

Biology

Paolo Bettelini

Contents

1	Sistemi	2
1.1	Sistemi viventi	2
1.1.1	Autopoiesi	3
1.1.2	Dissipazione	4
1.1.3	Cognizione	4
2	Biomolecole	4
2.1	Carboidrati	5
2.2	Proteine	6
2.3	Lipidi	7
2.3.1	Trigliceride	7
2.3.2	Fosfolipide	7
2.3.3	Steroidi	7
2.4	Acidi nucleici	8
3	Bioenergetica	9
3.1	Le membrane	9
3.1.1	Proteine di membrana	9
3.1.2	Trasporto vescicolare	10
3.1.3	Glucotrasportatori di membrana (Glut4)	11
3.2	Reazioni tra enzimi e vie metaboliche	13
3.2.1	Inibitori enzimatici	16
3.3	Respirazione cellulare	16
3.4	Fermentazione alcolica	17
3.5	Fermentazione lattica	17
4	Anatomia e fisiologia della cellula	18
5	Esercizi	19

1 Sistemi

Definizione Sistema

Un *sistema* (vivente e non-vivente) è composto di parti differenti, specializzate e interdipendenti.

1. Organizzazione della relazione fra le parti
2. Struttura fisica, chimica etc.
3. Processo di riproduzione

Definizione Emergenza Sistemica

Una *emergenza sistemica* è lo scopo che le diverse parti riescono ad raggiungere ed eseguire.

Definizione Molecola organica

Una molecola organica contiene il carbonio (tranne CO_2).

1.1 Sistemi viventi

Definizione ATP

ATP è un composto organico che provvede energia alle cellule per le loro funzioni.

I seguenti processi sono eseguiti da tutti gli organismi viventi.

Nutrizione: Tutti gli organismi viventi si nutrono con del “cibo”, ossia materia. In generale, gli esseri viventi necessitano di *C, O, H, N, S e P*. L'unico nutrimento della pianta è CO_2 (materia inorganica), mentre i nutrimenti degli animali sono materia organica.

Definizione Autotrofo

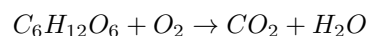
Un organismo *autotrofo* può svolgere la propria funzione di nutrizione, elaborando alimenti inorganici mediante assunzione d'energia dal mondo inorganico.

Definizione Eterotrofo

Un organismo *eterotrofo* si nutre di sostanze organiche prodotte dagli organismi autotrofi.

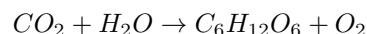
Respirazione:

Tutti gli organismi viventi respirano



In assenza di ossigeno (si usa la materia organica per produrre energia), e alcuni organismi *fermentano*. Nel caso degli umani i muscoli respirano, se non c'è *O* fermentano e producono acido lattico che deve successivamente essere smaltito.

Le piante respirano mediante la fotosintesi



Si riproduce e ha un ciclo vitale

Evolve

È sensibile (sa rispondere all'ambiente)

Mantiene stabili le sue condizioni interne

Definizione Biotico

Con *biotico* si intende tutto ciò che è vivente o era vivente.

Definizione Abiotico

Con *abiotico* si intende tutto ciò che non è vivente e non lo è mai stato.

Definizione Detrito

Con *detrito* si intende il resto di ogni organismo vivente che è morto.

Il sistema vivente presenta le medesime ma caratteristiche del sistema non-vivente, ma possiede anche le seguenti componenti.

Definizione Componente

Insieme di materia, concreta e tangibile

Esempio Components

Acqua, suolo, sali minerali, ossigeno.

Definizione Fattore

Deriva dalla presenza di componenti, produce un determinato effetto o risultato e si può misurare.

Esempio Fattore

- Decomposizione (fattore biotico).
- Predazione, catena alimentare (fattore biotico).
- Vento (fattore abiotico).
- Luce solare (fattore abiotico).
- Luce della lucciola (fattore biotico).

Un fattore rappresenta tutto ciò che si può misurare e che non è una componente.

1.1.1 Autopoiesi

Definizione Autopoiesi

La capacità di ripararsi, modificarsi e riprodursi da solo, internamente ed in maniera autonoma.

I sistemi viventi sono organizzativamente chiusi, per cui hanno un confine.

Esempio Sistema autopoietico - ciclo

TODO: mettere foto

Esempio Sistema autopoietico - cellula

TODO: mettere foto

1.1.2 Dissipazione

Definizione Dissipazione

La necessità di consumare energia, materia ed informazioni dall'esterno.

I sistemi viventi sono metabolicamente aperti, per cui hanno degli scambi con l'esterno e rinnovano il proprio materiale.

1.1.3 Cognizione

Definizione Cognizione

L'attiva conoscenza dell'ambiente, esterno ed interno, da parte del sistema.

2 Biomolecole

Definizione Biomolecola

Le *biomolecole* sono le molecole dei processi biologici degli essere viventi.

Tutte le biomolecole contengono *C*, *O* e *H*. Ci sono delle eccezioni, per esempio, gli idrocarburi contengono solamente *C* e *O*.

Le biomolecole sono di 4 tipi:

- Lipidi (grasso)
- Acidi nucleici (DNA e RNA)
- Carboidrati
- Proteine

Le macromolecole sono composte da *monomeri* e *polimeri*. Nel corpo umano i polimeri sono creati dalle cellule mediante alle istruzioni nel DNA. Le biomolecole fanno dei polimeri.

Definizione Isomero

Gli *isomeri* sono delle molecole distinte con il medesimo numero di atomi, ma con una struttura diversa. Diversi isomeri potrebbero avere proprietà diverse.

