su pared lateral es la membrana timpánica y su pared medial contiene las ventanas vestibular (oval) y coclear (redonda). Los tres huesecillos del oído (martillo, yunque y estribo) están conectados por diartrosis típicas y se extienden de un extremo a otro de la cavidad timpánica. Dos músculos esqueléticos (músculo tensor del tímpano y estapedio) se insertan en los huesecillos y se contraen en respuesta a los sonidos. La trompa de Eustaquio conecta la cavidad timpánica con la nasofaringe. La mayor parte de su pared medial está compuesta por cartílago elástico y su luz está recubierta por un epitelio pseudoestratificado ciliado con células caliciformes. Este epitelio se asocia a glándulas seromucosas.

La **otitis media**, una **infección** aguda del oído medio por **bacterias** o **virus**, es frecuente entre los niños pequeños. Se produce a menudo por la migración de patógenos procedentes de la nasofaringe, que llegan al oído medio a través de la trompa de Eustaquio. El tratamiento habitual, de ser necesario, consiste en analgésicos y antibióticos.

Esquema del oído externo y medio e imagen al microscopio óptico de la pared de la trompa de Eustaquio

Véase Netter. Histología esencial 20.4

20.4. Cóclea



1. Nervio coclear (porción del VIII par craneal)
2. Conducto coclear (rampa media)
3. Estribo y membrana redonda

4. Rampa vestibular (llena de perilinfa)
5. Estría vascular
6. Ganglio espiral

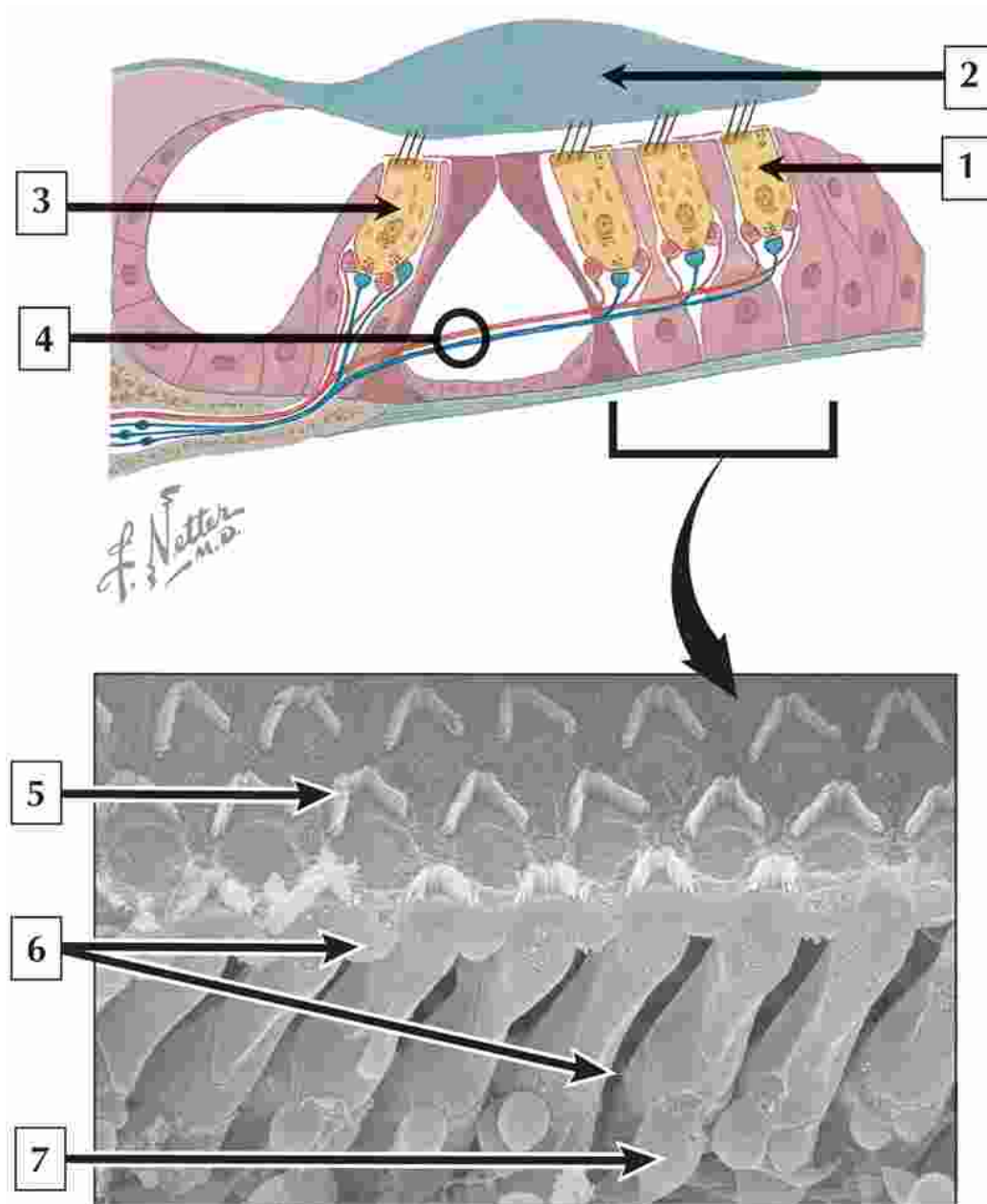
Comentario: La cóclea se asemeja al caparazón de un caracol. Mide 30-35 mm de largo y forma giros de 2 3/4 desde la base hasta el vértice. Su luz consta de tres compartimentos: rampa media, rampa vestibular y rampa timpánica. La rampa media (conducto coclear) es un espacio triangular al corte transversal ocupado por endolinfa. Su borde lateral forma la estría vascular, que secreta la endolinfa. Las rampas vestibular y timpánica están llenas de perilinfa y se comunican a través del helicotrema. La membrana basilar forma el suelo de la rampa media, sobre el cual se superpone un epitelio muy especializado, el órgano de Corti, que consiste en células ciliadas y células de soporte. Las células ciliadas cocleares son receptores auditivos especializados. Sus bases establecen sinapsis con las fibras nerviosas de la porción coclear del VIII par craneal, cuyos somas se encuentran en el ganglio espiral.

La **hipoacusia** (sordera), un trastorno frecuente que a menudo se asocia a la edad avanzada, puede adoptar dos formas. La **hipoacusia de conducción** se debe a una lesión del conducto auditivo externo o el oído medio; la **hipoacusia neurosensorial** está causada por una lesión de la cóclea o de la división coclear del VIII par craneal.

