

Comprende versione
ebook



Isabella Dalle Donne

Citologia e Istologia

Simone **Beninati**

Patrizia **Bonfanti**

Patrizia **Cancemi**

Anita Emilia **Colombo**

Isabella **Dalle Donne**

Maria **De Falco**

Luciana **Dini**

Maria **Maisano**

Aldo **Milzani**

Marina **Paolucci**

Saturnino **Spiga**

Enrico **Tongiorgi**

Francesco **Vanzi**



Accedi all'ebook e ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

un libro che **non pesa**
e si **adatta** alle dimensioni
del **tuo lettore!**



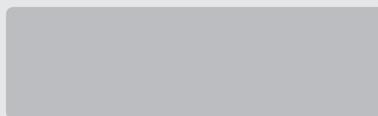
COLLEGATI AL SITO
EDISES.IT

ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edises.it**
e accedere alla **versione digitale** del testo e al **materiale didattico**.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie



Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.
L'**accesso al materiale didattico** sarà consentito **per 18 mesi**.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edises.it** e segui queste semplici istruzioni

Se sei registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

Se non sei già registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito o autenticali tramite facebook
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edises.it** e segui la procedura già descritta per *utenti registrati*

Citologia e Istologia

Isabella Dalle Donne



Isabella Dalle Donne
CITOLOGIA E ISTOLOGIA
Copyright © 2019, EdiSES S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2023 2022 2021 2020 2019

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o parte di esso con qualsiasi mezzo.

L'Editore

L'Editore ha effettuato quanto in suo potere per richiedere il permesso di riproduzione del materiale di cui non è titolare del copyright e resta comunque a disposizione di tutti gli eventuali aventi diritto.

Fotocomposizione:

Grafic&Design – Volla (Napoli)

Stampato presso:

Tipolitografia Sograte

Petruzzi S.r.l. – Via Venturelli, 7/B – Città di Castello (PG)

per conto della

EdiSES S.r.l. – Piazza Dante, 89 – Napoli

<http://www.edises.it> e-mail: info@edises.it

ISBN 978-88-3319-009-9

[AUTORI]

Simone BENINATI

Università degli Studi di Roma – Tor Vergata

Patrizia BONFANTI

Università degli Studi di Milano – Bicocca

Patrizia CANCEMI

Università degli Studi di Palermo

Anita Emilia COLOMBO

Università degli Studi di Milano – Bicocca

Isabella DALLE DONNE

Università degli Studi di Milano

Maria DE FALCO

Università degli Studi di Napoli – Federico II

Luciana DINI

Università degli Studi di Roma – La Sapienza

Maria MAISANO

Università degli Studi di Messina

Aldo MILZANI

Università degli Studi di Milano

Marina PAOLUCCI

Università degli Studi del Sannio

Saturnino SPIGA

Università degli Studi di Cagliari

Enrico TONGIORGI

Università degli Studi di Trieste

Francesco VANZI

Università degli Studi di Firenze

[**Coordinamento a cura di**]

Isabella DALLE DONNE – *Università degli Studi di Milano*

[**Revisione a cura di**]

Isabella DALLE DONNE e **Aldo MILZANI** – *Università degli Studi di Milano*

[PREFAZIONE]

Gli studenti devono disporre di testi facilmente comprensibili e stimolanti, che rendano lo studio gradevole e interessante. Questo testo è nato con lo scopo di offrire agli studenti un mezzo adeguato per la preparazione dell'esame universitario di Citologia e Istologia che, per tradizione, prevede quale prova preliminare il riconoscimento microscopico di cellule e tessuti. Questo trattato può essere utile anche agli studenti degli anni più avanzati del Corso di Laurea come base per affrontare lo studio di altre materie. La cellula è l'unità fondamentale degli organismi viventi e deve quindi essere considerata come la base di tutti i processi biologici e patologici. Lo scopo primario di questo volume è di presentare agli studenti i principi fondamentali relativi all'organizzazione e alla funzione delle cellule e dei tessuti.

Ciascuno degli Autori di questo volume ha una lunga esperienza di insegnamento della citologia e istologia, anatomia umana o comparata e biologia cellulare e dello sviluppo, in varie università italiane. Molte immagini di istologia e diverse immagini di ultrastruttura cellulare sono la riproduzione di immagini realizzate direttamente dai preparati che comunemente sono osservati dagli studenti dei Corsi di Laurea in Scienze Biologiche, Scienze Naturali, Farmacia, Biotecnologie e Medicina e Chirurgia, durante i corsi di Citologia e istologia, Anatomia umana o comparata, Istologia, Biologia generale e Biologia cellulare e dello sviluppo.

Ogni argomento è trattato in modo semplice (ma non semplicistico) e razionale. I principali elementi strutturali e ultrastrutturali che contraddistinguono la cellula e i suoi organuli e i tessuti animali sono analizzati dal punto di vista morfologico, molecolare e funzionale, mettendone in risalto gli elementi caratteristici, che ne permettono il riconoscimento e la classificazione; sono anche descritti i meccanismi fondamentali che permettono il flusso d'informazione all'interno della cellula e quelli che permettono il flusso d'informazione da una generazione cellulare alla successiva, la riproduzione sessuata e la meiosi e, brevemente, l'inizio dello sviluppo embrionale, il differenziamento e la morte cellulare. La prima parte del libro tratta la composizione chimica delle cellule e dei tessuti, l'organizzazione generale del protoplasma e i principali metodi per lo studio morfologico di cellule e tessuti. L'ultima parte del libro è dedicata allo studio dei tessuti animali, dove sono descritte e discusse le proprietà strutturali e funzionali delle cellule differenziate e le loro modalità di associazione nei diversi tessuti. La descrizione delle strutture e ultrastrutture di cellule e tessuti è corredata di una ricca iconografia, che speriamo possa facilitare la comprensione dei vari argomenti trattati. Ciascuna immagine e ciascuno schema della ricca iconografia proposta è sempre accompagnata/o da una specifica didascalia, in grado di aggiungere dati strutturali e funzionali dell'oggetto o del processo in esame, ritenendo che un'immagine o uno schema ben commentata/o possa stimolare un più rapido e interessato apprendimento. Spesso alle immagini di microscopia ottica si è associato un focus a più alto ingrandimento, per consentire il confronto delle cellule e dei tessuti sia ad alto sia a basso ingrandimento, facilitando così il processo di apprendimento dei contenuti.

Gli Autori desiderano ringraziare l'editore della casa editrice EdiSES, ing. Fabrizio Crisafulli, per la fiducia dimostrata nell'affidarci la progettazione e il coordinamento (affidato a Isabella Dalle Donne) di questo nuovo trattato di citologia e istologia e anche tutto lo staff editoriale per l'impegno e la professionalità profusi nel curare l'edizione di questo testo; in particolare, la dott.ssa Lucia Cavestri e la Dott.ssa Rossana Favorito, che ci hanno aiutato nella trasformazione del manoscritto in libro, e la sig.ra Lorena Merchione, che con passione ha curato gli aspetti iconografici e realizzato gli schemi che corredano il testo. Un profondo ringraziamento a Fabrizio Crisafulli che, con grande determinazione e continuo sostegno, ha fatto di questo nostro lavoro un'opera di pregevole veste tipografica e contenuto didattico. Con la speranza che incontri una favorevole accoglienza, in particolare tra gli studenti più esigenti e volenterosi.

Commenti e suggerimenti dei colleghi e degli studenti che adotteranno questo testo saranno apprezzati e potranno essere utilizzati per un'eventuale edizione successiva.

GLI AUTORI

MATERIALE DI SUPPORTO PER I DOCENTI

I docenti che utilizzano il testo a scopo didattico possono scaricare dal sito www.edises.it, previa registrazione all'area docenti, le immagini del libro in formato PowerPoint.

[INDICE GENERALE]

AUTORI	III
PREFAZIONE	V
Capitolo [1] COMPONENTI CHIMICI DI CELLULE E TESSUTI	1
1.1 Energia dei sistemi biologici	2
1.1.1 Primo principio della termodinamica	2
1.1.2 Secondo principio della termodinamica	2
1.1.3 Entropia	3
1.1.4 Energia libera di un sistema	3
1.1.5 Entalpia	4
1.2 Materia	4
1.3 Atomo	5
1.3.1 Orbitali atomici	6
1.4 Legami chimici	7
1.5 Acqua	8
1.6 Acidi e basi	9
1.7 pH	11
1.8 Soluzioni tampone	11
1.8.1 Meccanismo d'azione delle soluzioni tampone	12
1.9 Carbonio	12
1.10 Lipidi	14
1.10.1 Funzione dei lipidi	15
1.10.2 Lipidi semplici	16
1.10.3 Lipidi complessi	17
1.10.4 Lipidi derivati	20
1.11 Glucidi	22
1.11.1 Monosaccaridi	24
1.11.2 Disaccaridi	25
1.11.3 Oligosaccaridi	25
1.11.4 Polisaccaridi	25
1.12 Amminoacidi	26
1.12.1 Isomeria degli amminoacidi	27
1.12.2 Amminoacidi essenziali	27
1.13 Proteine	27
1.13.1 Modificazioni post-traduzionali delle proteine	32
1.14 Acidi nucleici	32
1.14.1 DNA	33
1.14.2 RNA	35

