

Quanti legami può formare una molecola d'acqua con altre molecole d'acqua?

4 LEGAMI. Quattro legami a idrogeno.

Secondo principio della termodinamica: ogni sistema tende spontaneamente verso lo stato di massimo disordine. La misura del disordine è L'ENTROPIA.

L'idrogeno può formare al massimo un legame

Quando una molecola contiene OH quella molecola è polare e quindi solubile perché interagisce con le molecole di H_2O .

AMMINOACIDI

Aminoacidi non polari con gruppi R alifatici:

Glicina, metionina

Aminoacidi non polari con gruppi R aromatici:

Fenilalanina, tirosina, triptofano.

Le proteine possono emettere fluorescenza e noi lo vediamo attraverso lo spettrofotometro: le proteine assorbono ad una lunghezza d'onda di 280 nm mentre il DNA e l'RNA assorbono ad una lunghezza d'onda di 260 nm.

Questo esperimento si usa per vedere se in un campione sono presenti proteine.

Aminoacidi polari, non carichi cioè più solubili in ambiente acquosi: Cisteina

La cisteina è importante perché si passa da due residui di cisteina ad uno di cistina e questo avviene quando due cisteine vengono messe vicine.

A questo punto si crea il ponte di solfuro grazie ad un legame covalente che rende le strutture più stabili e rigide.

Poi esistono anche aminoacidi carichi positivamente e aminoacidi carichi negativamente (più solubili in acqua)

Gli aminoacidi si dividono in :

Essenziali: quelli che l'organismo non è in grado di sintetizzare da solo e quindi sono introdotti con la dieta

Non essenziali: sono quelli che l'organismo sintetizza da solo

Il punto isoelettrico di un aminoacido è il valore di Ph in cui un aminoacido a carica netta pari a zero.

Il legame peptidico è il modo in cui due aminoacidi sono legati tra loro a formare una proteina.

Il legame peptidico è un legame covalente forte.

Le proteine possono classificarsi in base alla loro composizione:

Proteine semplici: contengono solo aminoacidi

Proteine coniugate: oltre agli aminoacidi sono composti anche da una porzione non aminoacidica che si chiama gruppo prostetico.

FUNZIONI DELLE PROTEINE:

Proteine di trasporto(EMOGLOBINA)

Proteine di riserva(caseina)

Proteine strutturali(collagene,cheratina)

Proteine di difesa(immunoglobulina)

Proteine regolatrici(ormoni)

STRUTTURA DELLE PROTEINE (che cos'è la struttura primaria? domanda d'esame)

LA STRUTTURA PRIMARIA È LA SEQUENZA LINEARE DI RESIDUI AMINOACIDI LEGATI DA LEGAMI COVALENTI

STRUTTURA SECONDARIA: È la struttura lineare che può presentare tratti non più lineari. E quindi la disposizione nello spazio di una corta sequenza aminoacidica all'interno della struttura primaria.

STRUTTURA TERZIARIA: È la disposizione nello spazio di tutti gli aminoacidi. Strutture secondarie che si avvolgono insieme a formare una specie di gomitolo. E quindi la disposizione nello spazio di tutti gli aminoacidi e non solo di una porzione come nella struttura secondaria.

STRUTTURA QUATERNARIA: È la reazione tra due strutture con rispettivamente due strutture terziarie che si legano tra loro.

PERCHÉ SI FORMANO SOLO DUE TIPI DI STRUTTURE SECONDARIE?

Perché sono le più stabili in questo ambiente. Se cambiamo l'ambiente cambiano le strutture.

RANDOM COIL: PORZIONI SENZA STRUTTURE SECONDARIE CHE PERÒ UNISCONO LE STRUTTURE SECONDARIE PRESENTI.

QUALI SONO I LEGAMI CHE TENGONO INSIEME LA STRUTTURA TERZIARIA?

Le interazioni idrofobiche, cariche positive e negative, ponti disolfuro, LEGAMI A IDROGENO.

COME SI DISPONGONO LE PROTEINE NELLA STRUTTURA TERZIARIA?

Questo dipende se si trovano in un ambiente polare o non polare.

Le proteine che hanno la loro funzione in un ambiente polare sono formate da aminoacidi polari.

AMBIENTE POLARE= all'interno aminoacidi idrofobici e all'esterno aminoacidi polari.

AMBIENTE IDROFOBICO= all'interno aminoacidi polari e all'esterno aminoacidi idrofobici.

DENATURAZIONE=(della proteina)

È perdita di tutte le strutture che la compongono, tranne la struttura primaria.