Esquema del laberinto membranoso dentro del laberinto óseo e imagen al microscopio óptico de uno de los giros de la cóclea

Véase Netter. Histología esencial 20.5

20.5. Órgano de Corti



1. Célula ciliada externa
2. Membrana tectoria
3. Célula ciliada interna
4. Fibras nerviosas eferentes y aferentes
5. Estereocilios
6. Prolongaciones de las células de soporte
7. Terminación nerviosa

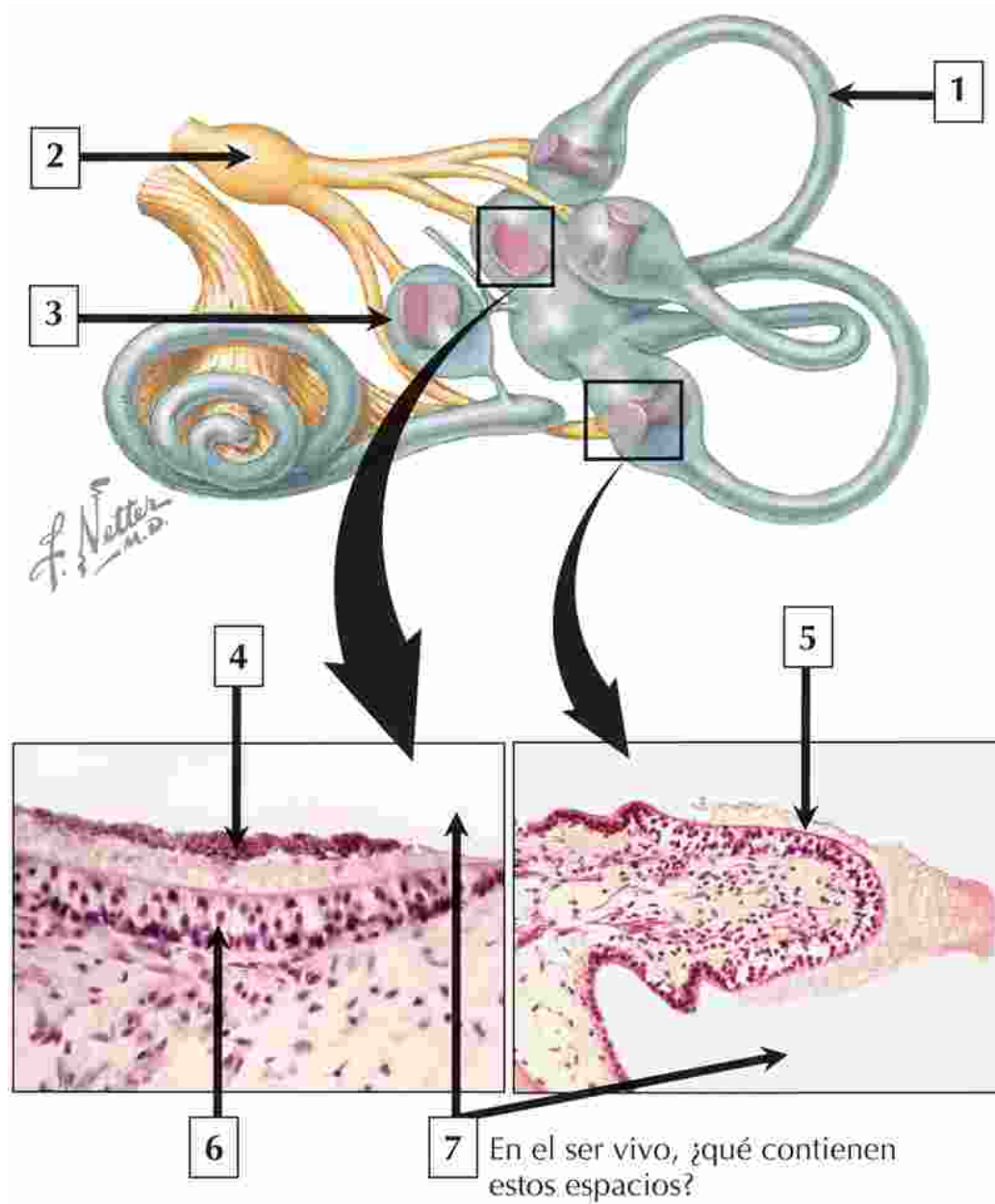
Comentario: En la membrana basilar de cada órgano de Corti descansan unas 15.000 células ciliadas. Las células ciliadas se disponen en dos grupos: una hilera única de células ciliadas internas y tres hileras de células ciliadas externas. Al microscopio electrónico se distinguen dos tipos diferentes de células ciliadas (I y II). Se trata de células polarizadas con estereocilios apicales que se proyectan hacia la luz del conducto coclear. Los estereocilios de las células ciliadas más altas sobresalen en la membrana tectoria, que tiene una consistencia gelatinosa y es muy resistente. Los estereocilios de las células ciliadas internas se organizan en haces con forma de U, mientras que los de las células ciliadas externas siguen un patrón en V o W. En su base hacen sinapsis las terminaciones nerviosas aferentes y eferentes del VIII par craneal. Sus bases también están integradas en fosas formadas por las células de soporte adyacentes.

El aumento de la presión de la endolinfa puede dar lugar a la **enfermedad de Ménière**, en la que la distorsión del laberinto membranoso provoca la degeneración de las células ciliadas del vestíbulo y la cóclea. Los pacientes experimentan episodios recurrentes de **vértigo** (mareo), **acúfenos** (zumbido de oídos) e **hipoacusia** en frecuencias graves.

Esquema e imagen al microscopio electrónico del órgano de Corti

Véase Netter. Histología esencial 20.6 y 20.7

20.6. Receptores vestibulares



1. Conducto semicircular
2. Ganglio vestibular
3. Sáculo
4. Otolito en la membrana otolítica
5. Epitelio sensitivo de la cresta ampular
6. Epitelio sensitivo de la mácula
7. Endolinfa