Capitolo [2]	TECNICHE PER LO STUDIO DI CELLULE E TESSUTI	37
2.1	Teoria cellulare	38
2.2	Caratteristiche generali delle cellule	38
2.2.1	Cellule procariotiche ed eucariotiche	39
2.2.2	Organizzazione generale delle cellule, varietà di forme e dimensioni	40
2.3	Prelievo e conservazione dei campioni di cellule e tessuti	41
2.4	Allestimento dei preparati per la microscopia ottica (per l'osservazione di cellule fissate e colorate o vive)	42
2.4.1	Fissazione	42
2.4.2	Disidratazione e diafanizzazione	43
2.4.3	Inclusione	43
2.4.4	Taglio	43
2.4.5	Altre tecniche di preparazione del campione	44
2.4.6	Colorazione e montaggio	45
2.5	Colture cellulari	55
2.6	Ibridazione <i>in situ</i>	55
2.7	Allestimento dei preparati per la microscopia elettronica	56
2.8	Microscopio ottico	58
2.8.1	Microscopio semplice	58
2.8.2	Microscopio composto e concetti di microscopia	58
2.8.3	Microscopi ottici utilizzati per studiare le cellule colorate o vive	60
2.9	Microscopio confocale a scansione laser	61
2.10	Microscopio elettronico	62
Capitolo [3]	VIRUS E BATTERI	67
3.1	Virus	68
3.1.1	Virus delle cellule batteriche o batteriofagi	71
3.1.2	Virus delle cellule animali	75
3.2	Procarioti	81
3.2.1	Classificazione dei procarioti	82
3.2.2	Caratteristiche delle cellule batteriche	87
3.2.3	Riproduzione e trasferimento dell'informazione genetica nei batteri	93
Capitolo [4]	MEMBRANE CELLULARI	97
4.1	Caratteristiche generali	98
4.2	Lipidi di membrana	99
4.2.1	Fluidità delle membrane biologiche	100
4.2.2	Spessore della membrana e microdomini	103
4.2.3	Forma dei lipidi e curvatura di membrana	104
4.2.4	Asimmetria	106
4.3	Proteine di membrana	107
4.3.1	Modello a "mosaico fluido"	110
4.4	Carboidrati di membrana	116
4.5	Permeabilità della membrana	117
4.6	Meccanismi di trasporto attraverso la membrana	119
4.6.1	Pompe ioniche	120
4.6.2	Trasportatori	122
4.6.3	Canali ionici	123
4.6.4	Potenziale di membrana	125
4.7	Recettori di membrana e ligandi	126

Capitolo [5]	INVOLUCRO NUCLEARE, COMPARTIMENTAZIONE E ORGANULI CITOPLASMATICI	129
5.1	Citosol e sistema membranoso citoplasmatico	130
5.2	Struttura e funzione del nucleo cellulare	131
5.2.1	Involucro nucleare e pori nucleari	132
5.2.2	Nucleoplasma	136
5.2.3	Nucleolo	136
5.3	Trascrizione e traduzione	137
5.3.1	Trascrizione	142
5.3.2	Modificazioni post-trascrizionali (maturazione) degli RNA negli eucarioti	145
5.3.3	Traduzione	151
5.4	Ribosomi e poliribosomi	159
5.5	Ripiegamento delle proteine e modificazioni post-traduzionali	162
5.6	Degradazione delle proteine	164
5.7	Smistamento delle proteine nei diversi compartimenti cellulari	165
5.8	Reticolo endoplasmatico	168
5.8.1	Reticolo endoplasmatico rugoso (RER)	170
5.8.2	Reticolo endoplasmatico liscio (REL)	179
5.9	Smistamento delle proteine nei mitocondri	183
5.10	Apparato di Golgi	187
5.10.1	Funzioni dell'apparato di Golgi	187
5.11	Lisosomi	191
5.11.1	Enzimi lisosomiali e indirizzamento delle proteine al lisosoma	191
5.11.2	I lisosomi degradano materiale che deriva da vie differenti	193
5.11.3	Malattie da accumulo lisosomale	193
5.11.4	Lisosomi secretori	194
5.12	Traffico vescicolare intra ed extracellulare	194
5.12.1	Meccanismo di formazione e distacco delle vescicole	195
5.12.2	Esocitosi, endocitosi e gemmazione	200
5.13	Turnover nella cellula	206
5.13.1	Ubiquitinazione e autofagia	206
5.14	Perossisomi	207
5.14.1	Numero, forma, dimensione e identificazione dei perossisomi	207
5.14.2	Biogenesi dei perossisomi e importazione delle proteine	207
5.14.3	Funzione dei perossisomi	209
Capitolo [6]	CITOSCHELETRO E MOVIMENTO CELLULARE	211
6.1	Caratteristiche generali	212
6.2	Microfilamenti	213
6.3	Microtubuli	221
6.3.1	Centrioli	225
6.3.2	Assonema, ciglia e flagelli	226
6.4	Filamenti intermedi	229
6.5	Motori molecolari	231
6.5.1	Miosine	231
6.5.2	Chinesine e dineine	233

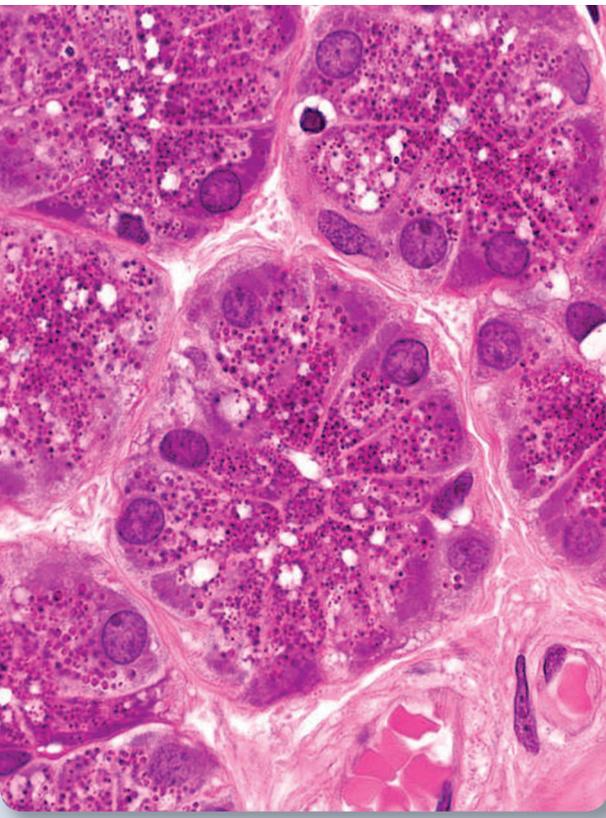
Capitolo [7]	METABOLISMO ENERGETICO E MITOCONDRI	237
7.1	Metabolismo energetico della cellula	238
7.1.1	Reazioni di ossido-riduzione	240
7.2	Mitocondrio	241
7.2.1	Struttura del mitocondrio	242
7.2.2	Genoma mitocondriale	242
7.2.3	Trasporto mitocondriale	243
7.2.4	Respirazione cellulare	244
7.2.5	Termogenesi	250
7.2.6	Origine del mitocondrio: la teoria endosimbiontica	252
Capitolo [8]	ADESIONE E COMUNICAZIONE CELLULARE	255
8.1	Riconoscimento e interazioni tra cellule	256
8.2	Giunzioni cellula-cellula	262
8.2.1	Giunzioni occludenti	263
8.2.2	Giunzioni aderenti	265
8.2.3	Desmosomi	265
8.2.4	Giunzioni comunicanti	268
8.2.5	Plasmodesmi	269
8.3	Giunzioni cellula-matrice extracellulare	269
8.4	Comunicazione tra cellule e trasduzione del segnale	272
8.4.1	Recettori intracellulari (molecole segnale extracellulari idrofobe)	276
8.4.2	Recettori di membrana o di superficie (molecole segnale extracellulari idrofile)	278
8.4.3	Recettori accoppiati a proteine G	279
8.4.4	Recettori accoppiati a enzimi	285
8.5	Migrazione cellulare	288
8.5.1	Movimento cellulare	288
8.5.2	Migrazione cellulare attraverso i tessuti	291
8.5.3	Migrazione tumorale	291
8.5.4	Movimenti morfogenetici	293
Capitolo [9]	NUCLEO, CROMOSOMI E CICLO CELLULARE	295
9.1	Struttura della cromatina	296
9.1.1	Istoni e organizzazione del DNA eucariotico	299
9.2	Cromosomi metafasici, cariotipo e kariogramma umano	302
9.2.1	Cromosomi metafasici	302
9.2.2	Cariotipo e kariogramma umano	307
9.3	Nucleolo e sintesi degli RNA ribosomali	310
9.4	Replicazione del DNA	315
9.4.1	Replicazione semiconservativa	315
9.4.2	Fase di inizio della replicazione, origini di replicazione e forcella di replicazione	318
9.4.3	DNA polimerasi	322
9.4.4	La forcella di replicazione è asimmetrica	323
9.4.5	A livello della forcella di replicazione un gruppo di proteine agisce in sinergia come una macchina replicativa	327
9.4.6	Struttura della cromatina e replicazione	327
9.4.7	Telomeri e telomerasi: il mantenimento delle estremità dei cromosomi eucariotici	327
9.4.8	Riparazione del DNA	330

9.5	Ciclo cellulare eucariotico e sua regolazione	331
9.5.1	Fasi del ciclo cellulare	332
9.5.2	Durata del ciclo cellulare	334
9.5.3	Sistema di controllo del ciclo cellulare: punti di controllo	335
9.5.4	Controllo molecolare del ciclo cellulare: cicline e chinasi dipendenti da ciclina	337
9.5.5	Controllo extracellulare del ciclo cellulare	339
9.6	Divisione cellulare delle cellule eucariotiche: la fase M	340
9.6.1	Mitosi	340
9.6.2	Citocinesi	352
Capitolo [10] MEIOSI, RIPRODUZIONE SESSUALE E DIFFERENZIAMENTO		357
10.1	Meiosi	358
10.1.1	Meiosi I	359
10.1.2	Meiosi II	361
10.2	Gametogenesi nei mammiferi	361
10.2.1	Spermatogenesi	362
10.2.2	Ovogenesi	363
10.3	Gameti e fecondazione	365
10.3.1	Spermatozoo	365
10.3.2	Cellula uovo	365
10.3.3	Fecondazione	366
10.4	Prime fasi dello sviluppo	367
10.5	Differenziamento, rinnovamento cellulare e omeostasi tissutale	368
10.5.1	Differenziamento cellulare	369
10.5.2	Rinnovamento e omeostasi tissutale	371
10.5.3	Morte cellulare	377
Capitolo [11] PRINCIPI COSTRUTTIVI DEGLI ORGANI		387
11.1	Dai tessuti agli apparati e ai sistemi	388
11.2	Organi a struttura fibrosa	388
11.3	Organi parenchimatosi	390
11.4	Organi cavi	391
11.4.1	Organi cavi viscerali	391
11.4.2	Organi cavi vascolari	394
Capitolo [12] EPITELI DI RIVESTIMENTO		397
12.1	Caratteristiche generali degli epitelii	398
12.2	Caratteristiche citologiche delle cellule epiteliali	399
12.2.1	Citoscheletro delle cellule epiteliali	399
12.2.2	Specializzazioni della superficie apicale	403
12.2.3	Specializzazioni della superficie basale	403
12.2.4	Specializzazioni della superficie laterale (giunzioni cellulari)	404
12.2.5	Polarità delle cellule epiteliali	408
12.3	Classificazione degli epitelii di rivestimento	409
12.3.1	Correlazione morfologia-funzione	410
12.3.2	Epitelio pavimentoso semplice	410
12.3.3	Epitelio cubico semplice	411