Costruzione di polimeri Tutti i monomeri posseggono, da una parte un gruppo di idrogeno *H*, e dall'altra un gruppo *OH*. Due monomeri si uniscono mediante una reazione chimica chiamata *condensazione* o *disidratazione*, la quale consiste nell'unire un'estremità *H* con una *OH* mediante un legame. La condensazione libera una molecola d'acqua come scarto.

Disintegrazione di polimeri Per separare un legame fra due monomeri, viene utilizzata la reazione chimica di *idrolisi* o *idratazione*. Questa reazione necessita di una molecola di H_2O .

2.1 Carboidrati

Definizione Carboidrato

I *carboidrati* sono dei tipi di biomolecole composti da carbonio, idrogeno e ossigeno $(CH_2O)_n$.

I monomeri di carboidrati si chiamano monosaccaridi. I polimeri di carboidrati si chiamano polisaccaridi (disaccaridi, trisaccaridi)

Definizione Maltosio

Il *maltosio* è composto da due molecole di glucosio $(C_{12}H_{22}O_{11})$.

Per unire 2 molecole di glucosio è necessario perderne una di H_2O . Per cui il maltosio è dato da $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Definizione Saccarosio

Il *saccarosio* è composto da un glucosio e un fruttosio $(C_{12}H_{22}O_{11})$.

Definizione Lattosio

Il *lattosio* è composto da un glucosio e un galattosio $(C_{12}H_{22}O_{11})$.

I monosaccaridi sono glucosio, fruttosio, galattosio (isomeri).

Definizione Amido

L'*amido* è un polisaccaride che viene prodotto dalle piante. Esso è composto da una catena di glucosi arrotolati ad elica.

L'*amilasi* è l'enzima che rompe l'amido. Esso fa parte della famiglia degli *idrolasi*, ossia tutti gli enzimi che eseguono l'idrolisi.

Definizione Glicogeno

Il *glicogeno* è un polisaccaride che viene prodotto dagli animali. Esso è composto da diverse diramazioni di catene di glucosio.

Amido e glicogeno occupano meno spazio dei monomeri da soli, per cui sono ottimali per immagazzinare il glucosio.

Gli esseri umani immagazzinano il glucosio in eccesso nei muscoli e nel fegato, dove ci sono degli enzimi che sono in grado di creare questi polimeri di glucosio.

Definizione Cellulosa

La *cellulosa* è un polisaccaride di glucosio prodotto dalle piante. Esso è composto un insieme di fibre lineari.

La cellulosa serve per dare rigidità al tessuto delle piante.

I polisaccaridi sono amido, glicogeno e cellulosa.

2.2 Proteine

I monomero di proteine si chiamano *amminoacidi*.

Ci sono 20 possibili amminoacidi diversi.

Definizione Catena Polipeptidica

Una *catena polipeptidica* è una catena di amminoacidi.

Definizione Proteina

Le *proteine* sono delle biomolecole costruite da una o più catene polipeptidiche.

Le proteine si distinguono in 7 classi per funzione

1. **Strutturali:** es. unghie (cheratina).
2. **Contrattili:** costituiscono il muscolo.
3. Di **riserva:** costituiscono una riserva di amminoacidi (specialmente per l'embrione).
4. Di **difesa:** costituiscono gli anticorpi, neutralizzano gli agenti patogeni.
5. Di **trasporto:** trasportano l'ossigeno all'interno del sistema circolatorio.
6. **Regolatrici:** costituiscono alcuni ormoni.
7. **Enzimi:** costituiscono gli enzimi.

2.3 Lipidi

Definizione Lipido

I *lipidi* sono un insieme di molecole idrofobe.

I lipidi non sono strutturati con monomeri e polimeri.

I lipidi vengono categorizzati nelle seguenti classi:

2.3.1 Trigliceride

Definizione Trigliceride

Il *trigliceride* è una riserva energetica della cellula (comunemente grasso).

Il monogliceride è composto da un glicerolo, attaccato (per condensazione) ad un acido grasso. Il trigliceride è attaccato a 3 catene di acido grasso.

Le catene di acidi grassi possono essere dritte (saturi) oppure piegate (insaturi). Alle catene insature mancano alcuni doppi legami.

2.3.2 Fosfolipide

Definizione Fosfolipide

Il *fosfolipide* sono composti da una testa idrofila e da una coda idrofoba.

Le caratteristiche idrofobe e idrofile permettono ai fosfolipidi di disporsi in maniera ordinata, con la testa verso l'acqua e la coda rivolta verso l'esterno.

2.3.3 Steroidi

Definizione Steroide

Lo *steroide* è una molecola con una struttura di 4 anelli.

Alcuni esempi sono il colesterolo, testosterone ed estrogeno.

2.4 Acidi nucleici

I monomeri degli acidi nucleici si chiamano *nucleotidi*.

Definizione Acido nucleico

L'*acido nucleico* è composto da un gruppo fosfato, zucchero e base azotata.

Definizione DNA

Il *DNA* è composto da due filamenti di nucleotidi.

I nucleotidi del DNA sono 4 (A, C, G, T).

