


Nel 1975 la pubblicazione della prima edizione americana di *Biochimica* cambiò per sempre il modo di concepire la biochimica. In questa edizione, pur restando fedeli alla visione della biochimica di Lubert Stryer nel modo di spiegare struttura e funzione delle molecole, il metabolismo, la sua regolazione e le tecniche di laboratorio, abbiamo introdotto nuove modalità didattiche per coinvolgere chi studia nel processo di apprendimento.


Tra i nostri obiettivi c'è sempre stato quello di aiutare chi studia a trovare le connessioni tra la biochimica, la propria vita e il mondo circostante. In particolare, usiamo la prospettiva evuzionistica per portare alla luce le connessioni tra gli organismi, le implicazioni cliniche rilevanti per la fisiologia umana e l'importanza della biochimica nel migliorare la nostra vita, grazie anche alle applicazioni biotecnologiche.

■ I percorsi tematici


EVOLUZIONE MOLECOLARE

 Il filosofo francese Pierre Teilhard de Chardin, a proposito dell'evoluzione, scriveva «Una luce che illumina tutti i fatti, una curvatura che tutte le linee devono subire: ecco ciò che rappresenta l'evoluzione». Ogni via metabolica e ogni struttura molecolare descritte in questo libro è stata modellata dall'evoluzione, per questo gli aspetti evuzionistici sono trattati capillarmente lungo l'intero testo. Per enfatizzare ulteriormente il primato dell'evoluzione a livello dei singoli argomenti, i punti in cui si trattano i passaggi biochimici cruciali nell'evoluzione dei viventi sono segnalati con un'icona che raffigura un **albero filogenetico**.

APPLICAZIONI CLINICHE

 Le vie e i processi biochimici sono illustrati sempre all'interno del loro contesto fisiologico, chiarendo il funzionamento della biochimica nel corpo umano a riposo e durante l'attività fisica, nonché in situazione di salute, malattia e stress. Le trattazioni più approfondite o emblematiche di questi aspetti sono segnalate dal simbolo del **caduceo**.

APPLICAZIONI INDUSTRIALI **NOVITÀ!**

 La biochimica è uno strumento essenziale in diversi processi industriali, tra cui quelli dei settori farmaceutico, biotecnologico, energetico e agricolo. Gli esempi di applicazioni industriali sono indicati dall'icona che raffigura una **provetta**.

L'elenco completo dei percorsi tematici segnalati dai simboli descritti sopra si può consultare a pagina XXII.

■ I concetti chiave della biochimica

Diversi capitoli trattano l'argomento principale anche nell'ottica di fornire i fondamenti concettuali per comprendere gli aspetti chiave della biochimica. In particolare, segnaliamo:

- il capitolo 7 (emoglobina), che illustra la stretta connessione tra funzione e struttura nelle proteine;
- i capitoli dall'8 al 10 (enzimi), che spiegano da dove gli enzimi derivano il potere catalitico, la specificità e la capacità di controllare e guidare le trasformazioni chimiche ed energetiche;
- il capitolo 15, che permette di comprendere i concetti di base e gli schemi di funzionamento generale delle vie metaboliche, prima di addentrarsi nelle vie biochimiche specifiche trattate nei capitoli successivi;
- il capitolo 27, che illustra l'integrazione dei metabolismi incentrandola sull'omeostasi calorica salutare e i suoi estremi disfunzionali: obesità e inedia. In questo capitolo, inoltre, sono introdotte le basi biochimiche dei benefici di un esercizio fisico regolare.

I punti di forza di questo libro

I nuovi strumenti per imparare

■ Una comprensione immediata

SCRITTURA CHIARA E ILLUSTRAZIONI FACILI DA INTERPRETARE Il linguaggio della biochimica è curato attentamente per essere accessibile a chi lo incontra per la prima volta. Viene presentato un flusso logico di idee, descritto con parole semplici e in modo lineare, corredato da illustrazioni che aiutano a comprendere e memorizzare sia i concetti generali sia i dettagli.