Non avviene nell'organismo ma è un esperimento che si fa in laboratorio attraverso agenti denaturanti: possono essere sia CHIMICI (soluzioni di acidi o basi molto forti, abbassamento o innalzamento del pH) sia FISICI (calore, radiazioni, ultrasuoni)

Questo esperimento si fa per verificare se la struttura terziaria dipende dalla struttura primaria.

L'esperimento si chiama ESPERIMENTO DI ANFINSEN SULLA RIBONUCLEASI A (RNASI)-1957:

-si denatura la Rnasi e la si fa riformare tot volte;

-se per tot volte si riformano strutture tutte uguali significa che la terziaria dipende dalla primaria;

-se per tot volte si riformano strutture non uguali significa che non dipende.

DIPENDE.

Altra prova di ciò sono le MALATTIE GENETICHE= il cambiamento nella struttura del DNA cambia quindi la struttura della proteina. DENATURAZIONE REVERSIBILE.

L'effetto della denaturazione è la perdita della funzionalità della proteina.

ENZIMI

Gli enzimi sono catalizzatori biologici che servono a velocizzare una reazione e inoltre fanno avvenire anche reazioni che non avvengono normalmente.

Gli enzimi hanno strutture e funzioni diverse.

A volte gli enzimi per poter funzionare hanno bisogno di una porzione di natura non proteica che si chiama COFATTORE. (quando il cofattore lega un enzima si forma una struttura).

enzima+ cofattore=oloenzima
Enzima senza cofattore=apoenzima

I cofattori sono divisi in:

Molecole organiche dette COENZIMI e Metalli

La CARATTERISTICA PRINCIPALE che distingue gli enzimi dagli altri catalizzatori è :

-LA SPECIFICITÀ: cioè l'enzima agisce solo su alcune reazioni.

Altre caratteristiche comuni sia agli enzimi sia agli altri catalizzatori sono:

-velocizzano le reazioni

-riescono a lavorare in maniera coordinata

-sono regolabili, cioè l'attività di questi si può sia aumentare sia diminuire.

REAGENTE=SUBSTRATO(S) —in presenza di un enzima si trasformerà in prodotto

La quantità dell'enzima durante una reazione rimane sempre costante, dall'inizio alla fine.

La specificità dell'enzima è dovuta al fatto che un substrato si lega solo a un sito attivo che ha la sua stessa struttura.

QUINDI:il substrato va a legarsi SEMPRE con una porzione della stessa proteina, il SITO ATTIVO. Questo legarsi sempre allo stesso sito si chiama COMPLESSO ENZIMA SUBSTRATO.

Per passare da substrato a prodotto si deve passare attraverso una TRANSIZIONE.

PROCESSO:

Si ha il legame del substrato con il sito attivo e grazie a questo le 2 strutture cambiano un po' le loro strutture.

Poi il substrato cambia la sua struttura e va verso lo stato di TRANSIZIONE per poi,infine,trasformarsi in prodotto.

SUBSTRATO-STRATO DI TRANSIZIONE-PRODOTTO.

Oltre al sito attivo, alcuni enzimi possono avere un altro sito:il sito ALLOSTERICO

Il sito allosterico è un sito a cui si possono legare modulatori POSITIVI(che favoriscono l'attacco del substrato sito attivo) o degli INIBITORI ALLOSTERICI (impediscono l'attacco del substrato al sito attivo e fanno avvenire la reazione più lentamente)

La cellula usa il modulatore allosterico per modulare il metabolismo.

Si hanno diversi gradi di specificità riguardanti gli enzimi:

-l'enzima che tiene conto del legame — ha specificità di legame/bassa specificità

-l'enzima che tiene conto di una parte della molecola— ha specificità di gruppo/specificità più alta

-l'enzima che tiene conto delle 2 molecole e del legame che le tiene insieme — specificità

ASSOLUTA

Ogni enzima è formato da 4 numeri che lo classificano:

1-classe a cui appartiene;

2-sottoclasse;

3-sotto-sotto classe;

4-posizione progressiva nella sotto-sotto classe.

Esistono 6 classi di enzimi che si classificano in base alle reazioni che catalizzano

CINETICA ENZIMATICA AAAAAA— Come avviene una reazione

$E+S \xrightarrow{k_1} E\cdot S \xrightarrow{k_2} E+P$ — reazione enzimatica

L'enzima più il substrato formano, nella parte centrale un legame — complesso enzima substrato
Dopo il complesso enzima-substrato si forma il PRODOTTO.

Asse delle ordinate (y) = si ha la velocità della reazione V

Asse delle ascisse (x) = concentrazione di substrato KM

COME SI STUDIA LA CINETICA DI UNA REAZIONE?

Si prende una quantità costante di enzima in diversi punti, su ognuna di queste si mette una concentrazione crescente di substrato e su ognuna di queste si misura la VELOCITÀ. E per ognuna di esse si ottiene un valore.