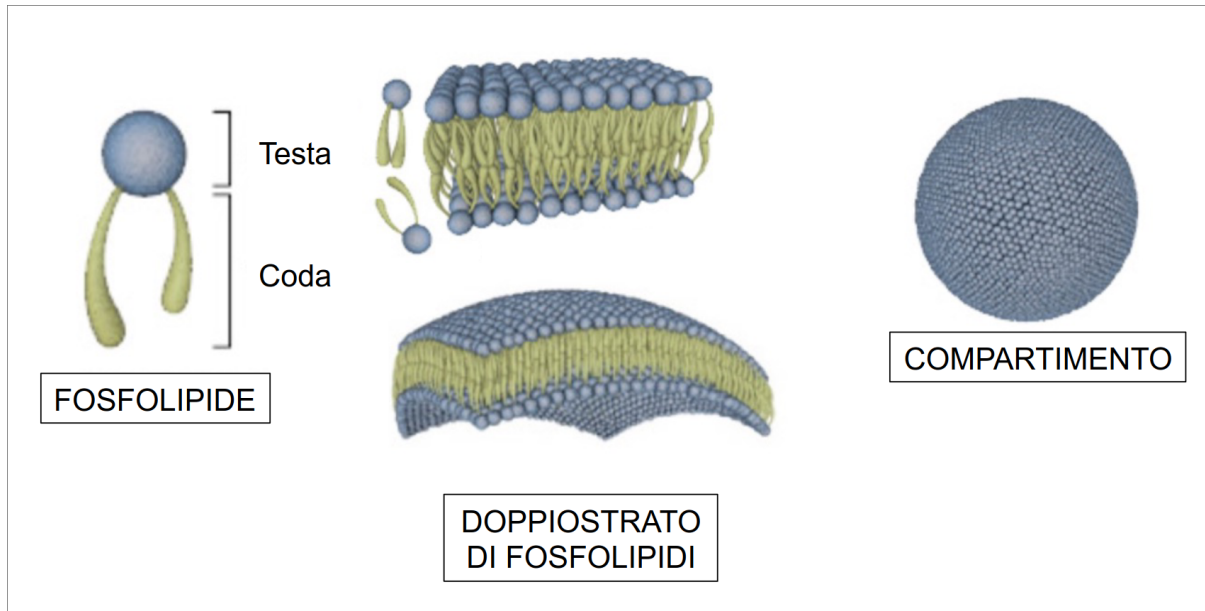
3 Bioenergetica

3.1 Le membrane

Definizione Membrana

Le membrane sono dei fosfolipidi con una coda e una testa idrofila.

Questi fosfolipidi si attraggono per polarità e possono formare le seguenti composizioni



Le sostanze idrofile (steroidi, grassi, etc.) vengono trasportati nel sangue

3.1.1 Proteine di membrana

Definizione Gradiente di concentrazione

Il *gradiente di concentrazione* è un regolare incremento o diminuzione della concentrazione di una sostanza. Quando è presente un gradiente di concentrazione, gli ioni o le altre sostanze coinvolte tendono a muoversi spontaneamente dalla zona di concentrazione maggiore a quella di concentrazione minore.

Le principali tipologie di proteine che vengono incastrate nelle membrane sono:

Definizione Proteina di trasporto

Una *proteina di trasporto* (canale) è una proteina di membrana che forma un tunnel sempre aperto.

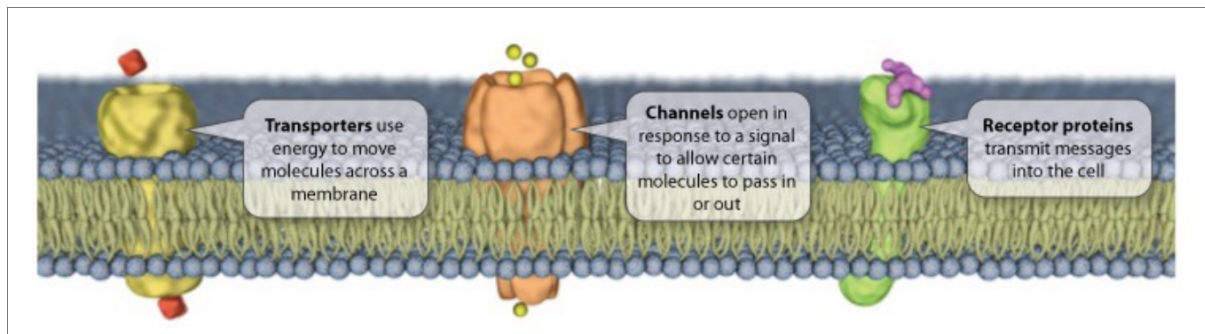
Ogni canale non è direzionale ed ogni canale è specifico per un certo soluto.

Tuttavia, siccome le cellule necessitano un ambiente interno diverso da quello esterno, devono andare contro il gradiente di concentrazione. Per risolvere questo problema vengono utilizzati i trasportatori.

Definizione Trasportatore

Un *trasportatore* è una proteina che sposta una sostanza contro il gradiente.

Ogni tipo di trasportatore è specifico ad un tipo di sostanza. Il trasportatore sposta quindi una sostanza da dove ce n'è poca a dove ce n'è tanta (mediante energia).



Definizione Ricettori

Un *ricettore* è una proteina che comunica dei messaggi alla cellula.

Esempio Ricettori

Un ricettore potrebbe per esempio comunicare il segnale della presenza di un agente patogeno.

Alcune molecole possono passare direttamente attraverso la membrana, come per esempio l'azoto, l'ossigeno, acqua e glicerolo. Questo movimento è detto diffusione semplice nei fosfolipidi. Chiaramente, la cellula non può controllare queste sostanze.

Le molecole grandi e ioni non passano per i fosfolipidi senza un canale (diffusione facilitata).

Definizione Trasporto attivo primario

Il *trasporto attivo primario* è un trasporto grazie ad un trasportatore e all'ATP.

Se non viene utilizzata direttamente l'ATP, bensì viene sfruttata la differenza di gradiente di concentrazione stabilita da un trasporto primario, si parla di trasporto *secondario*.

Definizione Trasporto secondario

Il *trasporto secondario* sfrutta il gradiente di concentrazione per trasportare senza costo.

- **Uniporto:** consente il passaggio di un solo ione o molecola in un'unica direzione.
- **Antiporto:** consente il passaggio contemporaneo ma in direzioni opposte di due ioni e/o molecole differenti²
- **Simporto:** consente il passaggio contemporaneo ma nella stessa direzione di due ioni e/o molecole differenti.