12.3.4	Epitelio cilindrico semplice	412
12.3.5	Epitelio pseudostratificato	415
12.3.6	Epitelio pavimentoso pluristratificato	416
12.3.7	Epiteli cubico e cilindrico pluristratificati	419
12.3.8	Epitelio di transizione	420
Capitolo [13]	EPITELI GHIANDOLARI	421
13.1	Caratteristiche generali	422
13.2	Classificazione e derivazione embrionale delle ghiandole	422
13.3	Ghiandole esocrine	422
13.3.1	Ghiandole esocrine unicellulari	423
13.3.2	Ghiandole esocrine pluricellulari	424
13.4	Cellule mioepiteliali	432
13.5	Ghiandole endocrine	432
13.5.1	Ghiandole endocrine cordonali	434
13.5.2	Ghiandole follicolari	440
13.5.3	Ghiandole insulari	442
Capitolo [14]	TESSUTI CONNETTIVI	445
14.1	Caratteristiche generali	446
14.1.1	Derivazione embrionale	446
14.1.2	Organizzazione dei tessuti connettivi	447
14.2	Matrice extracellulare	447
14.2.1	Sostanza fondamentale	447
14.2.2	Componente fibrillare	451
14.3	Componente cellulare	457
14.3.1	Fibroblasti e fibrociti	457
14.3.2	Macrofagi	459
14.3.3	Mastociti	460
14.3.4	Adipociti	462
14.3.5	Linfociti e plasmacellule	463
14.3.6	Cellule reticolari	465
14.3.7	Cellule pigmentate o cromatofori	465
14.4	Membrana basale	465
14.5	Tessuti connettivi propriamente detti	466
14.5.1	Tessuto connettivo fibrillare lasso o tessuto connettivo areolare	466
14.5.2	Tessuto connettivo fibrillare denso o compatto	468
14.5.3	Tessuto connettivo reticolare	470
14.5.4	Tessuto connettivo elastico	471
14.5.5	Tessuto connettivo mucoso	471
14.5.6	Tessuto connettivo pigmentato	472
14.5.7	Tessuto connettivo adiposo	472

Capitolo [15] TESSUTO CARTILAGINEO	477
15.1 Caratteristiche generali	478
15.2 Composizione molecolare della matrice extracellulare	478
15.3 Condroblasti e condrociti	480
15.4 Istogenesi e accrescimento della cartilagine	481
15.5 Cartilagine ialina	483
15.6 Cartilagine elastica	485
15.7 Cartilagine fibrosa	486
Capitolo [16] TESSUTO OSSEO	489
16.1 Caratteristiche generali	490
16.2 Organizzazione del tessuto osseo	490
16.2.1 Tecniche istologiche per lo studio del tessuto osseo	492
16.3 Tipi di tessuto osseo	492
16.3.1 Tessuto osseo non lamellare	492
16.3.2 Tessuto osseo lamellare	493
16.4 Matrice extracellulare	500
16.5 Cellule del tessuto osseo	500
16.6 Periostio ed endostio	505
16.7 Istogenesi dell'osso	506
16.7.1 Ossificazione intramembranosa	506
16.7.2 Ossificazione endocondrale	507
16.8 Rimodellamento del tessuto osseo	510
16.9 Calcificazione della cartilagine e dell'osso	511
Capitolo [17] SANGUE E TESSUTO LINFOIDE	513
17.1 Sistema circolatorio	514
17.2 Struttura di arterie, vene e capillari	515
17.2.1 Arterie	515
17.2.2 Vene	518
17.2.3 Capillari sanguigni	520
17.3 Funzioni e componenti del sangue	523
17.4 Globuli rossi	524
17.5 Globuli bianchi	527
17.5.1 Granulociti neutrofili	528
17.5.2 Granulociti eosinofili	530
17.5.3 Granulociti basofili	530
17.5.4 Monociti	531
17.5.5 Linfociti	533
17.6 Piastrine	538
17.7 Sistema linfatico e linfa	539
17.8 Midollo osseo ed emopoiesi	542
17.9 Tessuto linfoide e organi linfoidi	546
17.9.1 Timo	548
17.9.2 Linfonodi	549
17.9.3 Milza	553
17.9.4 Tessuto linfoide associato alle mucose (MALT)	556

Capitolo [18] TESSUTO NERVOSO	559
18.1 Caratteristiche generali	560
18.2 Struttura del neurone e trasporto assonico	563
18.3 Classificazione dei neuroni	566
18.3.1 Classificazione morfologica	566
18.3.2 Classificazione funzionale	569
18.4 Cellule della neuroglia	570
18.5 Guaina mielinica	576
18.6 Struttura dei nervi e dei gangli	579
18.7 Conduzione dell'impulso nervoso	581
18.8 Struttura e funzione della sinapsi elettrica e della sinapsi chimica	584
18.9 Terminazioni nervose negli epiteli e nel tessuto connettivo	588
18.10 Terminazioni nervose nel tessuto muscolare scheletrico	593
Capitolo [19] TESSUTO MUSCOLARE	597
19.1 Caratteristiche generali dei tessuti muscolari	598
19.2 Tessuto muscolare striato scheletrico	599
19.2.1 Organizzazione del tessuto muscolare striato scheletrico	599
19.2.2 Organizzazione della cellula muscolare striata scheletrica	600
19.2.3 Organizzazione delle miofibrille e dei sarcomeri	604
19.2.4 Composizione molecolare delle miofibrille	607
19.2.5 Sinapsi, o giunzione, neuromuscolare o placca motrice	611
19.2.6 Meccanismo della contrazione nel muscolo striato scheletrico	612
19.2.7 Tipi di fibre muscolari	617
19.3 Tessuto muscolare striato cardiaco	618
19.3.1 Organizzazione della cellula muscolare striata cardiaca	619
19.3.2 Meccanismo della contrazione nel muscolo striato cardiaco	620
19.4 Tessuto muscolare liscio	621
19.4.1 Organizzazione della cellula muscolare liscia	623
19.4.2 Meccanismo della contrazione nel muscolo liscio	625
INDICE ANALITICO	629



Capitolo [13]

Epiteli ghiandolari

SOMMARIO

13.1 Caratteristiche generali

13.2 Classificazione e derivazione embrionale delle ghiandole

13.3 Ghiandole esocrine

13.3.1 Ghiandole esocrine unicellulari

13.3.2 Ghiandole esocrine pluricellulari

13.4 Cellule mioepiteliali

13.5 Ghiandole endocrine

13.5.1 Ghiandole endocrine cordonali

13.5.2 Ghiandole follicolari

13.5.3 Ghiandole insulari

13.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Gli **epiteli ghiandolari** sono formati da cellule specializzate nel processo di secrezione, ovvero l'elaborazione di sostanze che vengono successivamente riversate all'esterno della cellula al fine di lubrificare, proteggere e regolare altre cellule. La secrezione rappresenta una delle più importanti proprietà fisiologiche delle cellule, non solo di quelle epiteliali.

Il **processo di secrezione** può essere continuo e discontinuo. Nella *secrezione continua* il secreto viene liberato immediatamente all'esterno della cellula senza accumularsi prima nel citoplasma. Un esempio di secrezione continua è rappresentato dalle cellule mucipare dello stomaco. Nella *secrezione discontinua*, invece, il secreto viene immagazzinato in vescicole delimitate da membrana (granuli di secrezione) che successivamente si fondono con la membrana plasmatica riversando il prodotto nell'ambiente extracellulare. In questo caso il processo di esocitosi si verifica all'arrivo di uno stimolo di natura nervosa o ormonale. La maggior parte delle ghiandole endocrine e le ghiandole esocrine maggiori annesse al sistema digerente (pancreas, fegato) presenta questa modalità di secrezione. Le cellule secernenti possono elaborare un **secreto** che può essere proteico, glicoproteico, glucidico o lipidico. Tutti gli organuli cellulari prendono parte in misura diversa al processo di secrezione. Le cellule epiteliali ghiandolari, dunque, possono presentare all'interno del citoplasma percentuali diverse di determinati organuli, necessari per elaborare un secreto specifico. Quindi dal punto di vista ultrastrutturale, le cellule a *secrezione proteica* presenteranno un reticolo endoplasmatico rugoso (RER) molto sviluppato, mentre quelle a *secrezione glicoproteica* presenteranno un apparato di Golgi molto esteso; quelle a *secrezione lipidica*, infine, presenteranno un abbondante reticolo endoplasmatico liscio (REL) oltre a numerosi mitocondri.

13.2 CLASSIFICAZIONE E DERIVAZIONE EMBRIONALE DELLE GHIANDOLE

Il **tessuto epiteliale ghiandolare** può essere suddiviso in due categorie in base al destino del secreto elaborato. Si possono dunque distinguere le ghiandole esocrine o a secrezione esterna e le ghiandole endocrine o a secrezione interna. Le **ghiandole esocrine** sono caratterizzate dalla presenza di una porzione secernente, definita **adenomero**, e da una struttura specializzata chiamata **dotto escretore** mediante il quale riversano il secreto all'esterno dell'organi-

simo (per es., le ghiandole sudoripare e le ghiandole sebacee) o in cavità comunicanti con l'esterno (per esempio, le ghiandole digestive come pancreas e fegato che riversano il secreto nel lume intestinale). Le **ghiandole endocrine**, invece, non presentano il dotto escretore, e riversano il secreto, definito **ormone**, nei vasi sanguigni che irrorano la ghiandola stessa.

Sia le ghiandole esocrine che quelle endocrine si formano dall'**epitelio di rivestimento superficiale**, nel quale un ammasso di cellule (*zaffo epiteliale*) prolifera e successivamente si invagina nel tessuto connettivo sottostante (**Figura 13.1**). Quando l'ammasso cellulare resta in contatto con l'epitelio di rivestimento superficiale, si formano le ghiandole esocrine. In questo caso, lo zaffo epiteliale genera un cordone solido di cellule, la cui parte più profonda forma la porzione secernente della ghiandola, mentre la porzione di collegamento si differenzia nel dotto escretore. Nel caso delle ghiandole endocrine, invece, l'ammasso di cellule perde il collegamento con la superficie epiteliale formando delle strutture isolate che riversano il loro secreto direttamente nei capillari sanguigni (**Figura 13.1**).