UN CONCETTO ALLA VOLTA Ogni figura illustra un solo concetto, favorendo la comprensione degli aspetti principali senza distrarre con un eccesso di dettagli.

Nello sviluppare questa nuova edizione siamo rimasti fedeli all'integrità del testo originale di Stryer e ci siamo focalizzati sul fornire strumenti per aiutare chi studia biochimica a gestire la complessità del corso, ad avere un maggior coinvolgimento attivo nello studio e a portare al massimo livello le capacità di problem solving attraverso:

- le attività per sviluppare le capacità di problem solving e per l'apprendimento attivo;
- l'integrazione tra testo e contenuti digitali (*vedi* il paragrafo *Le risorse digitali*).

Gli esercizi contrassegnati da un numero dentro un pallino arancione (✓ 3) sono collegati agli *Obiettivi didattici* indicati in apertura di ciascun capitolo.

✓ OBIETTIVI DIDATTICI

Lo studio di questo capitolo vi permetterà di raggiungere i seguenti obiettivi.

1. Identificare le tappe ripetitive della demolizione degli acidi grassi.
2. Descrivere i corpi chetonici e il loro ruolo nel metabolismo.
3. Spiegare come vengono sintetizzati gli acidi grassi.
4. Spiegare in che modo è regolato il metabolismo degli acidi grassi.

Alle cellule in coltura sono stati aggiunti in sequenza dinitrofenolo (DNP), l'inibitore della glicolisi 2-deossiglucosio (DG) e rotenone. ✓ 1 ✓ 2 ✓ 3

- a. Qual è l'effetto su OCR ed ECAR dell'aggiunta di DNP alle colture cellulari? Spiegate questi risultati.
- b. Spiegate l'effetto dell'aggiunta di DG.
- c. Spiegate in che modo il DG agisce come inibitore della glicolisi.
- d. Spiegate l'effetto dell'aggiunta di rotenone.

■ Le attività per sviluppare le capacità di problem solving e per l'apprendimento attivo

ESERCITARSI CON IL PROBLEM SOLVING In ogni capitolo sono fornite numerose opportunità per mettere alla prova le proprie capacità nella risoluzione dei problemi e per applicare i concetti teorici descritti nel testo. I problemi al termine del capitolo variano per impostazione e per grado di difficoltà, così da risultare adeguati ai diversi stili di apprendimento e promuovere lo sviluppo di diversi approcci nel problem solving.

I PROBLEMI COMPLESSI Esistono quattro categorie di problemi per favorire l'acquisizione di elevate capacità di problem solving:

- i **Problemi sui meccanismi** richiedono di suggerire o descrivere un meccanismo chimico per spiegare una reazione biochimica;
- i **Problemi di interpretazione dei dati** prevedono la capacità di trarre delle conclusioni dopo aver analizzato dei dati che derivano dalla ricerca di laboratorio e sono stati pubblicati in articoli scientifici;
- i **Problemi trasversali al capitolo** possono essere risolti mettendo in connessione più concetti trattati in paragrafi diversi;
- **NOVITÀ!** In **Ragiona > Discuti > Condividi** vengono proposti dei quesiti adeguati per l'apprendimento attivo cooperativo e orientati a sviluppare il pensiero critico e il problem solving.

NOVITÀ! Strategie di problem solving Venticinque problemi sono "spacchettati" per illustrare alcune strategie di risoluzione che possono essere applicate a un'ampia gamma di problemi biochimici. Sono raccolti in schede di approfondimento al termine di alcuni capitoli (per l'elenco *vedi* l'*Indice generale*).

Ulteriori esercizi e tutorial sono disponibili nel sito del libro (*vedi* il paragrafo *Le risorse digitali*).

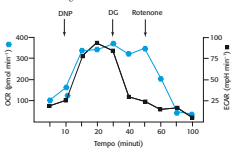
544 | Capitolo 18 | La fosforilazione ossidativa

riportano che l'assunzione di vitamine antiossidanti potrebbe attenuare gli effetti benefici dell'esercizio fisico nei confronti della protezione dei danni da ROS.