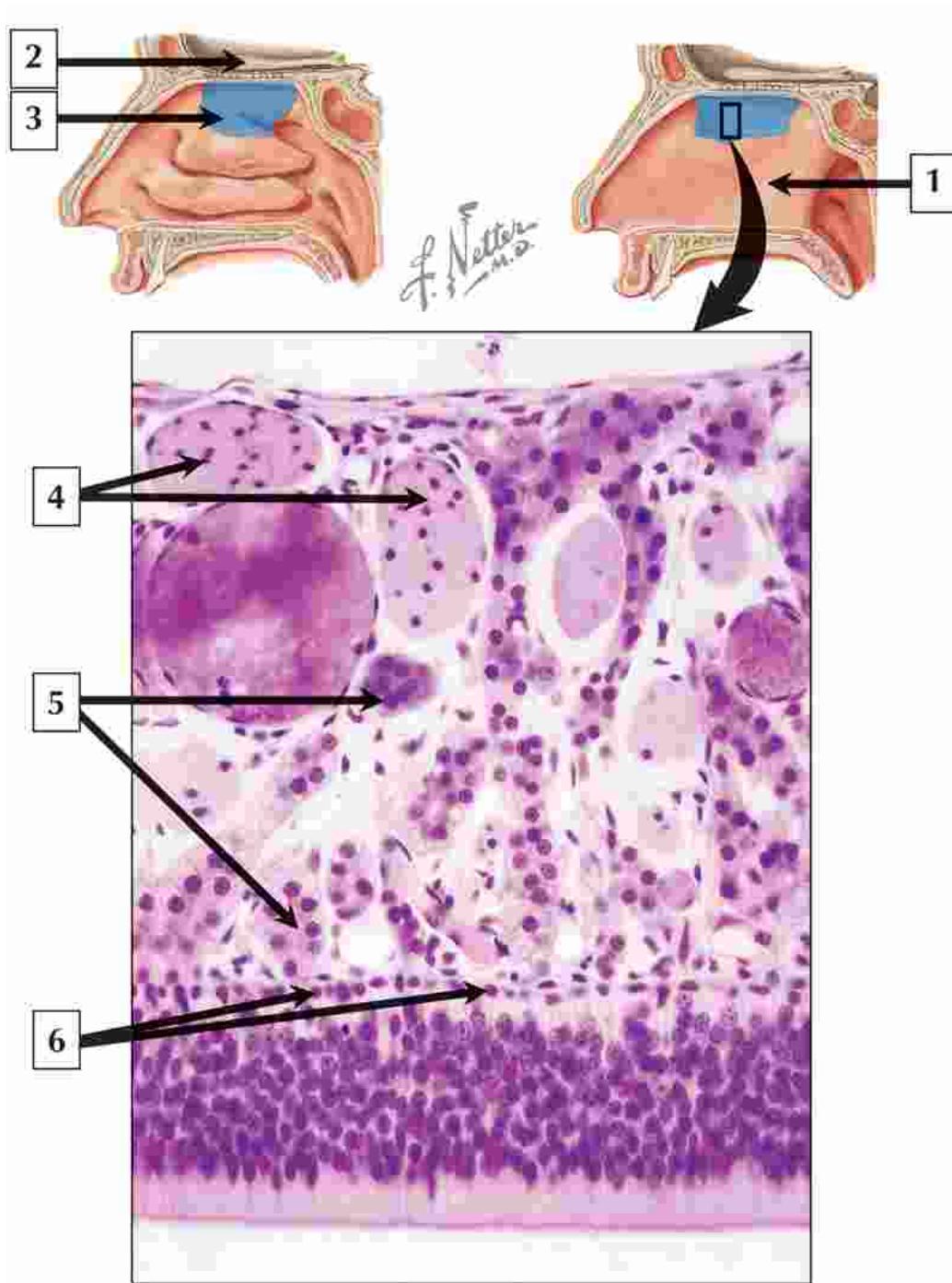
Comentario: El sistema vestibular del laberinto membranoso consta de tres conductos semicirculares, un utrículo y un sáculo. Las áreas de los receptores vestibulares del utrículo y el sáculo constituyen las máculas correspondientes. La cresta ampular es el área de los receptores equivalente en los conductos semicirculares. Tanto la cresta como las máculas poseen un epitelio sensitivo que comparten una organización histológica común. Las células ciliadas con estereocilios apicales, junto con las células de soporte, constituyen el epitelio de estos receptores. Los estereocilios de las células ciliadas de la cresta se integran en la cúpula gelatinosa ampular, mientras que los estereocilios de las células ciliadas de las máculas se proyectan hacia la membrana gelatinosa otolítica, la cual contiene cristales de carbonato cálcico (otolitos, u otoconios).

El **nistagmo posicional paroxístico benigno** es un trastorno del sistema vestibular y la causa más frecuente de **vértigo (mareo)**. Se debe a una alteración del desplazamiento de los otolitos en el interior de los conductos semicirculares. Es frecuente en los ancianos o después de un traumatismo craneoencefálico, su duración es limitada y por lo general se resuelve sin tratamiento.

Esquema del laberinto membranoso e imágenes al microscopio óptico de la mácula (abajo a la izquierda) y de la cresta ampular (abajo a la derecha)

Véase Netter. Histología esencial 20.8

20.7. Mucosa olfativa



1. Tabique nasal
2. Bulbo olfativo
3. Epitelio olfativo en el cornete superior de la fosa nasal
4. Fascículos nerviosos (amielínicos)