13.3 GHIANDOLE ESOCRINE

Le ghiandole esocrine possono essere classificate seguendo diversi criteri relativi alla loro organizzazione strutturale e alla loro forma.

In base al numero di cellule possono essere suddivise in:

- **ghiandole esocrine unicellulari**, formate da una sola cellula;
- **ghiandole esocrine pluricellulari**, formate da più elementi cellulari.

Le ghiandole pluricellulari possono poi essere ulteriormente classificate in base alla sede anatomica, la forma ed il numero della porzione secernente e del dotto escretore, e la modalità di secrezione delle cellule secernenti (**Figura 13.2**):

- in base alla sede si dividono in: **intraepiteliali** ed **extraepiteliali**, queste ulteriormente divise in: **parietali** (intramurali) ed **extraparietali** (extramurali);
- in base alla forma dell'adenomero, ovvero la porzione secernente della ghiandola, sono suddivise in: **tubulari**, **alveolari**, **acinose**, **tubulo-alveolari** e **tubulo-acinose**;
- in base alla ramificazione dei dotti escretori e degli adenomeri si distinguono ghiandole: **semplici**, **ramificate** e **composte**;
- in base alla modalità di secrezione le cellule secernenti si definiscono: **olocrine**, **apocrine** e **merocrine**. Queste ultime possono essere ulteriormente classificate in: **sierose**, **mucose** e **miste** in base alla natura del secreto.

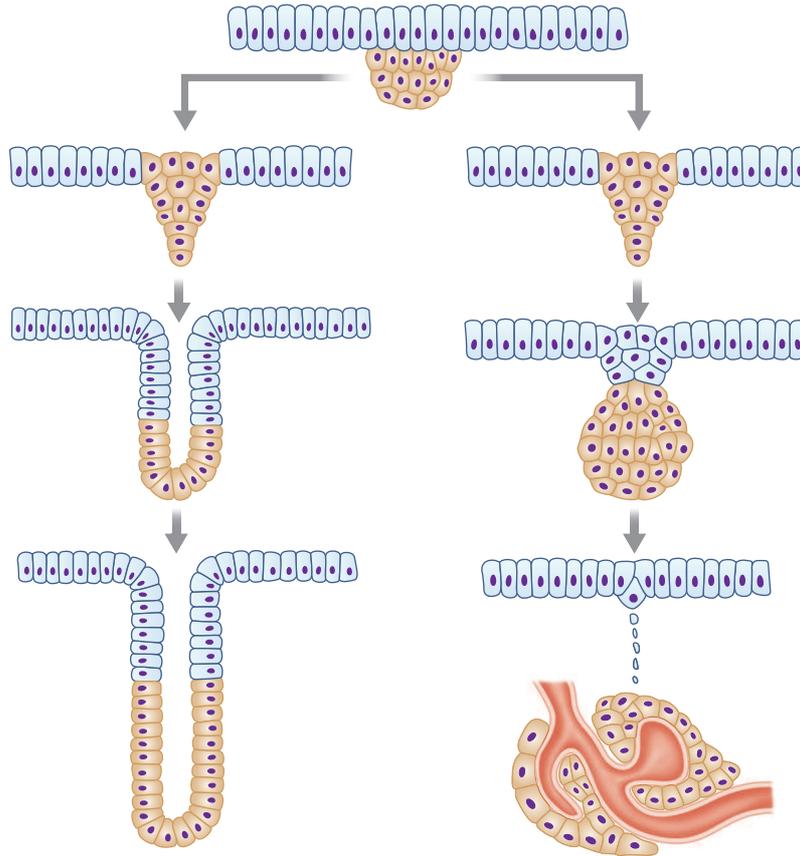


Figura 13.1 ► Rappresentazione schematica che descrive le modalità di sviluppo delle ghiandole esocrine e delle ghiandole endocrine a partire dall'epitelio superficiale.

13.3.1 Ghiandole esocrine unicellulari

L'unica tipologia di ghiandola esocrina unicellulare presente nei mammiferi è la **cellula caliciforme mucipara**. Questa si trova compresa fra le cellule dell'epitelio di rivestimento delle vie digerenti e respiratorie. Il suo nome deriva dal fatto che presenta un tipico aspetto a "calice", in cui la porzione basale (o piede) è sottile, la porzione centrale (o corpo) è voluminosa e la porzione apicale è leggermente ristretta (**Figura 13.3**). La cellula caliciforme viene anche detta mucipara in quanto secerne **muco**, una sostanza la cui componente principale è la mucina, una miscela di glicoproteine, glicosamminoglicani e proteoglicani acidi e neutri. Il muco rappresenta una importante protezione delle superfici epiteliali in cui si trovano intercalate le cellule caliciformi mucipare (**Figura 13.4**). Nell'apparato respiratorio, ad esempio, il muco prodotto da queste cellule protegge l'epitelio dalla disidratazione, umidifica l'aria inspirata e serve ad intrappolare microrganismi e particelle di polvere.

Dal punto di vista ultrastrutturale la cellula caliciforme mucipara presenta una precisa distribuzione degli organuli all'interno del citoplasma. Alla base della cellula si trovano il nucleo, il RER e diversi mi-

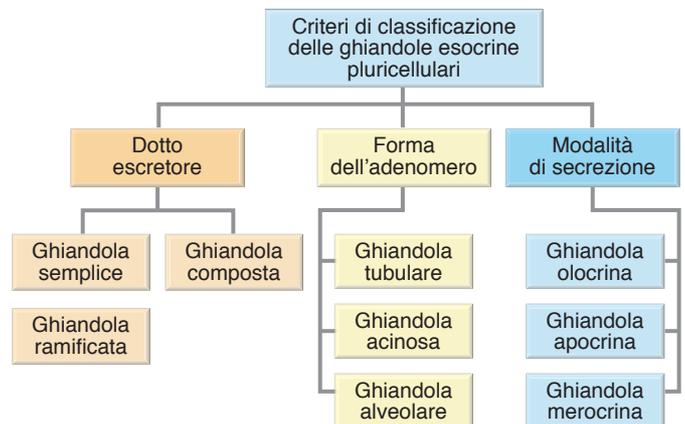


Figura 13.2 ▲ Schema che riassume i diversi criteri di classificazione delle ghiandole esocrine pluricellulari.

tocondri. Superiormente al nucleo si trova un esteso apparato di Golgi, al di sopra del quale sono distribuiti molti granuli rivestiti da membrana contenenti *mucinogeno*. Via via che il mucinogeno viene prodotto, i granuli si accumulano nella porzione apicale della cellula schiacciando il nucleo alla base. La membrana dei granuli si fonde poi con la membrana plasmatica riversando il mucinogeno all'esterno, questo a contatto con l'acqua aumenta di volume e si trasforma in

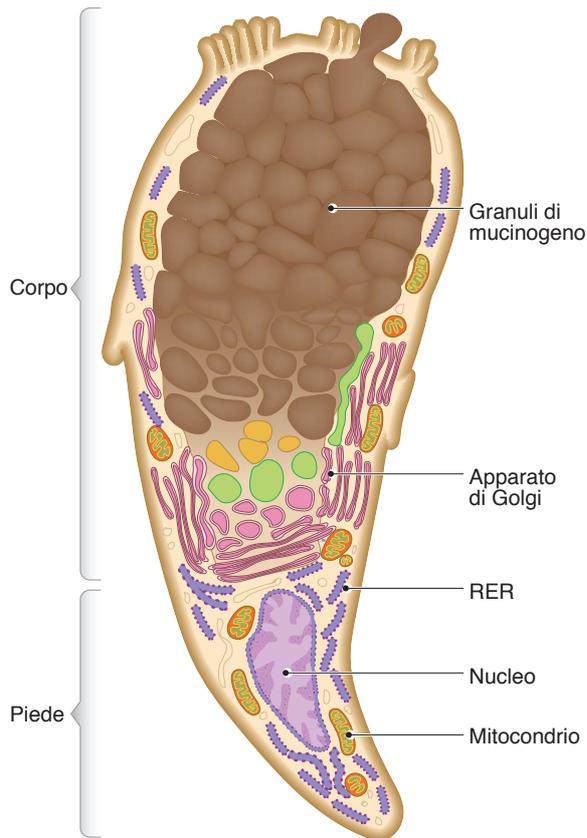
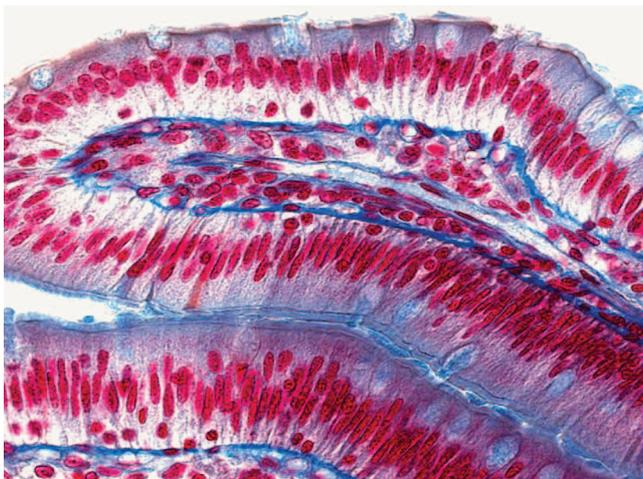


FIGURA 13.3 ▲ Rappresentazione schematica di una cellula caliciforme mucipara. Si nota il nucleo in posizione basale, mentre i numerosi granuli di secrezione occupano la regione apicale espansa di questa cellula. RER: reticolo endoplasmatico rugoso.

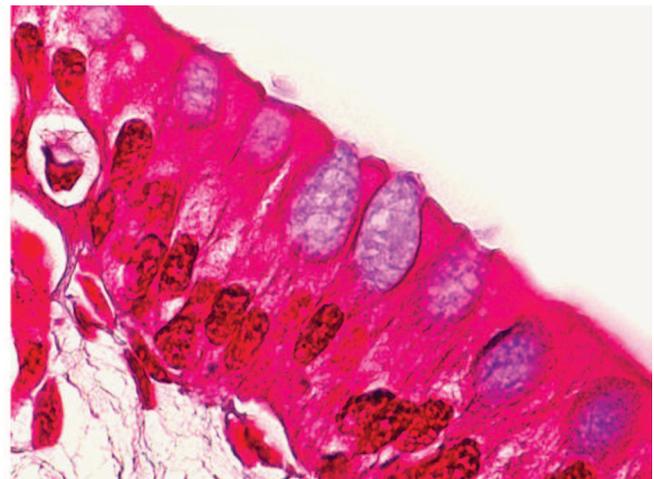
muco che si distribuisce sulla porzione apicale della cellula caliciforme e delle cellule circostanti. Per la loro natura chimica, i granuli di mucinogeno non vengono fissati con le comuni tecniche istologiche per cui la porzione apicale della cellula caliciforme mucipara appare molto chiara all'osservazione al microscopio ottico. Attraverso l'utilizzo di particolari metodi di fissazione e di colorazione il mucinogeno risulta PAS positivo, basofilo e metacromatico per la presenza di glicosamminoglicani solforati o di acido sialico.