Man mano che si aumenta la concentrazione di substrato, la velocità aumenta, fino a raggiungere un massimo attraverso il quale la velocità non aumenta più, pur aumentando la concentrazione di substrato.

Si ottiene un'iperbole.

COME SI SPIEGA L'IPERBOLE? (diversa dai catalizzatori inorganici che hanno una retta)
Raddoppiando il substrato raddoppia la velocità. (all'inizio delle ascisse) (reazione di primo ordine)

Nella parte più a destra dell'iperbole, pur aumentando il substrato, la velocità rimane costante (reazione di ordine 0)

PERCHÈ AD UN CERTO PUNTO LA VELOCITÀ RIMANE COSTANTE PUR AUMENTANDO IL SUBSTRATO?

Perché quando l'enzima ha legato tutto il substrato che poteva legare si arriva alla SATURAZIONE.

Se volessimo aumentare la velocità di una data reazione, bisognerebbe aumentare la quantità di enzima.

$V = V_{max} \frac{S}{K_m + S}$ — equazione di un'iperbole.
EQUAZIONE DI MICHAELIS-MENTEN

K_m = è la concentrazione di substrato per cui si ha una velocità massima uguale alla metà della velocità massima. $V_{max} = 1/2 V_{max}$

La sua unità di misura è **MOLI O MILLIMOLI** la molarità.

AUMENTANDO LA K_m , DIMINUISCE L'AFFINITÀ.

Se la cellula non può variare la quantità di enzima e quindi non può variare la velocità, come può essa stessa aumentare o ridurre la velocità di una reazione?

La concentrazione di substrato:

Se c'è più substrato è più veloce, se c'è meno substrato è meno veloce.

UNITÀ DI ENZIMA (ENZIMATICA) o internazionale : è la quantità di enzima che catalizza la formazione di una micromole di prodotto in un minuto

Si può trasformare un'iperbole in una retta che si chiama Retta di LINEWEVER-BURK

Sull'equazione invece che V c'è 1 su V e sull'asse delle ascisse c'è 1 su S invece che S e si ottiene 1 su $V=K_m$ su V_{max} per 1 su $S + 1$ su V_{max} , questa è l'equazione di una retta che non passa per il centro.

La velocità di un enzima dipende dal PH?

Il PH può cambiare la struttura di una proteina e anche la sua funzione.

ESPERIMENTO= si prende una quantità di enzima, la stessa quantità di substrato e si fa avvenire l'attività a PH diversi e si misura la velocità.

Mano a mano che il PH si alza la velocità diminuisce.

ES= la pepsina che lavora bene nello stomaco a pH 1, quando passa nell'intestino che ha pH 7, smette di funzionare.

La temperatura influisce sull'attività dell'enzima?

ESPERIMENTO= si prende una quantità di enzima e la stessa quantità di substrato e si fa avvenire l'attività a temperatura diverse.

Si nota che aumentando la temperatura la reazione avviene più rapidamente e questo avviene perché a temperatura più alta gli enzimi vengono a contatto più rapidamente.

Per ogni enzima si può determinare pH e temperatura ottimale.

La cellula fa di tutto pur di mantenere costante il pH all'interno della cellula e nell'ambiente extracellulare perché gli enzimi non cambino la loro attività.

Un abbassamento del pH ematico infatti porta alla morte perché vengono colpiti gli enzimi.

COME POSSONO ESSERE REGOLATI GLI ENZIMI ALL'INTERNO DELLA CELLULA?

- 1- con la stimolazione o inibizione della sintesi degli enzimi che avviene a livello del DNA;
- 2- con la regolazione TRANSCRIZIONALE cioè si regola la quantità di messaggero che si produce (+Rna+Enzima e -Rna-Enzima)
- 3- con il meccanismo allosterico dovuto al sito allosterico il cui legame con un modulatore può aumentare o diminuire l'attività
- 4- con la modificazione covalente reversibile e irreversibile.

MODIFICAZIONI COVALENTI REVERSIBILI

Un gruppo viene addizionato con un legame covalente ad un enzima. Questo può causare una modificazione funzionale.

Il gruppo quando si lega può o aumentare l'attività o diminuire l'attività

Uno dei gruppi più utilizzati è il gruppo fosfato (P) che ha cariche negative.

La cellula se vuole aggiungere un gruppo fosfato ad un enzima, necessita un altro enzima così come quando vuole toglierlo.

Enzima che aggiunge il gruppo: Chinasi.

Enzima che toglie il gruppo: Fosfatasi.

MODIFICAZIONI IRREVERSIBILI

Si ha l'ATTIVAZIONE DEGLI ZIMOGENI: lo zimogeno è un enzima DIGESTIVO non attivo e per renderlo attivo e quindi farlo funzionare gli vengono tolti degli amminoacidi.