- a. Quali sono le vitamine antiossidanti?
- b. Come fa l'esercizio fisico a proteggere dai danni da ROS?
- c. Spiegate perché le vitamine antiossidanti dovrebbero contrapporsi agli effetti dell'esercizio fisico.

Problema trasversale al capitolo e analisi dei dati

55. Monitorare le fonti di energia. La tecnologia XF (Seahorse Bioscience) permette di misurare la velocità della respirazione aerobica e della fermentazione lattica contemporaneamente e in tempo reale nelle colture cellulari. L'entità della respirazione aerobica si determina misurando la velocità del consumo di ossigeno. OCR (*Oxygen Consumption Rate*, misurata in picomoli di ossigeno consumato al minuto), mentre la velocità della glicolisi è correlata alla velocità di acidificazione extracellulare, o ECAR (*Extracellular Acidification Rate*, espressa in millimoli di pH al minuto, cioè la variazione di pH che si verifica nel tempo). Il grafico presentato di seguito mostra i risultati di un esperimento realizzato con l'impiego della nuova tecnologia.



Alle cellule in coltura sono stati aggiunti in sequenza dinitrofenolo (DNP), l'inibitore della glicolisi 2-deossiglucosio (DG) e rotenone. ✓ 1 ✓ 2 ✓ 3

- a. Qual è l'effetto su OCR ed ECAR dell'aggiunta di DNP alle colture cellulari? Spiegate questi risultati.
- b. Spiegate l'effetto dell'aggiunta di DG.
- c. Spiegate in che modo il DG agisce come inibitore della glicolisi.
- d. Spiegate l'effetto dell'aggiunta di rotenone.

Problema sull'interpretazione dei dati

56. Malattia mitocondriale. È stata identificata una mutazione nel gene mitocondriale che codifica un componente dell'ATP sintasi. Le persone affette da questa mutazione soffrono di debolezza muscolare, atassia (perdita di coordinazione motoria) e retinite pigmentosa (una degenerazione della retina). È stata effettuata una biopsia tissutale su ciascuno dei tre pazienti portatori di questa mutazione e sono state isolate particelle mitocondriali che si sono dimostrate in grado di effettuare la sintesi di ATP sostenuta dal succinato. Anzitutto, è stata misurata l'attività dell'ATP sintasi in se-

guito all'aggiunta di succinato e sono stati ottenuti i seguenti risultati. ✓ 1 ✓ 2 ✓ 3

	Attività dell'ATP sintasi (nmol di ATP formato min ⁻¹ mg ⁻¹)
Controlli	3,0
Paziente 1	0,25
Paziente 2	0,11
Paziente 3	0,17

a. Per quale motivo è stato aggiunto succinato?
b. Quali è l'effetto della mutazione sulla sintesi di ATP accoppiata al succinato?

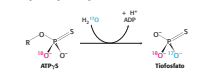
Successivamente, è stata misurata l'attività ATPasica dell'enzima inculcando la particella mitocondriale con ATP in assenza di succinato.

	Idrolisi di ATP (nmol di ATP idrolizzato min ⁻¹ mg ⁻¹)
Controlli	2,5
Paziente 1	3,0
Paziente 2	2,5
Paziente 3	3,1

c. Perché non è stato aggiunto succinato alla reazione?
d. Quali è l'effetto della mutazione sull'idrolisi dell'ATP?
e. Che cosa indicano questi risultati, insieme a quelli ottenuti nel primo esperimento, riguardo alla natura della mutazione?