13.3.2 Ghiandole esocrine pluricellulari

Come detto in precedenza, le ghiandole esocrine pluricellulari sono formate da più elementi cellulari. In tali ghiandole le cellule si differenziano a formare una porzione secernente detta **adenomero**, formata da cellule che delimitano una cavità centrale (**lu-me**) nel quale viene riversato il prodotto di secrezione, collegata alla superficie epiteliale mediante un **dotto escretore** (porzione escrettrice). Le cellule che costituiscono il dotto escretore hanno le caratteristiche di cellule epiteliali di rivestimento e hanno la funzione di condurre il secreto elaborato verso l'esterno (**Figura 13.5**). Nelle ghiandole pluricellulari di maggiori dimensioni, la componente epiteliale non è sufficiente a mantenere la struttura che viene quindi completata dalla componente connettivale. Pertanto, nelle ghiandole pluricellulari complesse possiamo distinguere il *parenchima* (adenomero e dotto escretore) e lo *stroma*, formato dagli elementi con-



A



B

FIGURA 13.4 ▲ Morfologia dell'epitelio cilindrico semplice dell'intestino tenue. **(A)** Le cellule caliciformi mucipare, colorate in azzurro nella porzione apicale dove si accumulano i granuli di secrezione, sono bene evidenti, frammiste alle cellule epiteliali cilindriche dell'epitelio di rivestimento. La colorazione tricromica permette di evidenziare la membrana basale. **(B)** L'immagine a maggiore ingrandimento permette di osservare la morfologia delle cellule caliciformi mucipare: il nucleo confinato nella regione basale della cellula e i granuli di secreto, che occupano la maggior parte del citoplasma apicale. Anche le cellule epiteliali di rivestimento dell'epitelio cilindrico semplice, provviste di orletto a spazzola nella regione apicale e con il nucleo allungato (ellissoidale) nella regione medio-basale, sono bene evidenti.

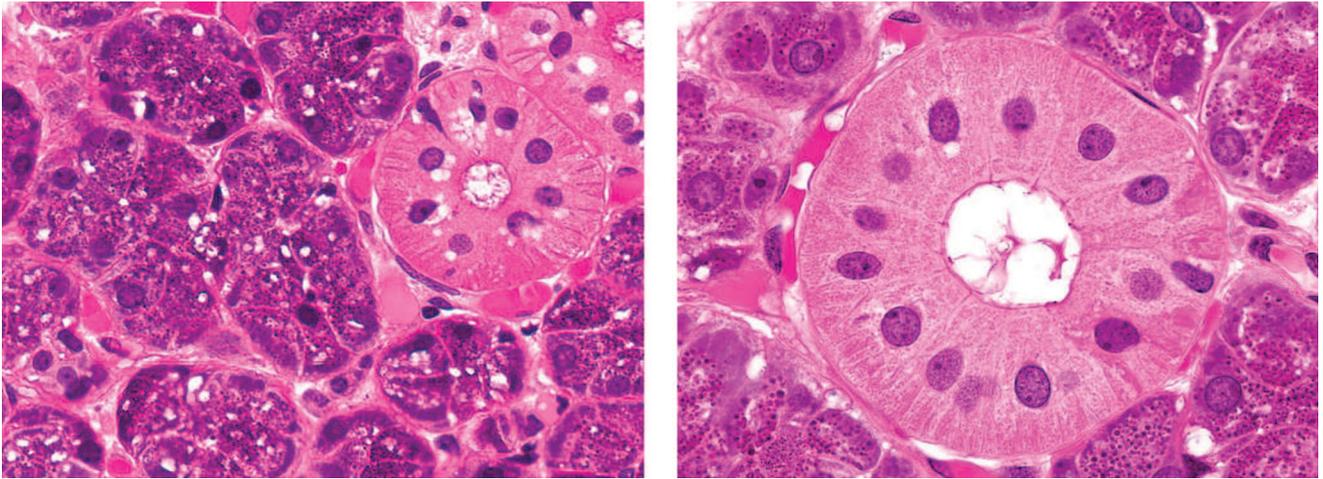


FIGURA 13.5 ▲ Dotti escretori. Le ghiandole esocrine pluricellulari sono composte da due componenti epiteliali: una porzione che produce il secreto (adenomero) e un dotto escretore che convoglia il secreto alla superficie dell'epitelio di rivestimento. I dotti escretori più piccoli, ad esempio i dotti striati, sono costituiti da un epitelio di rivestimento cilindrico o cubico semplice. Dotto striato del pancreas osservato a piccolo ingrandimento (**A**) e a forte ingrandimento (**B**). I dotti escretori di maggiori dimensioni, ad esempio i dotti escretori interlobulari, sono costituiti da un epitelio di rivestimento cilindrico o cubico semplice o pluristratificato, circondato da strati di tessuto muscolare liscio che regolano la contrazione del dotto. Un dotto è detto semplice se non dà ramificazioni collaterali o ramificato se dà ramificazioni collaterali. Colorazione ematossilina-eosina.

nettivali che hanno funzioni trofiche e di sostegno. Lo stroma ghiandolare contiene anche un'abbondante vascolarizzazione e una ricca innervazione che regola l'attività secretoria della ghiandola.

13.3.2.1 Classificazione per posizione

Le ghiandole esocrine pluricellulari possono essere distinte in base alla posizione anatomica che occupano (**Figura 13.6**). Quando le ghiandole esocrine restano comprese nell'epitelio da cui si sono originate vengono definite **intraepiteliali**. Le ghiandole esocrine

intraepiteliali sono formate da ammassi di cellule voluminose (alveolari) che si dispongono a delimitare un piccolo lume che funge da dotto escretore (**Figura 13.7**). Nei mammiferi sono abbastanza rare e in genere sono localizzate in particolari distretti anatomici come l'uretra maschile, i condottini efferenti dell'epididimo e nell'epitelio respiratorio delle cavità nasali.

La maggior parte delle ghiandole esocrine è situata al di fuori dell'epitelio da cui derivano e vengono perciò definite **extraepiteliali** (o **esoepiteliali**). Queste, a loro volta, possono essere suddivise in: **intraparietali** (o intramurali) o **extraparietali**

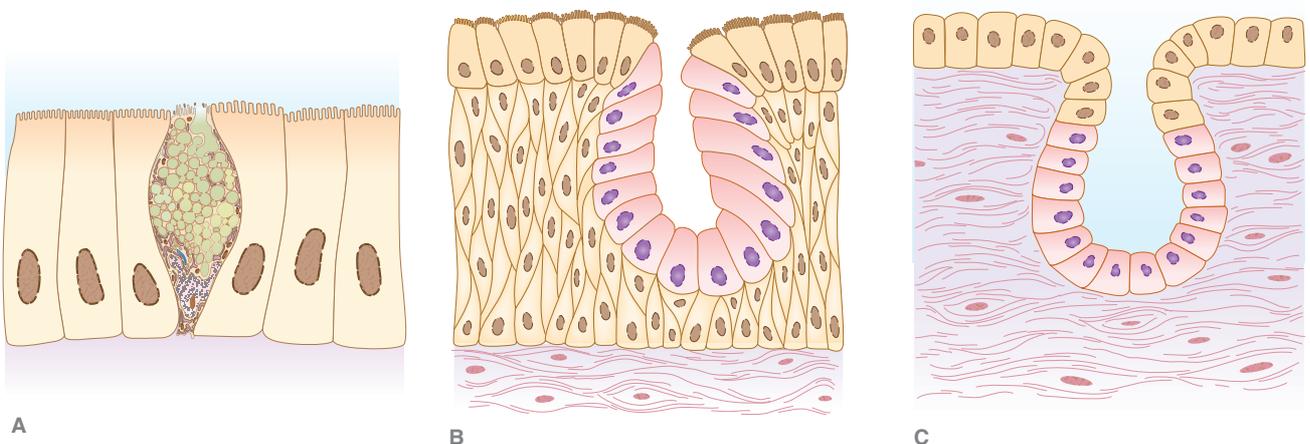


FIGURA 13.6 ▲ Rappresentazione schematica di vari tipi di ghiandole esocrine. (**A**) Ghiandola unicellulare caliciforme mucipara; (**B**) ghiandola pluricellulare intraepiteliale; (**C**) ghiandola pluricellulare esoepiteliale coriale. Le cellule colorate in rosa costituiscono l'adenomero alveolare inserito tra le cellule dell'epitelio di rivestimento.