5. Glándula de Bowman
6. Células basales del epitelio olfativo

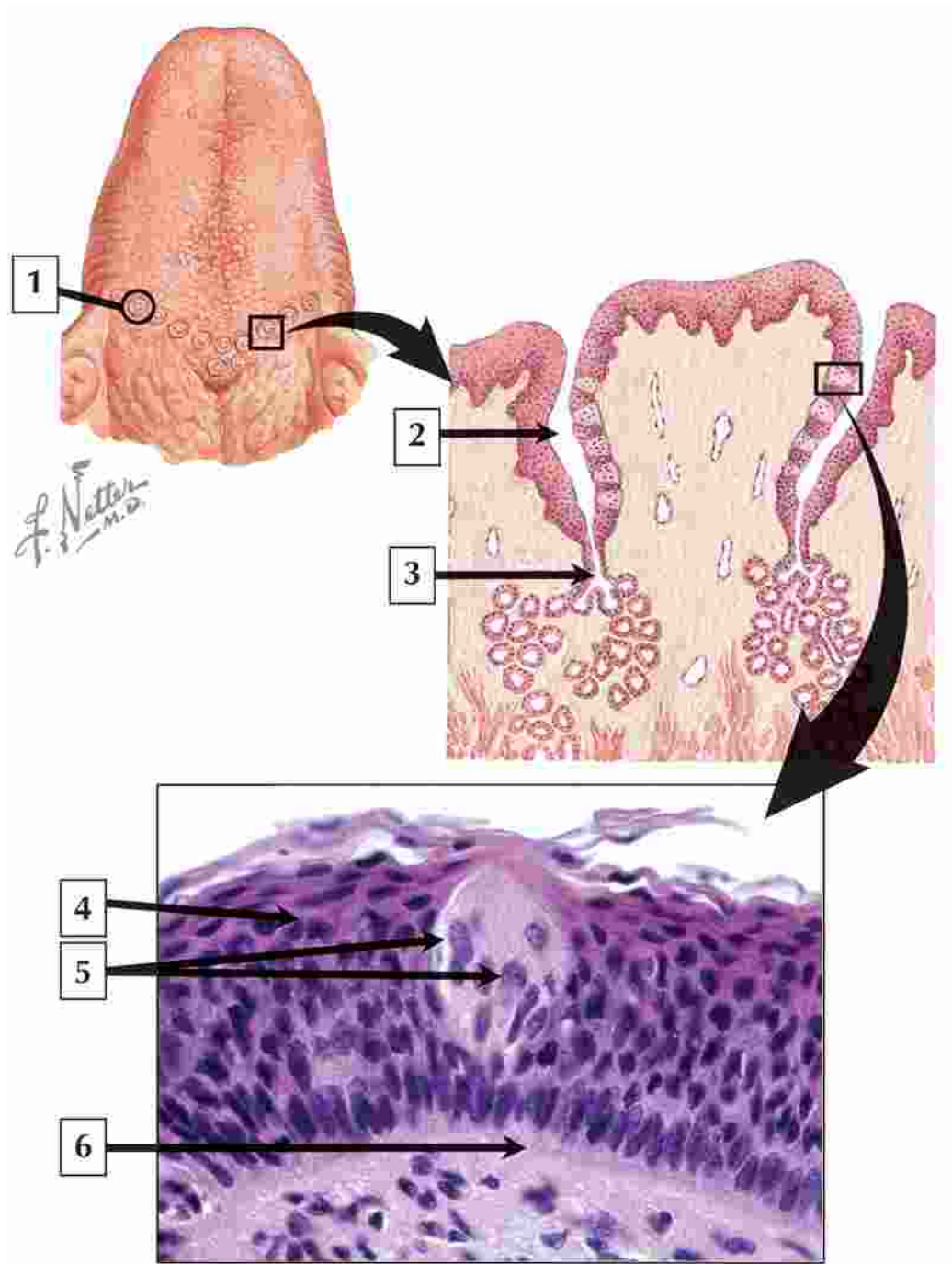
Comentario: La mucosa olfativa está especializada en el sentido del olfato. Se encuentra en el techo de las fosas nasales, el cornete superior y el tabique nasal. Está revestida por epitelio olfativo, un epitelio pseudoestratificado muy amplio que consta de tres tipos celulares: células olfativas, células sustentaculares (de soporte) y células basales. Las células olfativas son neuronas bipolares alargadas que abarcan todo el ancho del epitelio. Son células receptoras que se unen a sustancias odoríferas y las convierten en impulsos nerviosos. La lámina propia, localizada a continuación por debajo del epitelio, es un tejido conjuntivo laxo muy vascularizado que contiene abundantes vasos sanguíneos de pared delgada, fascículos nerviosos amielínicos y las glándulas tubuloalveolares ramificadas de Bowman. Los fascículos nerviosos convergen para finalizar en el bulbo olfativo, del que parten las neuronas que posteriormente forman el nervio olfativo (I par craneal).

La **infección vírica** de la mucosa olfativa asociada al **resfriado común** puede producir **anosmia** (pérdida del olfato) parcial o total, que puede ser definitiva en caso de una infección crónica de la mucosa.

Esquema de la pared lateral de la fosa y el tabique nasales en el que se muestra la distribución del epitelio olfativo, e imagen al microscopio óptico de la mucosa olfativa

Véase Netter. Histología esencial 20.11

20.8. Papilas gustativas



1. Papila caliciforme
2. Surco lateral a modo de trinchera de la papila caliciforme
3. Conducto de la glándula serosa (de von Ebner)
4. Epitelio plano estratificado de la mucosa bucal
5. Células de la papila gustativa

6. Lámina basal

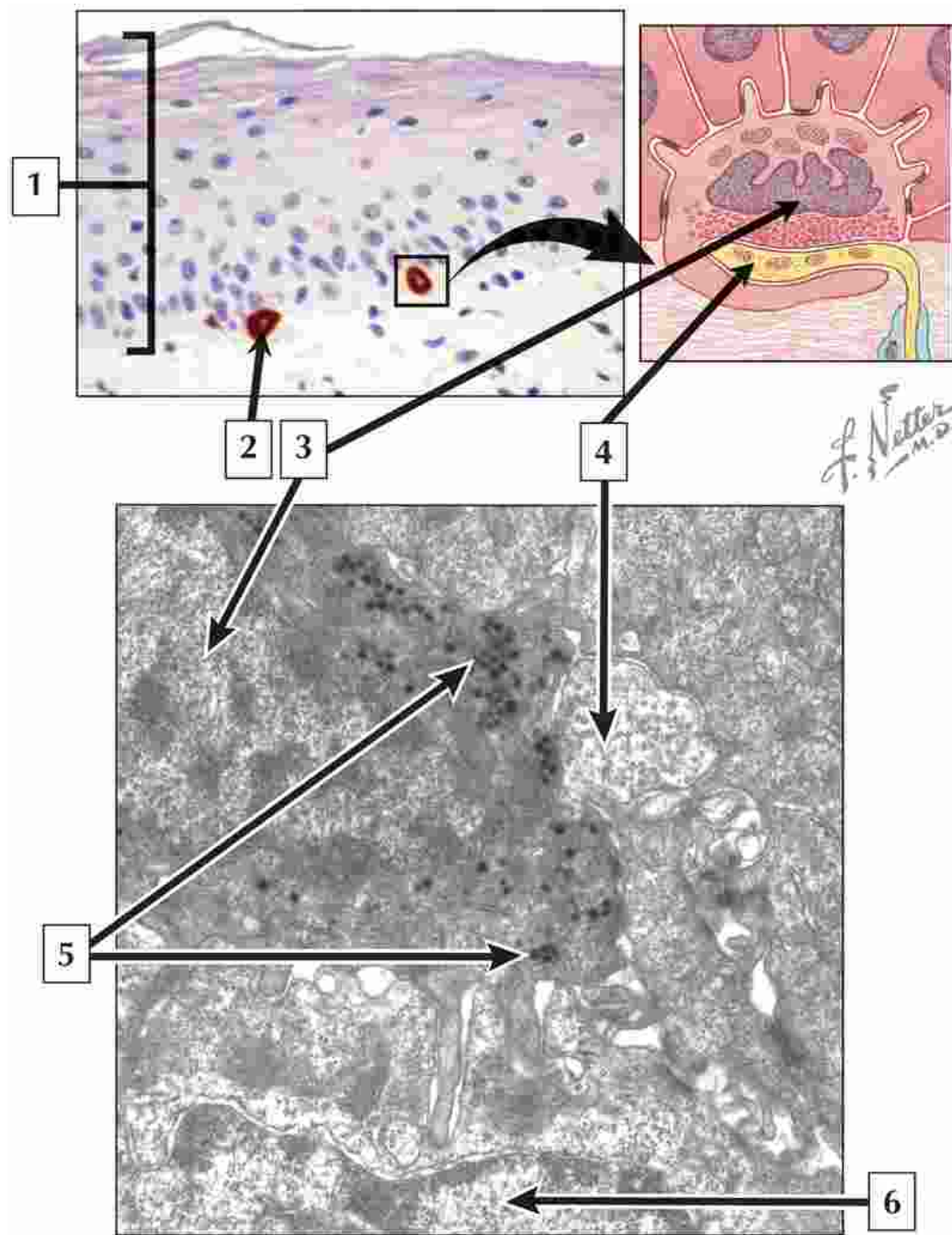
Comentario: Las papilas gustativas del epitelio plano estratificado del dorso de la lengua se clasifican generalmente en fungiformes, foliadas y caliciformes. También se encuentran en el paladar blando, la faringe y la epiglotis. Las papilas gustativas son grupos de células pálidas, con forma de tonel, dispuestas verticalmente en el epitelio plano estratificado. Cada papila gustativa posee entre 50 y 75 células dispuestas a modo de los gajos de una naranja. Cada papila gustativa está ocupada por tres tipos de células. Las células gustativas son quimiorreceptores con microvellosidades apicales y con una morfología fusiforme. Estas células se encuentran entremezcladas con células de soporte alargadas que se asemejan a las duelas de un tonel, y con pequeñas células basales redondeadas que descansan sobre una lámina basal. Las fibras nerviosas aferentes establecen sinapsis con la base de las células gustativas.