Problemi sui meccanismi

57. Indizio chirale. L'ATP_s, un analogo lentamente idrolizzabile dell'ATP, può essere usato per sondare il meccanismo delle reazioni di trasferimento dei gruppi fosforici. È stato sintetizzato ATP_s chirale contenente ¹⁴C in una specifica posizione e ¹⁸O normale in un'altra posizione della molecola. L'idrolisi di questa molecola chirale, per opera dell'ATP sintasi, in acqua arricchita di ¹⁸O forma [¹⁴C-¹⁸O₂-¹⁸O] tiolato inorganico come la configurazione assoluta riportata di seguito. Per contro, l'idrolisi di questo ATP_s chirale, per opera di un'ATPasi muscolare che trasporta calcio, di tiolato avviene la configurazione opposta. Qual è l'intersezione più semplice di questi dati? ✓ 1 ✓ 2 ✓ 3



Ragiona > Discuti > Condividi

58. Illustrare la correlazione funzionale e strutturale tra il ciclo dell'acido citrico e la catena di trasporto degli elettroni.

59. Spiegate come viene regolata la respirazione cellulare. Prendete in esame il ruolo della glicolisi, del ciclo dell'acido citrico, della catena di trasporto degli elettroni e della compensazione della respirazione cellulare nei mitocondri.

Recenti scoperte e progressi scientifici

La biochimica è un settore di studio entusiasmante e molto dinamico. I due modi che abbiamo scelto per evidenziare le scoperte più recenti sono:

- la rappresentazione delle **strutture macromolecolari** attraverso le illustrazioni realizzate da Jeremy Berg e Gregory Gatto, basate sui dati più recenti ottenuti mediante cristallografia a raggi X, RMN e criomicroscopia elettronica. Per la maggior parte dei modelli molecolari nelle didascalie è fornito anche il codice PDB (Protein Data Bank) da inserire nel sito www.pdb.org per poter manipolare le strutture 3D usate come base per le illustrazioni. I modelli sono direttamente accessibili anche attraverso l'app **GUARDA!**;
- **NOVITÀ!** L'inserimento di oltre 30 nuovi approfondimenti su scoperte sorprendenti, metodi di ricerca contemporanei e fenomeni particolarmente curiosi chiariti alla luce della biochimica. Questi approfondimenti sono trattati nelle schede **Un passo in più**.

■ Le schede **Un passo in più**

Le schede *Un passo in più* si trovano al termine di tutti i capitoli e possono contenere:

- *Strategie di problem solving*, che, come già accennato, illustrano i metodi generali per risolvere i problemi in ambito biochimico;
- schede che approfondiscono le convenzioni usate per illustrare e classificare le molecole e i processi biochimici, per esempio *Come si rappresentano le strutture molecolari* (capitoli 1 e 2), *I meccanismi di reazione e l'uso delle frecce* (capitolo 2), *Gli enzimi vengono classificati in base ai tipi di reazione che catalizzano* (capitolo 8);

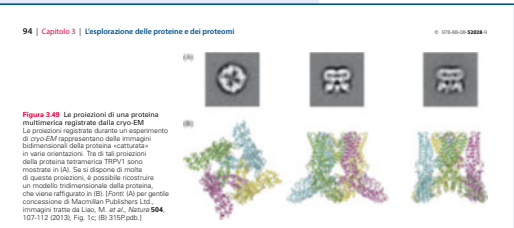


Figura 1.40 Le proiezioni di una proteina multimerica registrata dalla cryo-EM. Le proiezioni registrate durante un esperimento di cryo-EM rappresentano delle immagini bidimensionali della proteina ricostituita in varie orientazioni. Tra di tali proiezioni della proteina appaiono TEMPI sono mostrate in 3D. Se si dispone di molte di queste proiezioni, è possibile ricostruire un modello tridimensionale della proteina, che viene raffinato in 3D. (Fonte: dati per gentile concessione di Maximilian Pfaffinger, L'Università di Mainz, M. et al., *Nature* 504, 107-112 (2013), Fig. 1c; (B) 315F.pdb.)

proteine ha chiarito molti aspetti sul suo meccanismo d'azione, in particolare su come le **enzimi riconoscono** e legano altre molecole, enzimatica, come si ripete. Lo straordinario numero di disposizione degli studi l'intera ricerca biochimica e della fisica.