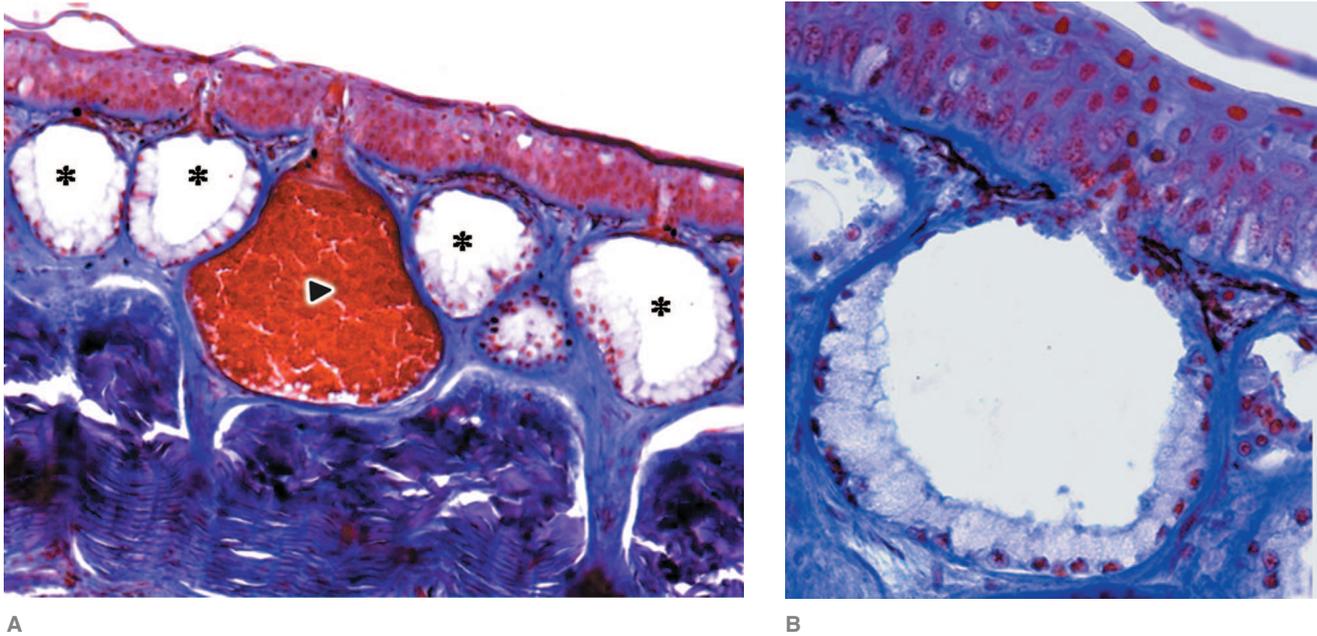


FIGURA 13.7 ▲ (A) Sezione al microscopio ottico di cute di anfibio in cui si osservano ghiandole alveolari semplici: ghiandola mucosa (asterisco) e ghiandola granulosa (punta di freccia). (B) Questa immagine a maggior ingrandimento mostra la morfologia della ghiandola mucosa.

(extramurali) a seconda che restino comprese nello spessore dell'organo nel quale riversano il secreto oppure si sviluppino al di fuori di esso pur rimanendo collegate mediante il dotto escretore. Le ghiandole intraparietali possono trovarsi nello spessore della tonaca propria (**ghiandole coriali**) o nella tonaca sottomucosa (**ghiandole sottomucose**). Esempi di ghiandole intraparietali sono: ghiandole esofagee, tracheali, gastriche ed intestinali. Le ghiandole extraparietali sono localizzate al di fuori dell'organo dal quale si originano e comprendono le ghiandole più grosse dell'organismo: pancreas, fegato e ghiandole salivari maggiori.

13.3.2.2 Classificazione per forma e numero di adenomeri

L'adenomero delle ghiandole esocrine pluricellulari può avere forme differenti e pertanto si possono classificare le ghiandole in: tubulari, alveolari e acinose (**Figura 13.8** e **13.9**).

Se le cellule che compongono l'adenomero si distribuiscono a delimitare un lume a forma di tubo, la ghiandola viene detta **tubulare**. Generalmente nelle ghiandole tubulari non c'è una netta distinzione tra la porzione secernente e la porzione escrettrice. Se l'adenomero ha la forma di un sacco sferico con un lume ampio, la ghiandola viene definita **alveolare**.

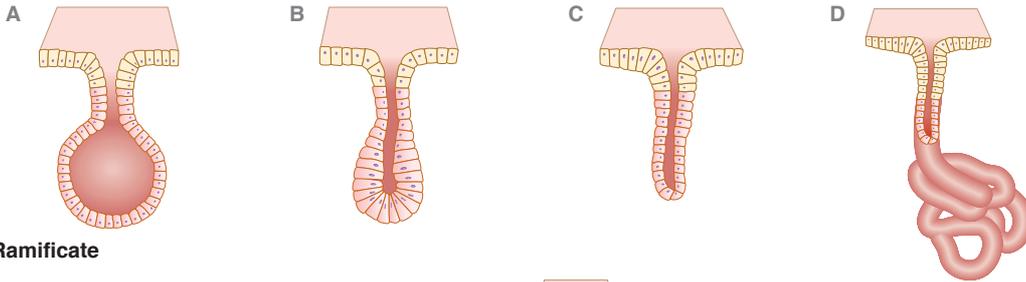
Quando invece l'adenomero è sferico ma delimita un lume sottile la ghiandola è definita **acinosa**. In base al numero degli adenomeri e dei dotti escretori le ghiandole possono essere classificate in semplici, ramificate e composte (**Figura 13.8**).

Se la ghiandola è composta da un solo adenomero collegato a un dotto escretore unico la ghiandola è **semplice**. Esempi di ghiandole tubulari semplici sono le ghiandole gastriche, intestinali (cripte di Lieberkühn) e uterine. Le ghiandole tubulari possono avere un adenomero rettilineo o avvolto su se stesso; in questo caso la ghiandola viene definita **tubulo-glomerulare** o a gomito. Ne sono un esempio le ghiandole sudoripare (**Figura 13.10**).

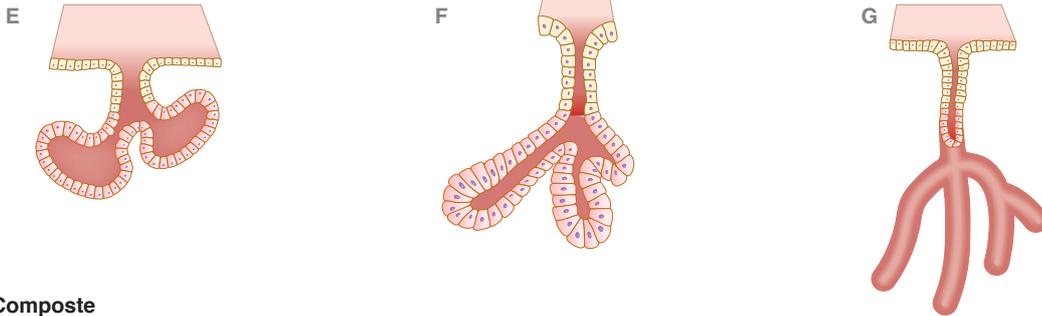
Nei mammiferi le ghiandole alveolari semplici sono assenti ma un esempio è rappresentato dalle ghiandole cutanee degli anfibii (**Figura 13.7**). Le ghiandole sebacee piccole annesse al pelo sono un esempio di ghiandole acinose semplici (**Figura 13.11**).

Se la ghiandola presenta due o più adenomeri che confluiscono in un unico dotto escretore essa viene definita **ramificata**. Gli adenomeri possono essere uguali o diversi fra loro (ghiandole tubulo-alveolari, tubulo-acinose). Esempi di ghiandole tubulari ramificate sono le ghiandole piloriche dello stomaco. Le ghiandole acinose ramificate sono rappresentate dalle ghiandole sebacee della cute e dalle ghiandole tarsali (di Meibomio) i

Semplici



Ramificate



Composte

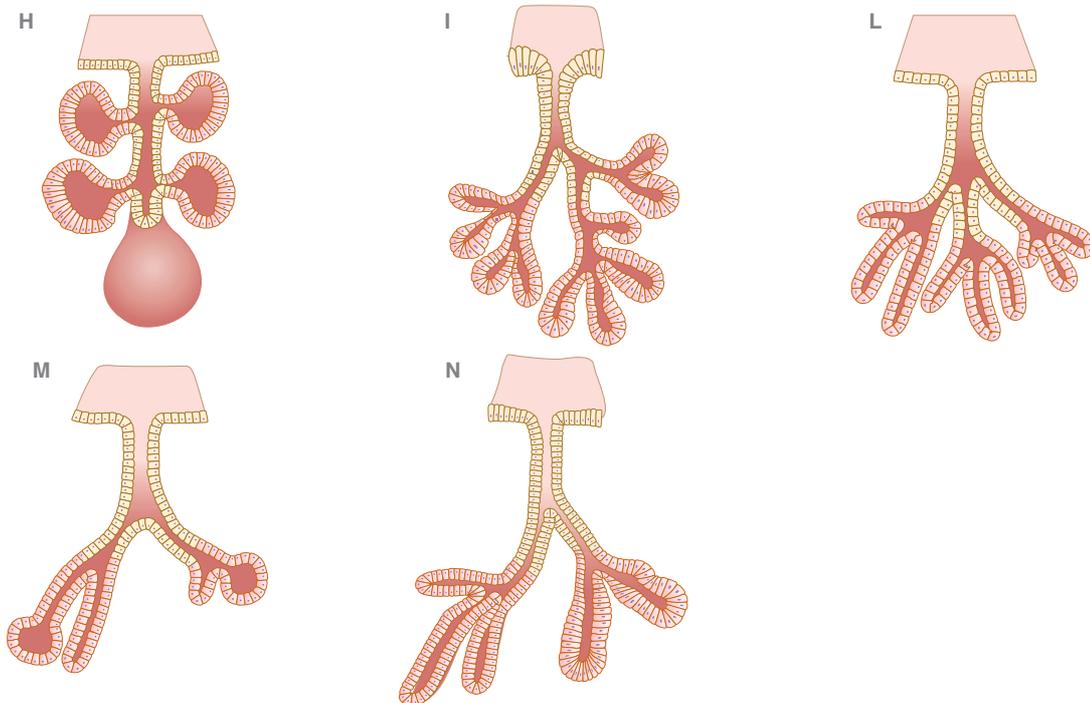


Figura 13.8 ▲ Rappresentazione schematica delle diverse tipologie di ghiandole esocrine. Ghiandole semplici (**A-D**): alveolare (**A**), acinosa (**B**), tubulare (**C**), tubulo-glomerulare (**D**). Ghiandole ramificate (**E-G**): alveolare (**E**), acinosa (**F**), tubulare (**G**). Ghiandole composte (**H-N**): alveolare (**H**), acinosa (**I**), tubulare (**L**), tubulo-alveolare (**M**), tubulo-acinosa (**N**).

cui dotti escretori si aprono nella palpebra posteriore. Appartengono alle ghiandole acinose ramificate anche alcune ghiandole salivari minori. Nell'uomo non sono presenti ghiandole alveolari ramificate.