La disminución del sentido del gusto, conocida como **hipogeusia**, puede tener consecuencias adversas sobre la calidad de vida. Las **infecciones bucales** (como la **gingivitis**), las intervenciones quirúrgicas de la cavidad bucal y la radioterapia de la cabeza y el cuello pueden interferir en el sentido del gusto. El deterioro del sentido del gusto en las personas de edad avanzada se ha asociado a pérdida de peso, alteración del sistema inmunitario y malnutrición.

Esquemas de la lengua y de una papila caliciforme e imagen al microscopio óptico de una papila gustativa de la mucosa bucal

Véase Netter. Histología esencial 20.13 y 20.14

20.9. Células de Merkel



1. Epidermis de la piel
2. Célula de Merkel
3. Núcleo de la célula de Merkel
4. Terminación nerviosa aferente
5. Vesículas de núcleo denso

6. Núcleo (eucromatina) del queratinocito

Comentario: Las células de Merkel son células derivadas de la cresta neural presentes en la piel fina y la piel recubierta por pelo, así como en algunas mucosas. Expresan distintas sustancias, como proteínas neuronales específicas y citoqueratina 20. Las células de Merkel no pueden visualizarse con los métodos histológicos habituales, sino que precisan tinciones especiales (p. ej., inmunocitoquímica) o el uso del microscopio electrónico. Los complejos célula de Merkel-neurita (receptores táctiles de adaptación lenta) consisten en las terminaciones nerviosas agrandadas de las fibras nerviosas aferentes, que establecen sinapsis con las células de Merkel y presentan típicamente vesículas de núcleo denso. Las células de Merkel responden a la presión en un punto y al doblamiento de los pelos, y transforman las señales mecánicas en potenciales de acción en las terminaciones nerviosas.

El **carcinoma de células de Merkel** es una forma rara y agresiva de **cáncer de piel** que suele aparecer en la cabeza y el cuello de personas de edad avanzada. La exposición al sol es un factor de riesgo. Se trata de tumores con tendencia a la recurrencia local y a las **metástasis**. También se han identificado anomalías cromosómicas, similares a las observadas en el **neuroblastoma** y el **melanoma**, asociadas a los tumores de células de Merkel.

Imagen al microscopio óptico (inmunocitoquímica) en la que se muestran varias células de Merkel de la piel, y esquema de un complejo célula de Merkel-neurita, con la correspondiente imagen al microscopio electrónico

Véase Netter. Histología esencial 20.17

20.10. Receptores cutáneos



1. Terminación nerviosa libre en la epidermis
2. Papila dérmica de la piel
3. Epitelio plano estratificado de la epidermis
4. Láminas capsulares del corpúsculo de Meissner
5. Fibra nerviosa sensitiva amielínica del corpúsculo de Pacini
6. Láminas capsulares concéntricas del corpúsculo de Pacini

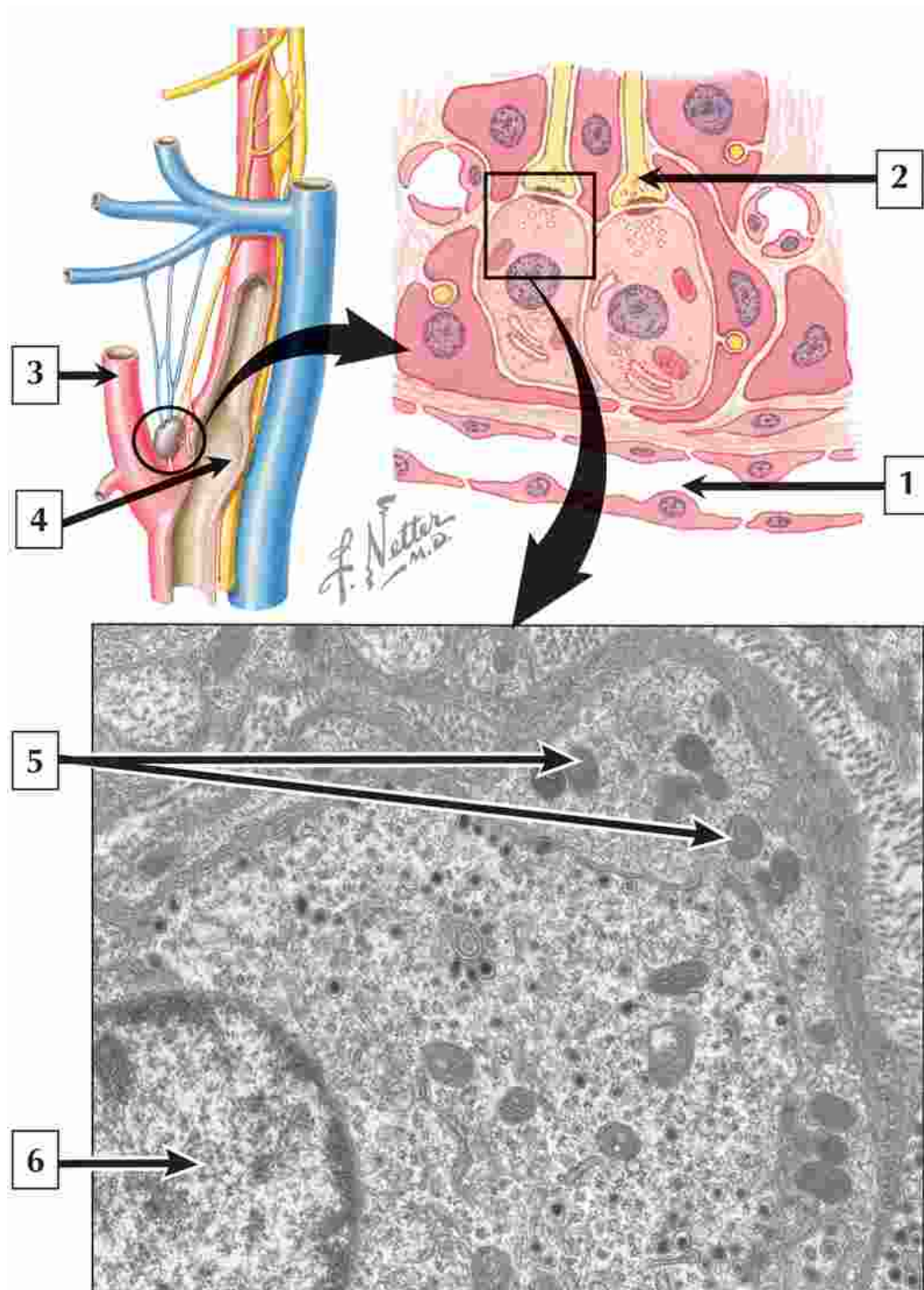
Comentario: Los corpúsculos de Meissner y de Pacini son mecanorreceptores encapsulados de adaptación rápida localizados en la dermis de las yemas de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies. Los corpúsculos de Pacini también se encuentran en los mesenterios, el periostio, los órganos genitales y cerca de las inserciones tendinosas y de las cápsulas articulares. Los corpúsculos de Meissner situados en las papilas dérmicas son sensibles a los estímulos táctiles delicados, mientras que los corpúsculos de Pacini, que suelen situarse en la profundidad de la dermis y en el tejido conjuntivo subcutáneo, responden a la presión, a la vibración y a los estímulos táctiles protopáticos o gruesos. Ambos tipos de receptores constan de una sola fibra nerviosa sensitiva envuelta en múltiples láminas capsulares, formadas por células perineurales planas.