UN PASSO IN PIÙ
Strategie di problem solving

Il pensiero critico e la capacità di risolvere problemi sono processi essenziali per una comprensione completa e concreta della biochimica. Nelle schede *Strategie di problem solving* presentiamo diversi modi di ragionare sui problemi e di ricavare soluzioni. Proprio come in biochimica certi concetti richiedono approcci di tipo diverso per poter essere compresi, così tipi diversi di problemi necessitano di strategie risolutive differenti.

PROBLEMA: ritimare le dimensioni di una proteina. Le mobilità elettroforetiche relative di due proteine di 30 kDa e di 92 kDa, utilizzate come standard di riferimento su gel di SDS-polarizzazione, sono rispettivamente 0,80 e 0,41. Qual è la massa apparente di una proteina che presenta, sullo stesso gel, una mobilità relativa di 0,62?

SOLUZIONE: ricondare da pagina 67 e dalla Figura 3.10 che la mobilità elettroforetica relativa delle proteine è proporzionale al logaritmo delle loro masse individuali.

Per la proteina A (la più piccola) si ha:
 $\log(\text{massa}) = \log(30 \text{ kDa}) = 1,48$ e mobilità = 0,80

Per la proteina B (la più grande) si ha:
 $\log(\text{massa}) = \log(92 \text{ kDa}) = 1,96$ e mobilità = 0,41

fissati questi due punti, determiniamo l'equazione di una retta passante per questi due punti.

La pendenza della retta gen
 $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{0,41 - 0,80}{1,96 - 1,48} = -0,81$

Per determinare l'equazione pletare l'equazione con que
 $y - 0,80 = -0,81(x - 1,48)$

Ora che abbiamo ricavato l'equazione, cerchiamo di trovare il valore di x che ci dà una mobilità di 0,62. Sostituendo $y = 0,62$ nell'equazione, otteniamo:

$0,62 - 0,80 = -0,81(x - 1,48)$
 $-0,18 = -0,81(x - 1,48)$
 $0,18 = 0,81(x - 1,48)$
 $0,222 = x - 1,48$
 $x = 1,702$

Ricondare che questo valore sta protimal. Ora doviamo verso di 1,70, e cioè 10^{1,70} nostra proteina, otteniamo

UN PASSO IN PIÙ | Un potenziale antidoto per l'avvelenamento da monossido di carbonio? | 201

UN PASSO IN PIÙ
Un potenziale antidoto per l'avvelenamento da monossido di carbonio?

La neuroglobina è stata oggetto di approfondite ricerche, in quanto possiede alcune caratteristiche uniche. Svolge un ruolo preventivo quando l'apoptosi ematico al cervello è ridotto – una situazione clinica denominata **ischemia**. Inoltre, la struttura della neuroglobina è unica, nel senso che l'istidina distale (His 64) si lega direttamente al gruppo eme e viene rimossa in seguito al legame dell'ossigeno (Figura 7.33). Le globine di questo tipo vengono spesso definite **globine cacciatrici**. Per di più, la neuroglobina lega ligandi come l'ossigeno e il monossido di carbonio in modo piuttosto saldo; per esempio, la neuroglobina umana lega O₂ con una P₅₀ di 1 Torr. Allo scopo di studiare le proprietà di coordinazione del gruppo eme della neuroglobina, i ricercatori hanno sfruttato la mutagenesi diretta da macrotubi (*evol* par. 5.2) per sostituire la catena laterale dell'istidina distale con altri residui. Nel corso di questi studi, un gruppo di scienziati ha fatto una scoperta notevole: quando la mutazione consisteva in una sostituzione di His 64 della neuroglobina umana con una glutammina, e venivano anche mutate le tre cisteine superficiali per migliorare la solubilità della molecola, il mutante che ne risultava, denominato Ngb-H64Q, presentava un'affinità straordinariamente elevata per O₂ con una P₅₀ di 0,013 Torr! Un risultato ancora più sorprendente è stato che Ngb-H64Q legava il monossido di carbonio 500 volte più saldamente di quanto faceva l'emoglobina.