La ghiandola è definita **composta** quando presenta due o più adenomeri (uguali o diversi fra loro) che confluiscono in più dotti escretori, che

convogliano in un dotto escretore maggiore. Ogni ramificazione dei dotti escretori presenta all'estremità un adenomero che può avere forme differenti. Alle ghiandole tubulari composte appartengono le ghiandole di Brunner del duodeno, le ghiandole di von Ebner della cavità orale. Le ghiandole tubulo-alveolari composte sono rappresentate dalla prostata e dalla ghiandola mammaria attiva

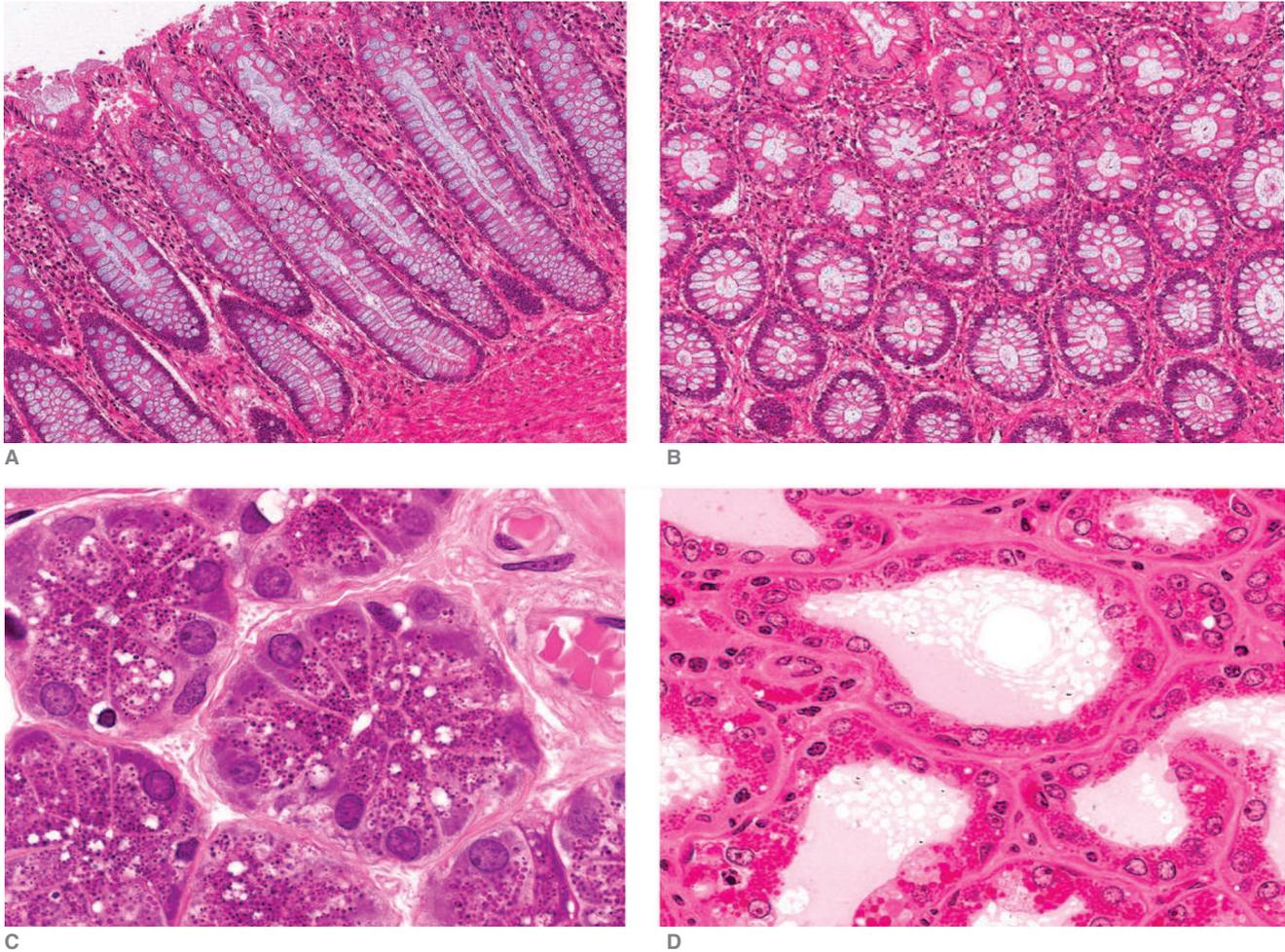


FIGURA 13.9 ▲ In base alla forma, gli adenomeri possono essere suddivisi in tubulari, acinosi e alveolari. **(A)** Tubulari, quando la porzione secernente ha la forma di un sottile tubo a fondo cieco (a dito di guanto) e non c'è una netta separazione tra adenomero e dotto escretore. Le cellule secernenti rilasciano il loro secreto nel lume tubulare dell'adenomero, che si continua con il lume del dotto escretore. **(A)** Adenomeri tubulari in sezione longitudinale e obliqua. **(B)** Adenomeri tubulari in sezione trasversale. **(C)** Acinosi, se l'adenomero ha una forma sferica e un lume molto piccolo (in alcuni casi è talmente piccolo da essere definito lume virtuale) delimitato da cellule di forma piramidale. **(D)** Alveolari, quando la forma dell'adenomero è grossolanamente sferica ma il lume è molto ampio, spesso irregolare e delimitato da cellule la cui forma (pavimentosa, cubica o cilindrica) è correlata allo stato funzionale della ghiandola. Colorazione ematossilina-eosina.

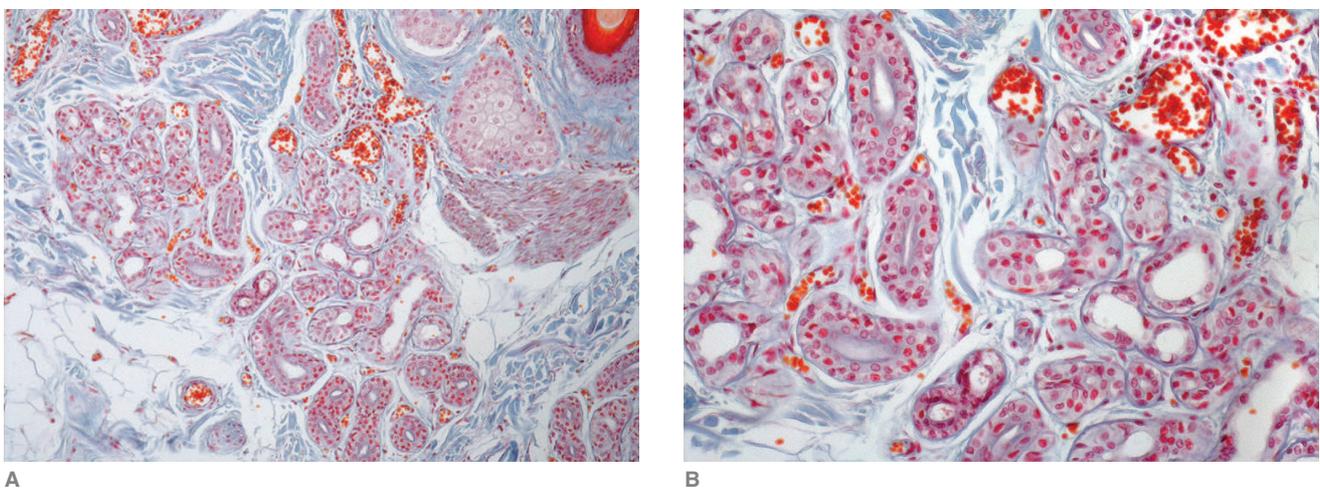


FIGURA 13.10 ▲ Sezione di ghiandola tubulo-glomerulare. Colorazione tricromica. **(A)** Nell'immagine sono presenti adenomeri in sezione trasversale che formano una ghiandola sudoripara tubulo-glomerulare presente nel derma sottocutaneo. **(B)** L'immagine a maggiore ingrandimento mostra alcuni adenomeri tipicamente tubulari, altri convoluti con la caratteristica conformazione ad 8. Il tessuto connettivo che circonda gli adenomeri è distinguibile per il colore azzurro.

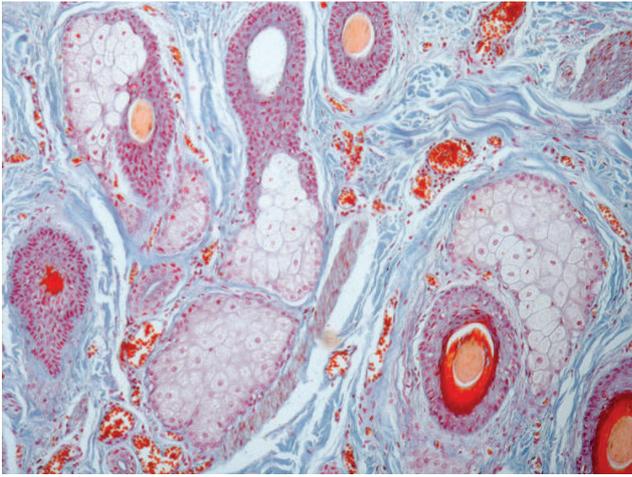


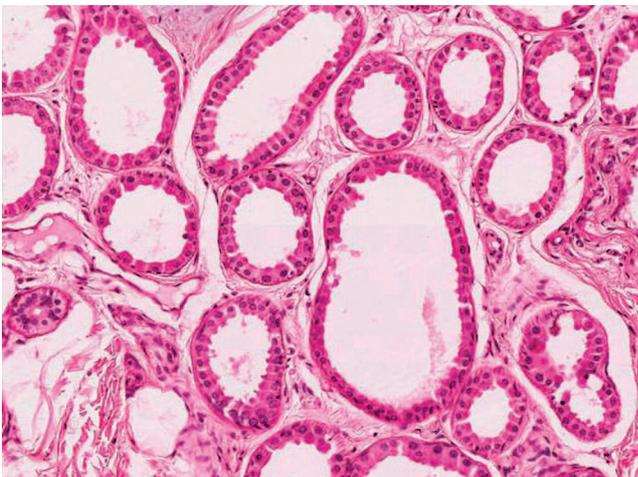
FIGURA 13.11 ▲ Sezione di ghiandola acinosa. Colorazione tricromica. L'immagine mostra le ghiandole sebacee di alcuni follicoli piliferi della cute. Gli adenomeri, di forma tondeggianti, sboccano nel follicolo pilifero. Le cellule che li costituiscono appaiono poco colorate per la presenza di numerose gocce lipidiche che riempiono il citoplasma e che sono rilasciate per secrezione olocrina.