3.1.2 Trasporto vescicolare

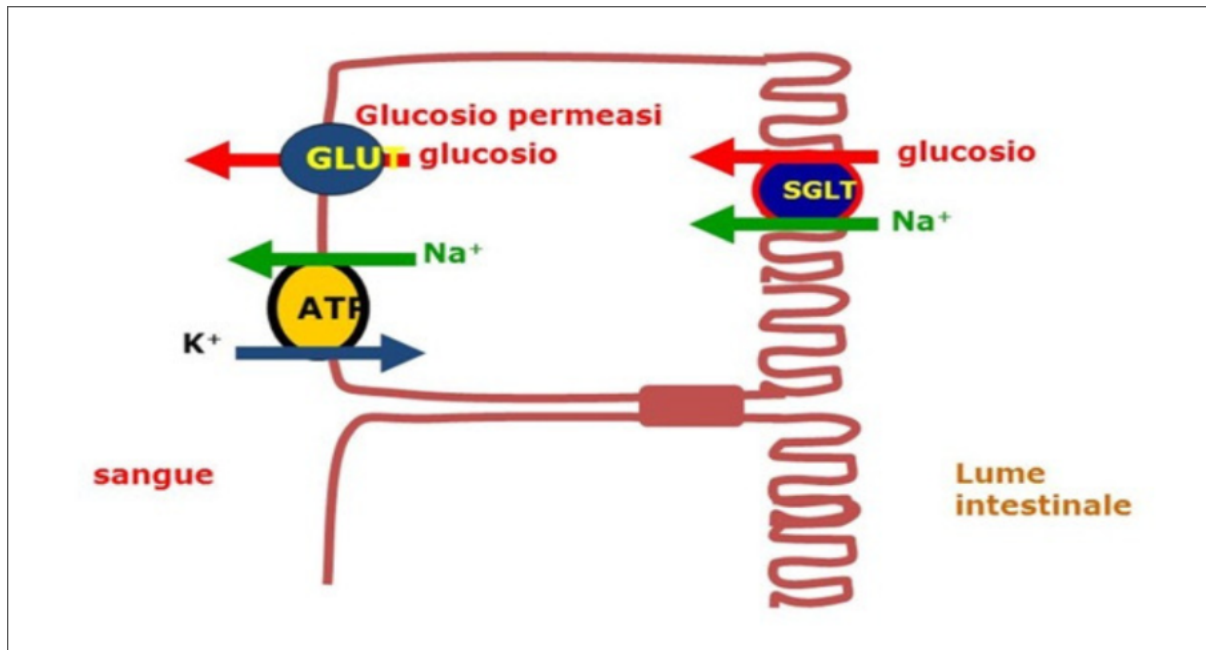
Quando le molecole sono troppo grandi (es. proteine intere) per passare per un canale, possono essere trasportate mediante una *vescicola di trasporto*. Il processo di entrata si chiama *endocitosi*, mediante quello di uscita si chiama *esocitosi*. In questa [illustrazione](#) il colore blu rappresenta il contenuto di un organello.

3.1.3 Glucotrasportatori di membrana (Glut4)

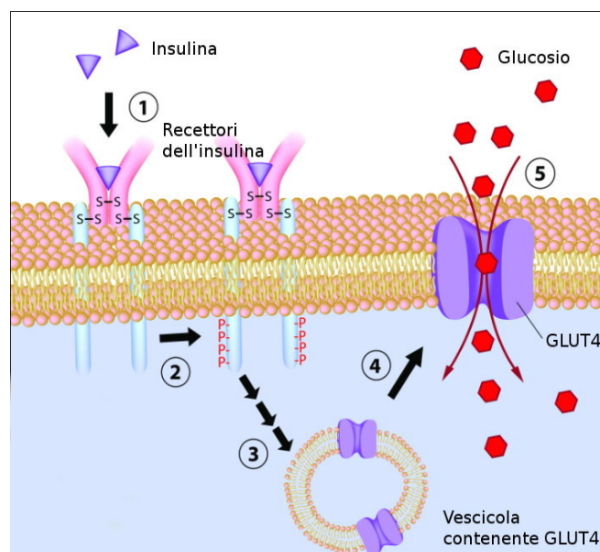
Gli enterociti prendono il glucosio e il Na^+ dal lume intestinale e li trasportano fino al sangue grazie a un simporto Na^+ /glucosio, una glucosio permeasi (una proteina per la diffusione facilitata del glucosio), e la Na^+/K^+ ATPasi.

Definizione Endocitosi

L'*endocitosi* è un processo che le cellule utilizzano per l'assunzione di sostanze presenti nell'ambiente extracellulare o aderenti alla membrana della cellula stessa.



I Glut4 verranno inseriti nella cellula quando il sangue è pieno di glucosio (quando la *glicemia* è alta). È necessario che la cellula risponda alla alta glicemia nel sangue per produrre i Glut4, questo messaggio viene spedito attraverso il sangue con l'*insulina*. L'insulina lega il recettore, cambiandone la struttura. L'insulina viene prodotta dal pancreas, infatti, le cellule del pancreas sono in grado di misurare la glicemia.