La principal vía neural para la transmisión de la información sensitiva procedente de los corpúsculos de Meissner y Pacini hasta la corteza cerebral es la columna posterior-lemnisco medial, por lo que las lesiones de este sistema afectan a la discriminación táctil entre dos puntos y a la sensación vibratoria. Estas deficiencias pueden deberse a un **accidente cerebrovascular**, también llamado **ictus**.

Esquema de los receptores sensitivos de la piel gruesa e imágenes al microscopio óptico de un corpúsculo de Meissner (abajo a la izquierda) y un corpúsculo de Pacini (abajo a la derecha)

Véase Netter. Histología esencial 20.18

20.11. Cuerpo carotídeo y seno carotídeo



1. Sinusoide
2. Terminación nerviosa aferente que hace sinapsis en la célula del glomo

3. Arteria carótida externa
4. Seno carotídeo
5. Mitocondria en la terminación nerviosa aferente
6. Núcleo (eucromatina) de la célula del glomo

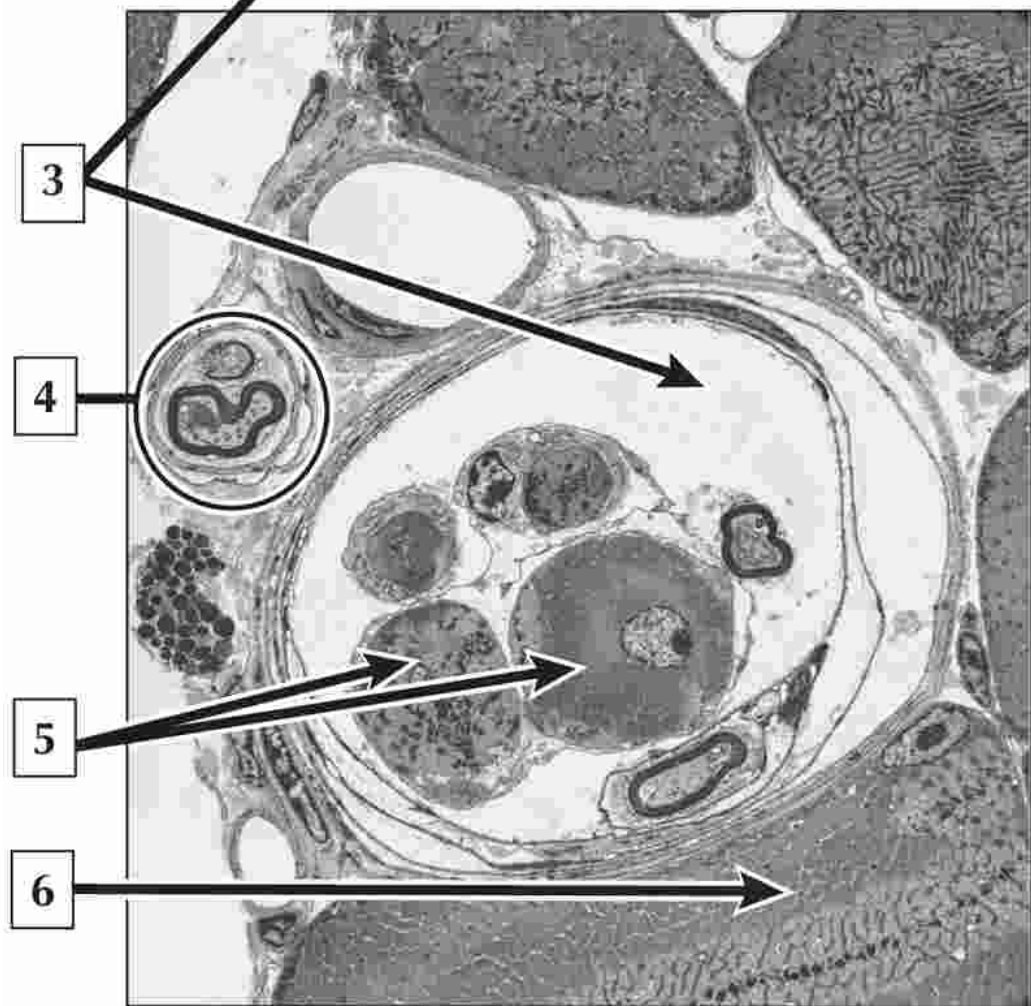
Comentario: Los cuerpos carotídeos son estructuras lenticulares encapsuladas que se sitúan en la bifurcación de la arteria carótida común. Contienen quimiorreceptores que responden a los cambios de pH, O₂ y CO₂ en la sangre arterial. Cada cuerpo carotídeo contiene grupos de células quimiorreceptoras cerca de los sinusoides. Las células de tipo I (de la vaina) rodean grupos de células de tipo I (del glomo o glómicas). Las células del glomo se consideran paraneuronas que almacenan distintas sustancias, como serotonina y encefalinas, en vesículas de núcleo denso. Las dendritas de las fibras nerviosas aferentes del IX par craneal hacen sinapsis en las células del glomo. La acetilcolina y la dopamina son los neurotransmisores. El seno carotídeo es una porción dilatada de la arteria carótida interna que contiene terminaciones nerviosas libres y encapsuladas sensibles al estiramiento.