Questi dati suggeriscono che Ngb-H64Q potrebbe servire da potenziale antidoto contro l'avvelenamento da monossido di carbonio, «spazzando via» CO dalla carboniosmoglobina. Un «antidoto-spazzino» di questo genere dovrebbe possedere tre requisiti fondamentali: essere in grado di (1) legare CO più saldamente di quanto faccia l'emoglobina; (2) legare CO più saldamente di O₂ (in modo che l'ossigeno nel sangue non compete con CO per il legame con l'amidolo); (3) avere una bassa velocità di ossidazione allo stato ferrico (in modo tale da rimanere nella sua forma attiva). Gli studi hanno dimostrato che Ngb-H64Q possiede tutte queste proprietà. Quando la carboniosmoglobina è stata mescolata con Ngb-H64Q libera, il trasferimento di CO da una proteina all'altra è stato molto rapido, con una conversione quasi completa in meno di un minuto (Figura 7.34).

I ricercatori hanno poi testato il loro nuovo potenziale antidoto in un modello animale. Ai topi è stata somministrata una dose letale di CO al 3% per 4,5 minuti; poi gli animali sono stati riportati alla normale aria ambientale. Al momento dell'allontanamento da CO, a questi topi è stata infusa una dose di Ngb-H64Q, oppure di albumina (una proteina di controllo) o di soluzione fisiologica. Mentre i gruppi di controllo hanno mostrato, dopo 40 minuti, un tasso di sopravvivenza del 10% o inferiore, il gruppo a cui era stata somministrata Ngb-H64Q hanno raggiunto un tasso di sopravvivenza del 90% (Figura 7.35). La scoperta di questa neuroglobina mutante rappresenta un'opzione terapeutica molto promettente per il trattamento degli avvelenamenti da monossido di carbonio, somministrabile in modo rapido dai primi soccorsi.

Figura 7.34 Ngb-H64Q «spazza via» rapidamente CO dalla carboniosmoglobina. In questo esperimento, la carboniosmoglobina (CO-Hb) è stata mescolata a Ngb-H64Q libera da legare. La quantità di CO-Hb (curva in blu) decresce rapidamente, mentre si accumula CO-Ngb-H64Q. Lo scambio è quasi completo in meno di un minuto. (Fonte: Azarov, I. et al., *Sci. Transl. Med.* 8, 368a173 (2016), Fig. 2c.)

Figura 7.35 Ngb-H64Q salva i topi dalla morte per avvelenamento da monossido di carbonio. Il grafico rappresenta una curva di sopravvivenza (nota come curva di Kaplan-Meier) e indica la percentuale di animali ancora in vita dopo un certo periodo di tempo. In questo caso il grafico evidenzia che nei gruppi di controllo (soluzione fisiologica, in blu; albumina, in rosso) il 10% o meno degli animali è sopravvissuto per 40 minuti in seguito all'inalazione di CO al 3%. Invece, il 90% degli animali nel gruppo trattato con Ngb-H64Q è sopravvissuto per tutta la durata dello studio. (Fonte: Azarov, I. et al., *Sci. Transl. Med.* 8, 368a173 (2016), Fig. 2c.)

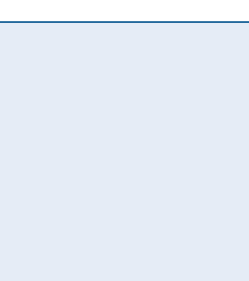


Figura 7.33 Struttura della neuroglobina. La neuroglobina è una globina associata. In assenza di ligandi gassosi, il suo ione ferroso è coordinato da entrambi i residui di istidina istidina prossimale (His 56) e istidina distale, His 64. (Fonte: 1OJ5.pdb.)