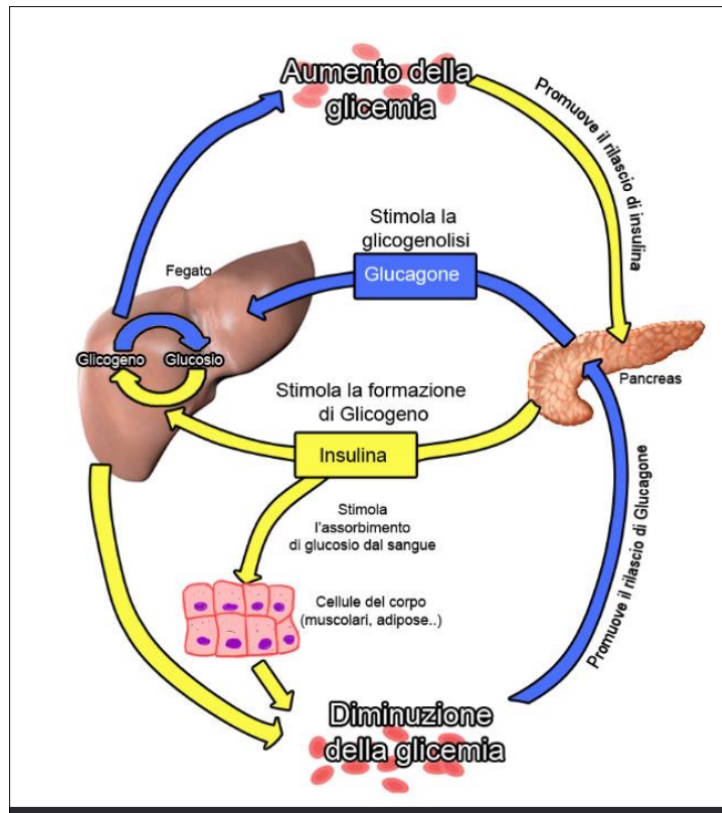


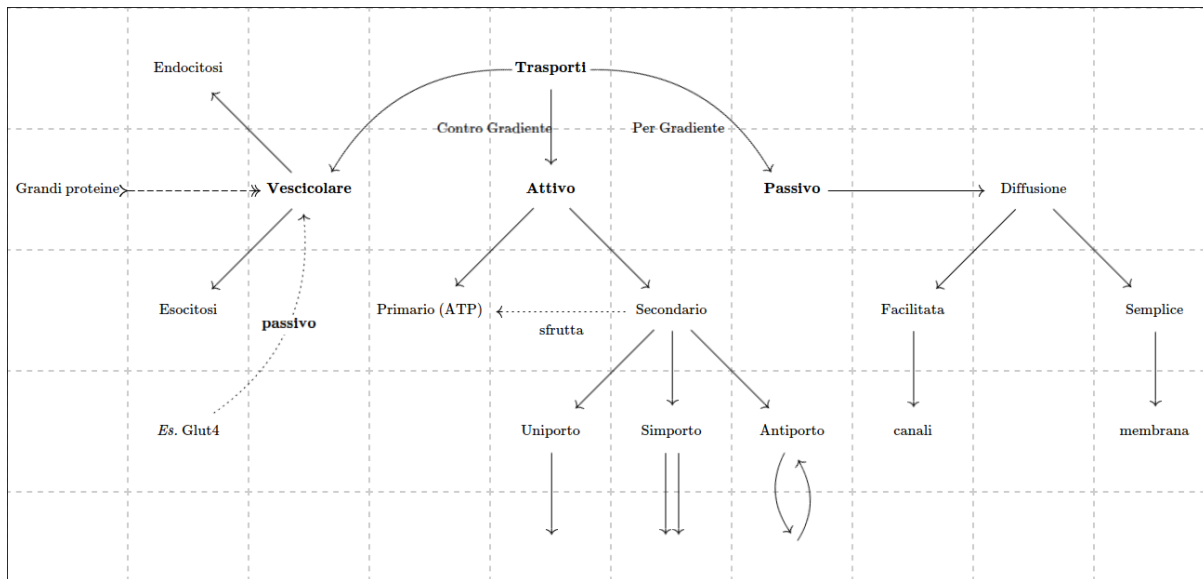
Il diabete è un problema nella ricezione dell'insulina.

Definizione Omeostasi

L'*omeostasi* è il processo di autoregolazione dei vari valori.

Il seguente diagramma illustra un esempio di omeostasi per la regolazione della glicemia nel sangue.





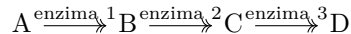
3.2 Reazioni tra enzimi e vie metaboliche

Definizione Enzima

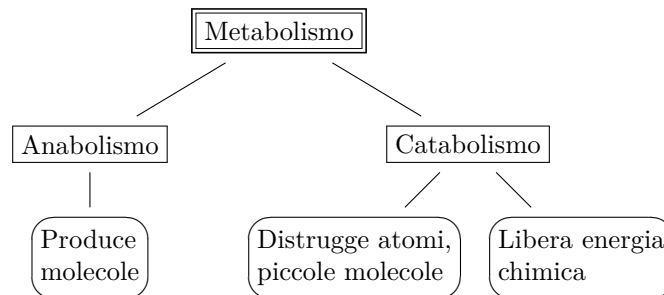
Gli *enzimi* sono dei catalizzatori per aumentare le tempistiche delle varie reazioni chimiche.

Definizione Metabolismo

Il *metabolismo* è l'insieme di tutte le reazioni chimiche nel corpo, catalizzate da un enzima.