Los cuerpos carotídeos normalmente **involucionan** con la edad, debido a una reducción del número de células del glomo. Sin embargo, las personas que se aclimatan a altitudes elevadas presentan unos cuerpos carotídeos de mayor tamaño como consecuencia de la **hiperplasia** de las células del glomo en respuesta a la **hipoxia hiperbárica**.

Esquemas de los cuerpos carotídeos e imagen al microscopio electrónico de una sinapsis en un cuerpo carotídeo

Véase Netter. Histología esencial 20.19 y 20.20

20.12. Husos musculares



1. Cápsula del huso muscular
2. Fibras musculares intrafusales
3. Espacio periaxial
4. Nervio
5. Fibras de la bolsa nuclear
6. Fibra muscular extrafusar

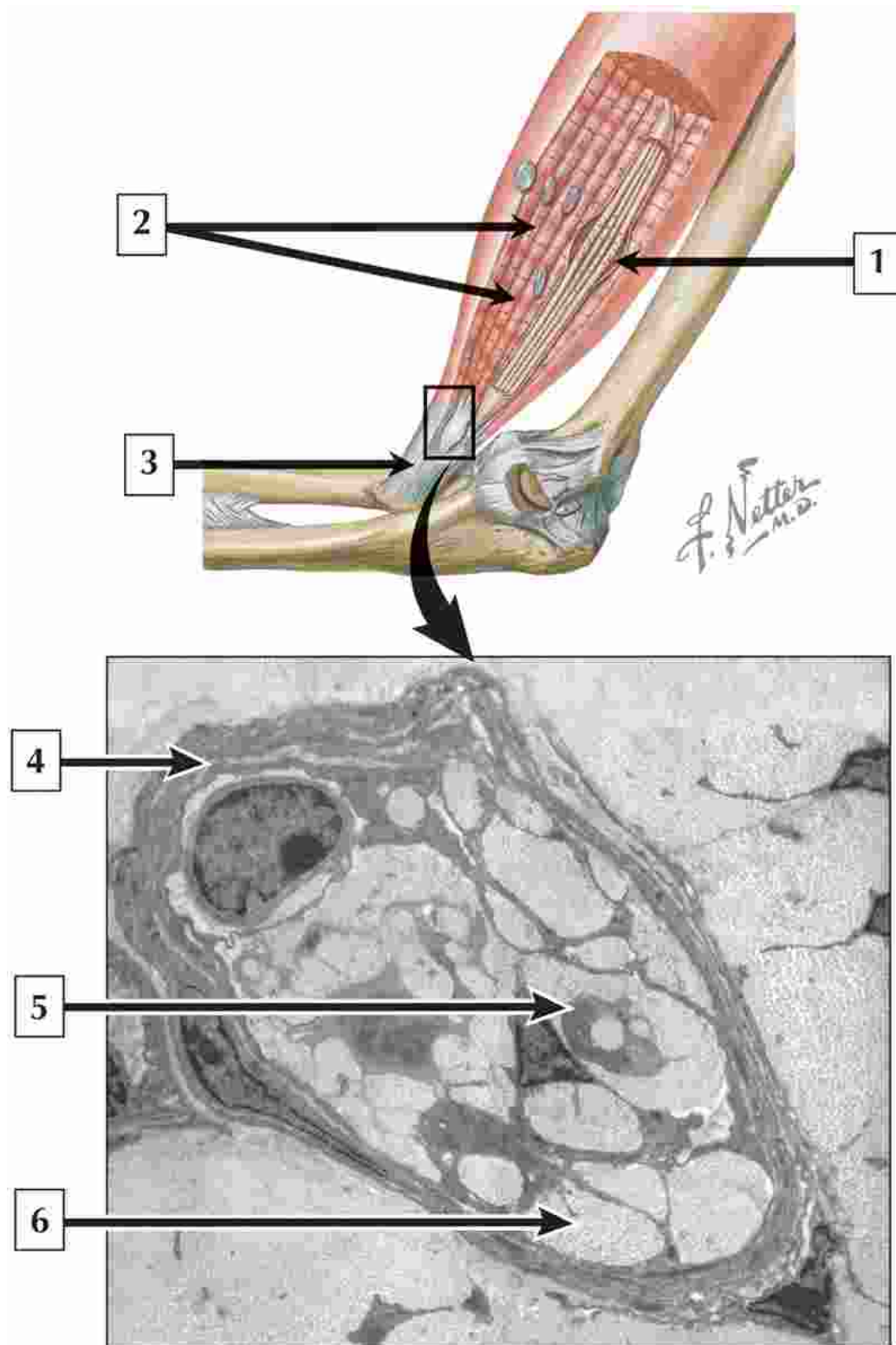
Comentario: Los husos musculares son receptores sensitivos encapsulados presentes en casi todos los músculos esqueléticos del cuerpo. Discurren paralelos a las fibras extrafusales circundantes que constituyen el grueso del músculo. Forman parte del reflejo miotático, por lo que controlan los cambios de longitud de todo el músculo. Cada huso muscular posee una cápsula externa compuesta por múltiples capas en torno a un espacio periaxial, que contiene dos tipos de fibras musculares intrafusales: las fibras de la bolsa nuclear y las fibras de la cadena nuclear. Las regiones polares de las fibras intrafusales están inervadas por terminaciones nerviosas motoras, mientras que las regiones ecuatoriales de las fibras intrafusales están inervadas por terminaciones nerviosas sensitivas. Cuando el músculo se estira, las terminaciones nerviosas desencadenan impulsos nerviosos que se transmiten a la médula espinal.

El **reflejo rotuliano**, que forma parte de la **exploración neurológica**, sirve para establecer la integridad del reflejo miotático mediado por los husos musculares de un músculo. Se realiza con un martillo de reflejos y permite detectar anomalías de los sistemas nerviosos central y periférico, así como diagnosticar **lesiones medulares** y **enfermedades neuromusculares**.