■ I nuovi contenuti

In questa edizione abbiamo aggiornato gli esempi e le spiegazioni per includere le scoperte più interessanti e recenti in ambito biochimico; per facilitare la comprensione di questi nuovi argomenti, abbiamo inserito dei richiami ai contenuti fondamentali, utili per comprendere i concetti biochimici che sottendono queste nuove scoperte. Le integrazioni più rilevanti da questo punto di vista sono (elenco non esaustivo):

- i gruppi funzionali che giocano un ruolo principale nelle reazioni biochimiche (capitolo 1);
- come si può usare l'immunoprecipitazione per isolare le proteine e le molecole che interagiscono con esse (capitolo 3);

– approfondimenti teorici, come la sintesi sui gruppi funzionali di Hill e sul modello concertato (capitolo 6) o la classificazione degli enzimi (capitolo 8);

– oltre 30 approfondimenti coinvolgenti, già citati nel paragrafo precedente.

Molti degli approfondimenti *Un passo in più* relativi all'ultimo punto dell'elenco forniscono varie opportunità per analizzare dati e dettagli sperimentali ottenuti con esperimenti storici o contemporanei. Pertanto, costituiscono un'ulteriore possibilità di far pratica con l'analisi dei dati e di ragionare sulle connessioni tra il metodo sperimentale e i dati che si ottengono. Inoltre, questi approfondimenti narrano aspetti affascinanti e divertenti della vita quotidiana (per l'elenco degli argomenti trattati vedi l'*Indice generale*).

- la criomicroscopia elettronica e come si usa per determinare la struttura delle macromolecole (capitolo 3);
- la scoperta che anche nel nucleo eucariote possono essere presenti molecole di DNA circolari (capitolo 4);
- una trattazione approfondita dei metodi di sequenziamento del genoma (capitolo 5);
- il metodo CRISPR/Cas9 e altri metodi di editing del genoma che si verificano in natura (capitolo 5);
- gli aggiornamenti e le nuove strategie per il trattamento della SCID, includendo l'uso della terapia genica Strimvelis (capitolo 5);
- gli enzimi idrolitici usati per ridurre la produzione di rifiuti e per generare il metano per l'elettricità (*Applicazioni industriali*, capitolo 8);
- le mutazioni nella proteina chinasi A che possono causare la sindrome di Cushing (*Applicazioni cliniche*, capitolo 10);
- come l'esercizio fisico può modificare lo stato di fosforilazione di molte proteine (*Applicazioni cliniche*, capitolo 10);
- in che modo la serpina può essere degradata da un isoenzima della tripsina (capitolo 10);
- la capacità degli oligosaccaridi presenti nel latte di proteggere i neonati dalle infezioni (*Applicazioni cliniche*, capitolo 11);
- i mille-e-uno usi della chitina e del chitosano (*Applicazioni industriali*, capitolo 11);
- la mielinizzazione dei neuroni in salute e malattia (*Applicazioni cliniche*, capitolo 12);
- un aggiornamento su come il recettore dell'acetilcolina si apre e si chiude sulla base dei dati ottenuti con la criomicroscopia elettronica (capitolo 13);
- il ruolo dell'ATP come idrotropo che previene l'aggregazione delle proteine (capitolo 15);
- i dati strutturali e biochimici che mostrano l'esistenza di nuovi tipi di complessi enzimatici enormi coinvolti nelle vie metaboliche (capitoli 15-18);
- in che modo le cellule tumorali “hackerano” l'acetil-CoA acetiltrasferasi e inibiscono la piruvato deidrogenasi (*Applicazioni cliniche*, capitolo 17);
- come l'ingegneria genetica è stata usata per introdurre la proteina disaccoppiante 1 negli embrioni di maiali (*Applicazioni industriali*, capitolo 18);
- in che modo la fotosintesi artificiale può essere usata per fornire energia pulita rinnovabile (*Applicazioni industriali*, capitolo 19);
- un aggiornamento sulle conoscenze in merito all'evoluzione e all'enzimologia delle piante C₄ (capitolo 20);
- l'esistenza di un isoenzima della glicogeno fosforilasi nel cervello (capitolo 21);
- come il ruolo del fegato nel metabolismo dei lipidi viene annientato dall'etanolo (capitolo 22);
- in che modo la dieta chetogenica riduce gli attacchi epilettici alterando il microbioma intestinale (capitolo 22);
- un aggiornamento sulla struttura della sintasi degli acidi grassi dei mammiferi (capitolo 22);
- una lista di batteri e lieviti usati per generare i triacilgliceroli nella produzione di biodiesel (*Applicazioni industriali*, capitolo 22);
- il ruolo di fattore chiave della regolazione del metabolismo della proteina chinasi attivata dall'AMP (capitolo 22);
- in che modo il metabolismo delle proteine fornisce energia per il volo degli uccelli migratori (capitolo 23);
- il ruolo degli amminoacidi come precursori per un elevato numero di neurotrasmettitori (capitolo 24);
- la scoperta che la malattia di Niemann-Pick è causata dal mancato trasporto del colesterolo da parte del lisosoma (*Applicazioni cliniche*, capitolo 26);