Ogni reazione chimica ha il suo enzima

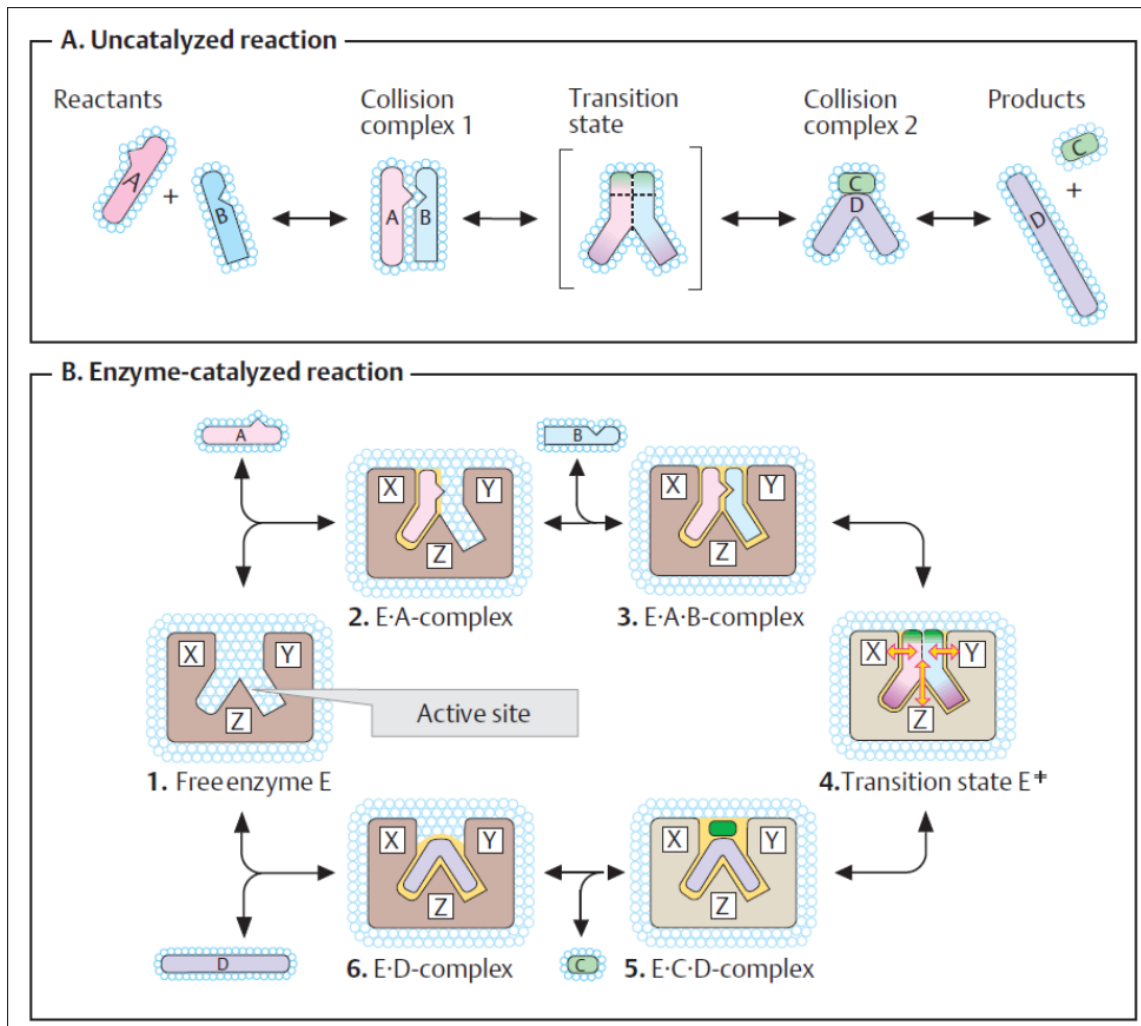


Esempio Catabolismo

- Urea (N)
- CO₂
- H₂O

Il catabolismo produce ATP, mentre l'anabolismo serve per produrre materia.

Catalisi: Una reazione chimica necessita che i reagenti si incontrino e si scontrino in una determinata maniera. Questa è una questione probabilistica, e in genere molto rara. Per diminuire la velocità di reazione si possono utilizzare dei catalizzatori. L'esempio più semplice di catalizzatore è la temperatura, siccome l'aumento della temperatura aumenta la velocità di movimento delle molecole e, per cui, porta un aumento della probabilità di collisione. Tuttavia, l'aumento della temperatura nel corpo non è sempre auspicabile, e vengono utilizzati quindi degli enzimi come catalizzatori.



Lo *stato di transizione* è uno stato intermedio molto instabile.

Gli enzimi offrono un posto dove i reagenti possono adagiarsi in maniera da collidere nella maniera corretta con gli altri reagenti.

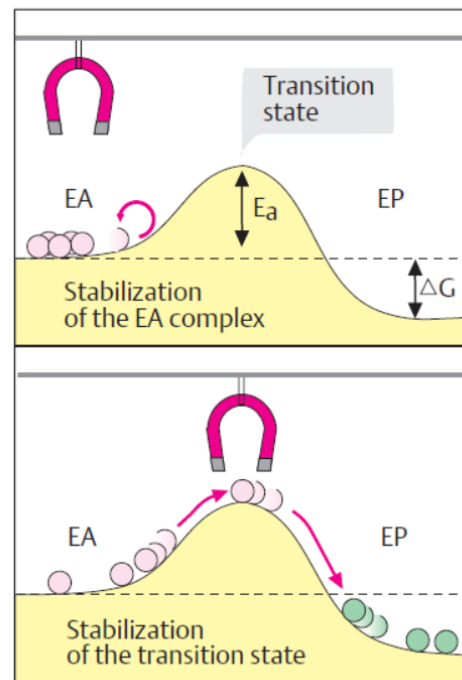
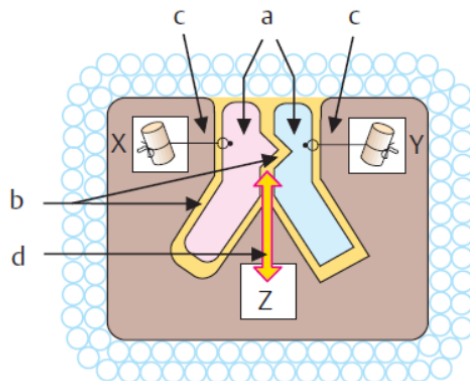
L'energia necessaria per arrivare lo stato di transizione (con enzima) è nettamente minore di quella per lo stato di transizione senza enzima. Questo è dato dal fatto che senza enzima vi saranno molti urti fra reagenti ma senza reazione.