(Figura 13.12). Quest'ultima presenta una particolarità poiché i condotti escretori minori non confluiscono in un unico dotto escretore maggiore ma si aprono indipendentemente l'uno dall'altro a livello del capezzolo. Il secreto prodotto, il latte, contiene proteine, lipidi, lattosio, anticorpi, vitamine liposolubili, sali minerali e leucociti, quali linfociti e monociti. Le ghiandole tubulo-acinose composte sono le più comuni; esse sono generalmente di grandi dimensioni e sono rappresentate dal pancreas, dalle ghiandole salivari maggiori (Figura 13.13) (parotide) e dalle ghiandole lacrimali.

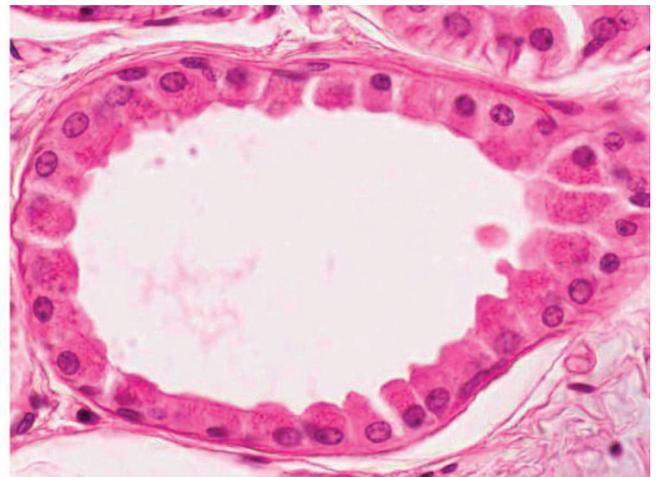
13.3.2.3 Classificazione in base alla modalità di secrezione

Un ulteriore criterio per classificare le ghiandole esocrine pluricellulari è quello di valutare la modalità con cui le cellule dell'adenomero rilasciano all'esterno il secreto prodotto e possono essere distinte in: olocrine, apocrine e merocrine (Figura 13.14).

Le **ghiandole a secrezione olocrina** (dal greco *όλος*, tutto) sono quelle in cui le cellule accumulano nel citoplasma il prodotto di secrezione che viene eliminato insieme a tutta la cellula che, dunque, costituisce essa stessa il secreto. Le ghiandole olocrine devono necessariamente possedere una riserva di cellule staminali che proliferando vanno a sostituire le cellule che sono state eliminate durante il processo di secrezione. Dal punto di vista strutturale, le ghiandole olocrine sono costituite da un epitelio stratificato che poggia su una lamina basale. Lo strato più profondo è quello germinativo ed è formato da cellule cubiche che presentano un nucleo sferico disposto centralmente. Via via che si dividono per mitosi, una delle due cellule prodotte migra verso il centro della ghiandola (il lume) e aumenta di volume per l'accumulo di goccioline lipidiche. Contemporaneamente il nucleo diventa picnotico e scompare e gli organuli iniziano a degenerare in modo che le goccioline lipidiche possano occupare tutto lo spazio citoplasmatico. La cellula si frammenta e viene secreto tutto il contenuto cellulare. Un esempio di secrezione olocrina è quello delle ghiandole sebacee presenti nella cute che producono **sebo**, una sostanza oleosa ricca di colesterolo, trigliceridi e detriti delle cellule secretorie che ha



A



B

FIGURA 13.12 ▲ Sezione di ghiandola tubulo-alveolare composta. Colorazione con ematosilina-eosina. (A) L'immagine mostra una sezione di ghiandola mammaria in fase di allattamento in cui, a piccolo ingrandimento, sono riconoscibili adenomeri di forma tubulare e adenomeri alveolari, voluminosi. (B) A forte ingrandimento si osserva che alcune cellule secretorie presentano protrusioni apicali tipiche della secrezione apocrina (secrezione per gemmazione).

la funzione di lubrificare e rendere impermeabile la pelle, i capelli e i peli.

Le **ghiandole a secrezione apocrina** (dal greco *ἀπό*, lontano) sono costituite da cellule secernenti che accumulano il prodotto di secrezione nella porzione apicale della cellula che viene eliminata insieme al prodotto di secrezione. In questo caso, però, poiché il nucleo si trova nella porzione basale, la cellula non deve essere sostituita ma subisce solo un processo di rinnovamento e accrescimento. La ghiandola mammaria durante la lattazione e alcuni tipi di ghiandole sudoripare, spesso annesse al pelo, sono esempi di ghiandole a secrezione apocrina.

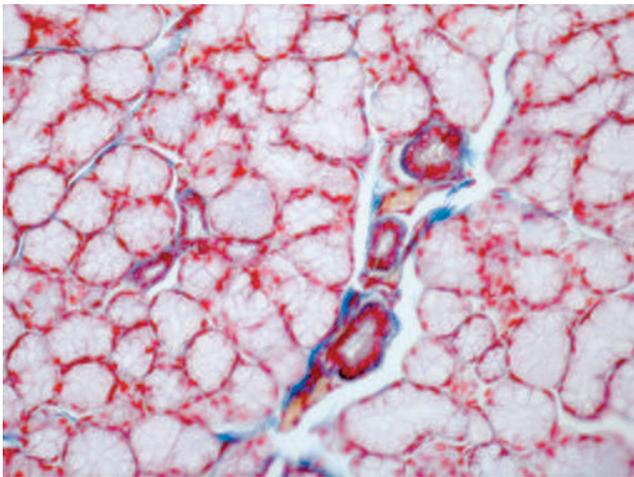


FIGURA 13.13 ▲ Sezione di ghiandola tubulo-acinosa composta. Ghiandola salivare sottolinguale. Colorazione tricromica. Gli adenomeri sono formati da cellule di forma piramidale disposte a delimitare un lume ristretto. Il citoplasma ricco di mucinogeno appare poco colorato e mette in risalto il nucleo eterocromatico disposto alla base della cellula. Da notare tre dotti escretori minori in sezione trasversale.

Le **ghiandole a secrezione merocrina** (dal greco *μέρος*, parte) sono le più diffuse. In esse le cellule secernenti espellono il secreto, contenuto in granuli di secrezione, per esocitosi, pertanto la cellula rimane integra e non subisce modifiche conformazionali. Un particolare tipo di secrezione merocrina è quella eccrina che riguarda la secrezione di elettroliti e piccole molecole. È caratteristica delle ghiandole sudoripare.

Le ghiandole a secrezione merocrina possono essere ulteriormente classificate in base alla natura chimica del secreto in: sierose, mucose o miste. Le **ghiandole sierose** producono un liquido chiaro e acquoso costituito da proteine, prevalentemente con attività enzimatica. Sono generalmente ghiandole di tipo tubulo-acinoso in cui l'adenomero è formato da cellule piramidali tronche. Il nucleo, rotondeggiante, occupa la porzione basale della cellula in cui è presente anche un abbondante RER, responsabile della basofilia di tali cellule. L'apparato di Golgi si trova al di sopra del nucleo ed è anch'esso molto esteso. Dalla sua porzione *trans* si staccano numerose vescicole contenenti granuli di zimogeno che contengono gli enzimi prodotti dal sistema delle endomembrane. Tali vescicole sono poi rilasciate per esocitosi nel lume dell'acino che lo convoglia poi nel dotto escretore. Il pancreas esocrino e la parotide sono le principali ghiandole sierose (**Figura 13.15**). Anche le ghiandole lacrimali sono a secrezione sierosa. Le ghiandole sierose possono essere facilmente riconosciute al MO perché le cellule che le compongono appaiono di colore scuro in quanto il prodotto proteico elaborato è ben conservato dai comuni fissativi e si colora intensamente con tutti i coloranti.

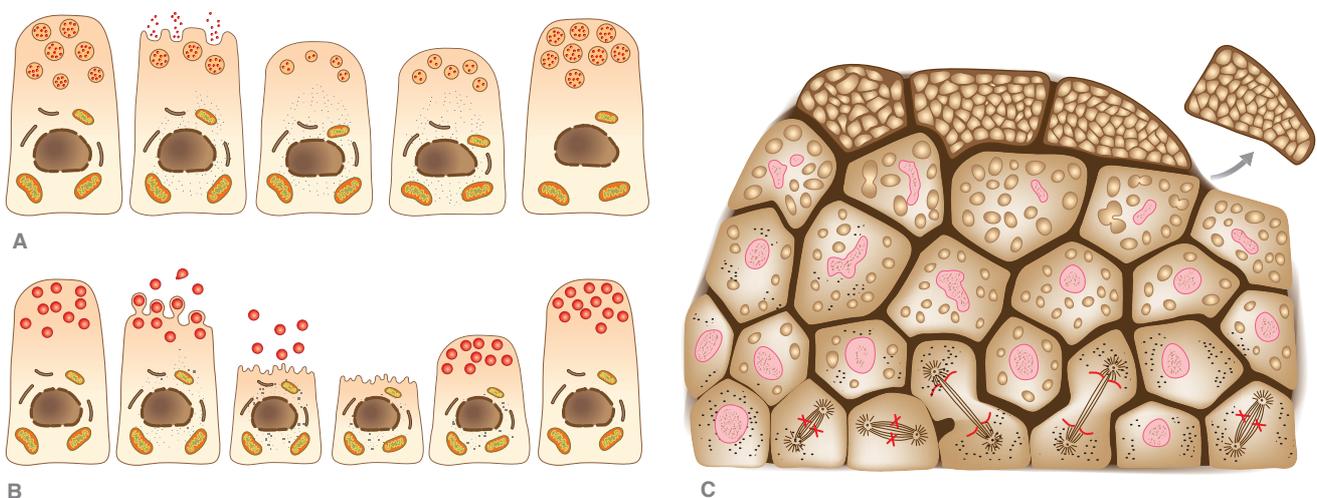


FIGURA 13.14 ▲ Rappresentazione schematica delle diverse modalità di secrezione. **(A)** La secrezione merocrina è regolata da un normale meccanismo di esocitosi. **(B)** Nella secrezione apocrina i granuli di secreto si accumulano nella parte apicale della cellula che al momento della secrezione si distacca per gemmazione ed entra a far parte del secreto. **(C)** La secrezione olocrina è caratterizzata dal disfacimento dell'intera cellula all'atto della secrezione.

Isabella Dalle Donne

Citologia e Istologia

Accedi all'ebook e ai contenuti digitali > Espandi le tue risorse > con un libro che **non pesa** e si **adatta** alle dimensioni del tuo **lettore**



All'interno del volume il **codice personale** e le istruzioni per accedere alla versione **ebook** del testo e agli ulteriori servizi. L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