- in che modo cinque unit  di atomi di carbonio si possono unire per formare un'ampia variet  di molecole (capitolo 26);
- come il farnesene prodotto con l'ingegneria genetica pu  migliorare la profittabilit  industriale di questa molecola (capitolo 26);
- un aggiornamento sulla struttura dello spliceosoma basata sui nuovi dati ottenuti con la criomicroscopia elettronica (capitolo 30);
- la scoperta, attraverso studi di criomicroscopia elettronica, dell'esistenza di un esosoma batterico (capitolo 31);
- una trattazione pi  approfondita sulle tossine che bloccano la sintesi proteica (capitolo 31);
- i problemi con i biofilm (*Applicazioni cliniche*, capitolo 32);
- come il controllo post-trascrizionale della sintesi dell'ATP sintasi assicura la giusta stechiometria (capitolo 32);
- come la criomicroscopia elettronica sta permettendo di scoprire i dettagli molecolari delle interazioni dei mediatori con il complesso di trascrizione (capitolo 33);
- un aggiornamento sul controllo del codice istonico sulla repressione trascrizionale (capitolo 33).

Le risorse digitali


■ Il sito collegato al libro

A questo indirizzo sono disponibili le risorse multimediali di complemento al libro:

online.universita.zanichelli.it/stryer8e

Per accedere alle risorse protette   necessario registrarsi su **my.zanichelli.it** inserendo la chiave di attivazione personale contenuta nel libro.

Nel sito del libro sono disponibili:

- **video**, per comprendere la relazione tra struttura e funzione delle biomolecole, che illustrano i processi biochimici e che descrivono passo a passo i meccanismi enzimatici;
- **videoesercizi** che aiutano, con disegni, grafici e una voce narrante, a capire come risolvere problemi su argomenti generalmente difficili da comprendere, suggerendo l'approccio corretto da usare;
- i link diretti alle **strutture 3D delle biomolecole** nella Protein Data Bank. Queste strutture possono essere ruotate, manipolate e analizzate cambiando vari parametri di visualizzazione. Sono disponibili i link per tutte le biomolecole rappresentate nelle figure contrassegnate dal logo ;
- le **soluzioni agli esercizi** proposti nel libro.

Inoltre, dal sito   possibile accedere direttamente, mediante un link, ai test interattivi sulla piattaforma ZTE e all'ebook.

■ L'ebook

Chi acquista il libro pu  scaricare gratuitamente l'**ebook**, seguendo le istruzioni presenti nel sito. L'ebook, si legge con l'applicazione Booktab Z, che si scarica gratis da App Store (sistemi operativi Apple) o da Google Play (sistemi operativi Android).

■ L'app GUARDA!

Con l'app **GUARDA!** si pu  accedere ai contenuti digitali in modo immediato usando lo smartphone o il tablet. Inquadrando il logo presente in apertura di ogni capitolo   possibile vedere tutti i video del corso, manipolare le strutture 3D nella Protein Data Bank e consultare le soluzioni agli esercizi proposti nel libro.

L'app **GUARDA!** si scarica gratis da App Store (sistemi operativi Apple) o da Google Play (sistemi operativi Android).

Scarica **GUARDA!**
e inquadra queste
icone per vedere
le risorse digitali
del capitolo