$$E_A = \text{Energia di attivazione}$$

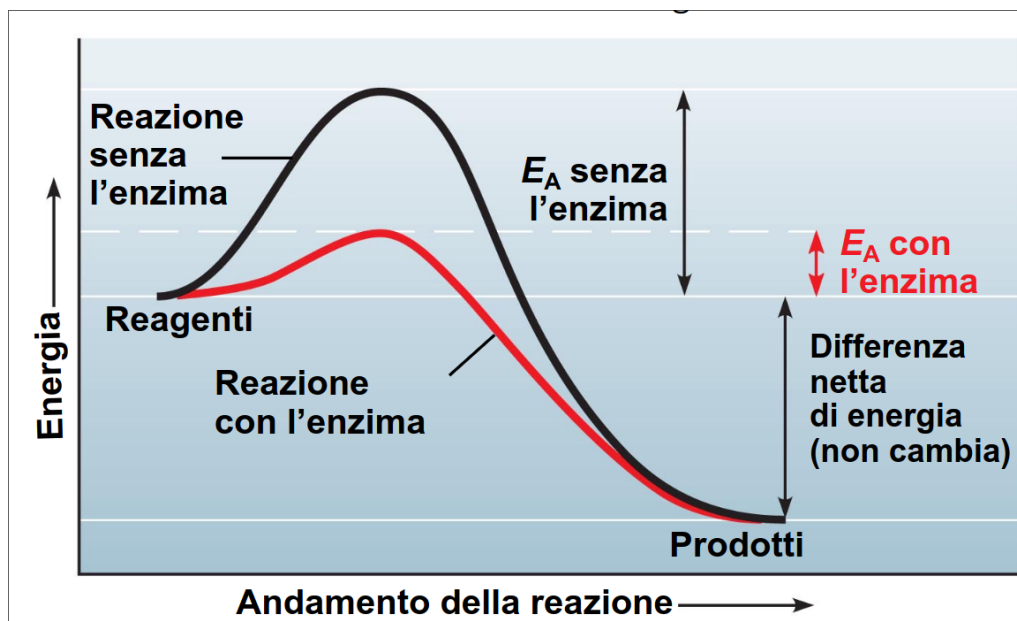
Il posto dove vengono ospitati i reagenti nell'enzima si chiamano *siti attivi*.

C. Principles of enzyme catalysis

- Approximation and orientation of the substrates
- Exclusion of water
- Stabilization of the transition state
- Group transfer



L'enzima trascina i reagenti sullo stato di transizione.



3.2.1 Inibitori enzimatici

Definizione Inibitore enzimatico

Con il termine *inibitore enzimatico* si indica una molecola in grado di instaurare un legame chimico con un enzima, diminuendone così l'attività.

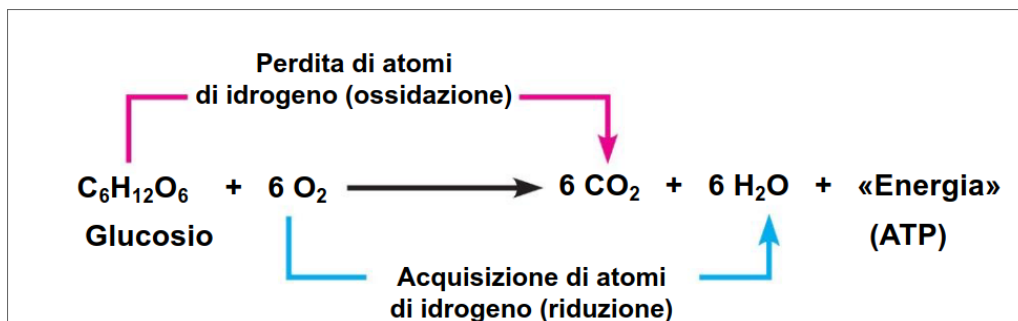
È possibile che una molecola (inibitore), simile al reagente, occupi il posto nell'enzima dedicato al reagente. Questo blocca l'enzima e, per cui, la reazione chimica. Gli inibitori vengono prodotti quando è necessario ridurre il numero reazioni chimiche (Es. per feedback negativo, farmaco).

Gli inibitori possono essere due tipi:

- **competitivo:** occupa il posto del reagente nello spazio attivo;
- **non competitivo:** deforma lo spazio attivo con un legame in un'altra posizione.

Entrambi i tipi di inibitori possono essere *reversibili* o *irreversibili*.

3.3 Respirazione cellulare



La respirazione cellulare serve a spaccare i legami di una molecola grande (tanti legami) e trasferirne l'energia chimica nell'ATP. Gli atomi, H_2O e CO_2 sono scarti. Gli elettroni servono nel processo per caricare l'ATP, per poi essere scartati.

Definizione Mitochondrio

Il *mitochondrio* è un organello nella cellula dove avviene parte della respirazione cellulare.

Il mitochondrio è composto da due membrane, dividendosi in una parte interna ed esterna.

Definizione Creatina

La *creatina* è una molecola che possiede un fosfato, il suo scopo è quello di aumentare la produzione di ADP.

Le cellule svolgono 3 tipi di lavoro: chimico, di trasporto e meccanico. Il lavoro meccanico serve per far contrarre le fibre muscolari.

Le 3 tappe della respirazione cellulare sono

1. **Glicolisi**
2. **Ciclo di Krebs** (all'interno del mitochondrio)
3. **Fosforilazione ossidativa** (gradienti fra lo spazio intermembranale e lo spazio interno del mitochondrio)

Definizione Glicolisi

La *glicolisi* è una serie di reazioni chimiche che spaccano il glucosio in 2 *piruvati* ($C_3H_6O_3$).

Questo procedimento produce (poco) ATP dallo spaccamento e libera elettroni. Gli elettroni liberati vengono presi dall'NAHD (molecole di trasporto degli elettroni che diventa $FADH_2$) che le trasportano nella cellula.