Imagen al microscopio óptico e imagen al microscopio electrónico de un huso neuromuscular cortado transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 20.21 y 20.22

20.13. Receptores musculares y articulares



1. Región ecuatorial del huso muscular

2. Fibras musculares extrafusales
3. Tendón
4. Cápsula del órgano tendinoso de Golgi
5. Terminación nerviosa sensitiva
6. Fibras de colágeno

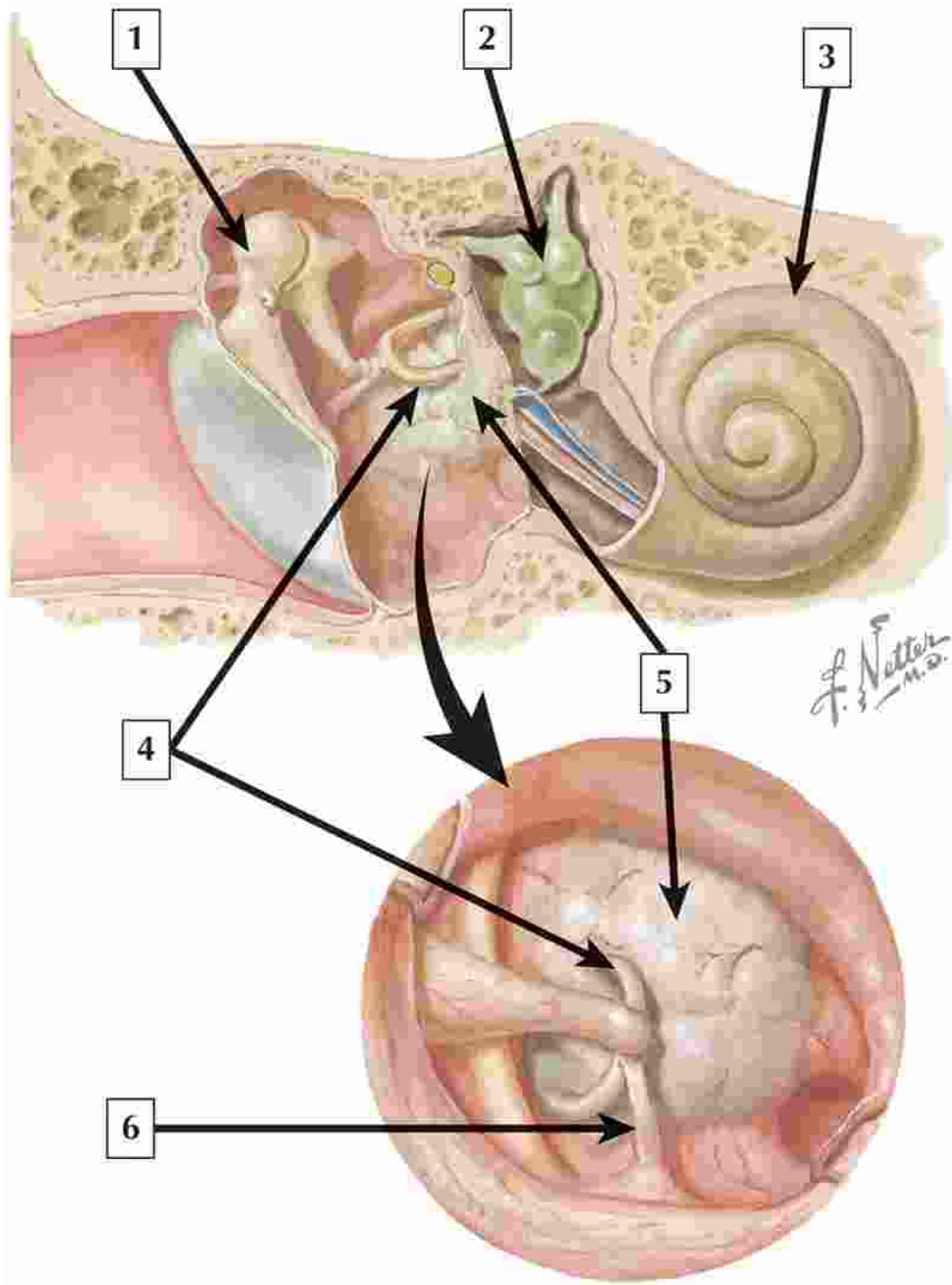
Comentario: Los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi proporcionan retroinformación aferente al sistema nervioso central procedente de los músculos y los tendones, respectivamente. Los husos musculares son propioceptores encapsulados que controlan el estiramiento de los músculos esqueléticos, mientras que los órganos tendinosos son mecanorreceptores encapsulados de adaptación lenta que perciben la tensión en los tendones. Cada órgano tendinoso de Golgi está inervado por una sola fibra nerviosa sensitiva mielinizada (aferente de tipo 1b) que se introduce en una cápsula compuesta por múltiples capas y se ramifica en terminaciones nerviosas sensitivas amielínicas cerca de los haces encapsulados de fibras de colágeno. La presión ejercida sobre la cápsula y el colágeno deforma las terminaciones nerviosas sensitivas y las estimula para que generen potenciales de acción.

Los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi son los principales propioceptores de las articulaciones, tendones y músculos esqueléticos, por lo que el protocolo de fisioterapia conocido como **entrenamiento propioceptivo** resulta eficaz en la rehabilitación tras lesiones de la rodilla y el tobillo. Aporta beneficios como la mejoría de la percepción de la posición articular, la estabilidad postural y el tono muscular, y previene las lesiones de los ligamentos articulares.

Esquema de los receptores musculares y articulares e imagen al microscopio electrónico de un órgano tendinoso de Golgi cortado transversalmente

Véase Netter. Histología esencial 20.21 y 20.24

20.14. Otosclerosis



1. Martillo
2. Conductos semicirculares
3. Cóclea
4. Estribo (ramas)

5. Hueso otosclerótico sobre el promontorio (que fija el estribo a la ventana oval)
6. Tendón del estapedio

Comentario: La **otosclerosis** (u **otoespongiosis**) es un trastorno del oído medio que consiste en el depósito anómalo y excesivo de **hueso esponjoso** alrededor de la base del **estribo**, cerca del reborde de la **ventana oval**. Con el tiempo, el estribo queda inmóvil, lo que impide su capacidad de transmitir correctamente las ondas sonoras desde el oído medio hasta la cóclea, y que en último término provoca una **hipoacusia de conducción**.

Incidencia y tratamiento: La otosclerosis afecta a más del 1% de la población mundial. Normalmente comienza en un oído y puede acabar afectando al otro, lo que provoca una hipoacusia lentamente progresiva que suele diagnosticarse al inicio de la vida adulta. Por lo general, la intensidad aumenta con la edad. Existen dos intervenciones quirúrgicas que se practican de manera ambulatoria y que mejoran considerablemente la audición en el 90% de los pacientes. La **estapedectomía** consiste en extirpar la base del estribo y sustituirla por una prótesis artificial (de titanio) fijada al yunque, que posteriormente restablece el movimiento de los huesecillos. La **estapedotomía** (una variante más reciente, con menos complicaciones y una tasa de éxito similar) consiste en practicar un pequeño orificio en la base del estribo con una microfresa o con láser, tras lo cual se introduce una prótesis similar a un pistón, que contribuye a corregir la hipoacusia de conducción.

Esquemas del oído cortado en sentido frontal y visto desde el oído medio en los que se muestra la presencia de otosclerosis alrededor del estribo

Véase Netter. Histología esencial 20.25