Il piruvato entra nel ciclo di Krebs, dove esce il CO_2 per produrre l'Acetil-coenzima A. L'Acetil-coenzima A viene spaccato, producendo una piccola quantità di ATP. Vengono quindi spaccati tutti gli atomi, tenendo solo gli elettroni che vanno nel terzo processo.

Gli elettroni prodotti si avviano verso il mitocondrio. La cellula è interessata a portare gli H^+ contro gradiente verso lo spazio fra le 2 membrane. Per trasportarli contro gradiente viene sfruttata l'energia degli elettroni che si muovono in saltando fra le proteine.

Gli elettroni vengono successivamente presi dall'ossigeno, che li usa per legare con gli H^+ e formare acqua.

3.4 Fermentazione alcolica

La fermentazione alcolica avviene in assenza di ossigeno e viene svolta prevalentemente dagli lieviti (funghi unicellulari). Lo lievito fa la fermentazione per vivere e svolgere le sue funzioni metaboliche.

Dopo aver prodotto l'energia, è necessario sbarazzarsi del piruvato protonato (acido piruvio), viene quindi spaccato e scaricato nell'aria come Etanolo e CO_2 .

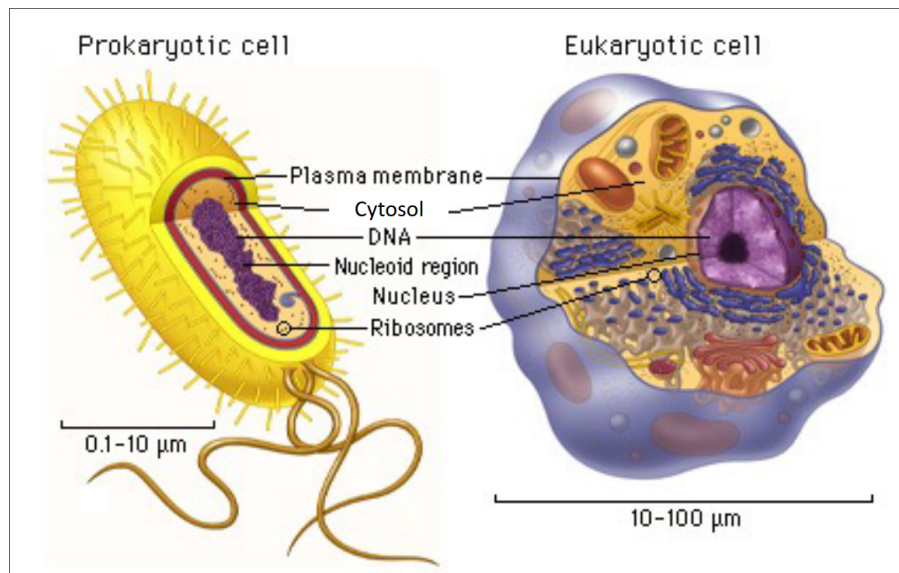
3.5 Fermentazione lattica

La fermentazione lattica viene svolta da alcuni organismi come batteri. Gli umani la svolgono dopo uno sforzo muscolare. Il piruvato viene convertito in acido lattico (scarto), che viene poi smaltito dal fegato con ATP.

4 Anatomia e fisiologia della cellula

Le prime forme di vita erano composte unicamente cellule procariote, ossia cellule senza nucleo. Non ci sono organelli o struttura interna, vi sono solo delle strutture per produrre proteine. Essi svolgono esclusivamente la glicolisi e non la respirazione cellulare.

Per costruire le proteine sono necessari i ribosomi.



Con citosol si intende il solvente, mentre citoplasma l'intera soluzione.

Gli spermatozoi sono delle cellule eucariote pieni di mitocondri.

5 Esercizi

Esercizio Qual'è il polimero di glucosio che permette agli esseri umani una riserva energetica?

Il glicogeno.

Esercizio In che modo l'ossigeno gassoso riesce ad entrare nel sistema cardiocircolatorio e raggiunge i mitocondri dei muscoli degli arti inferiori? Spiega sul piano anatomico e fisiologico

Mediante la respirazione dei bronchioli, l'ossigeno viene inserito nei globuli rossi. I globuli rossi vengono trasportati dal sangue fino alle cellule di tutto il corpo. L'ossigeno raggiunge il mitocondrio mediante il trasporto passivo semplice.

Esercizio Spiega come avviene la condensazione di due amminoacidi in una cellula umana, specificando i dettagli molecolari

Due monomeri di proteine si uniscono mediante la condensazione, la quale libera una molecola di acqua. All'interno della cellula, ciò avviene quando un gruppo O si incontra con il gruppo OH dell'altro monomero.

Esercizio È possibile definire un mitocondrio all'interno di una cellula un sistema vivente? Spiega e argomenta

No, il mitocondrio è solamente un organello all'interno delle cellule che svolge la respirazione cellulare. Il mitocondrio non è autotrofo.

Esercizio Degli anticorpi (proteine) sono stati prodotti dal sistema immunitario (cellule bianche) per contrastare un'infezione virale nel lume intestinale. In che modo queste proteine possono raggiungere tale luogo?

Una volta prodotti, gli anticorpi vengono rilasciati nel flusso sanguigno e circolano in tutto il corpo. Essi sono in grado di raggiungere qualsiasi parte del corpo attraverso il sistema circolatorio. Per raggiungere il lume intestinale e combattere un'infezione virale in quella zona, gli anticorpi devono attraversare la barriera mucosale dell'intestino. Questa barriera mucosale è costituita da uno strato di muco e cellule epiteliali. Gli anticorpi non possono semplicemente passare attraverso questa barriera a meno che non siano specifici per l'infezione virale nell'intestino.