ISOENZIMI: gli isoenzimi sono enzimi che hanno strutture diverse ma che agiscono sullo stesso substrato.

Verso il substrato hanno valori diversi di k_m e di velocità.

Solo 2 strutture uguali avranno k_m e velocità uguali.

TRASPORTATORI DI OSSIGENO

Respirazione può essere:

- esterna: è lo scambio di gas tra l'atmosfera e la superficie respiratoria (polmoni)
- interna: è lo scambio di gas tra i polmoni e i tessuti
- mitocondriale: è l'ultima tappa in cui viene utilizzato l'ossigeno.

I gas si muovono dalla regione più concentrata a quella meno concentrata, questo si dice **SECONDO GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE**.

Gas diffonde in parte nei liquidi e si dissolve nell'H₂O

COME SI TRASPORTA L'OSSIGENO NEI SISTEMI VIVENTI?

- nei pluricellulari e unicellulari per **DIFFUSIONE**—cioè l'ossigeno dall'atmosfera entra nella cellula dove viene consumato;
- si hanno anche sistemi di trasporto per organismi più grandi-(sangue) prendono l'ossigeno dai polmoni e lo portano a tutte le cellule

Gli insetti per respirare hanno tubi tracheali che attraversano tutto il corpo che permettono all'ossigeno di entrare nei tubi e dai tubi passare direttamente alle cellule dell'organismo.

3-utilizzare la pelle—per esempio le rane che hanno una pelle molto estesa che per diffusione consente la traspirazione dell'ossigeno.

SISTEMA CIRCOLATORIO

Prende l'ossigeno attraverso il sistema respiratorio, l'ossigeno passa quindi nel sistema circolatorio (sangue) e il sistema circolatorio lo porta ai tessuti.

Il sangue però non può trasportare tutto l'ossigeno a tutte le cellule quindi il sangue deve avere un trasportatore che lega l'ossigeno molto più del sangue e che porti quest'ossigeno a tutte le cellule dell'organismo.

Da qui si ha la **sinterizzazione** dei trasportatori dell'ossigeno.

La pressione atmosferica dell'ossigeno è di 160 millimetri di mercurio nell'atmosfera.

Quando entra nei polmoni raggiunge la pressione di 100 millimetri di mercurio.

Il sangue arriva con pressione di 40 millimetri di mercurio e quando è transitato nei polmoni viene riportato ai tessuti con pressione di 100 millimetri di mercurio.

QUINDI SI OSSIDA. SANGUE DA VENOSO DIVENTA ARTERIOSO.

Un trasportatore quando l'ossigeno entra nel sangue lo deve legare e portare ai tessuti.

L'uomo come trasportatore possiede l'**EMOGLOBINA** che trasporta 4 molecole di ossigeno.

Il vantaggio dell'avere una proteina più piccola è che è codificata da un gene più piccolo, quindi non può essere mutata.

MIOGLOBINA E EMOGLOBINA

Mioglobina=come ci dice il nome deriva da **MIO** che significa muscoloso situata nel muscolo scheletrico

EMOGLOBINA= sta nel sangue

Entrambe hanno un gruppo di natura non proteica che si chiama **EME**, per questo sono dette Emoproteine. Sono quindi proteine coniugate.

EME

È una ferroprotoporfirina perché al suo interno ha un atomo di **FERRO**.

Il ferro lega l'ossigeno solo se è in forma **Fe⁺⁺**

Il ferro in forma **Fe⁺⁺⁺** non lega l'ossigeno.

Il ferro in forma **Fe⁺⁺** può formare 6 legami di coordinazione:

4 con l'**AZOTO**, 1 con l'**ISTIDINA**(f8)b e 1 con l'**OSSIGENO**.

l'Eme senza la proteina lega il **MONOSSIDO DI CARBONIO** perché gli è più affine

Il legame che l'Eme fa con l'ossigeno è **IRREVERSIBILE**.

Se nel sangue ci fosse l'Eme, questo legherebbe l'ossigeno nei polmoni, arriverebbe ai tessuti e ritornerebbe ai polmoni con lo stesso ossigeno perché il legame è irreversibile.

L'emoglobina ha il compito di indebolire il legame dell'ossigeno con il Fe^{++} e indebolendolo, da un legame forte si passa ad un legame debole.

La porzione proteica quindi fa sì che un legame irreversibile diventi un legame reversibile.

L'EME posizionata all'interno della porzione globinica, crea un INGOMBRO STERICO all'ossigeno, in modo tale che quest'ultimo si lega al ferro, ma in maniera molto più debole così da far diventare il legame più debole.

LA MIOGLOBINA

Sta nel muscolo, ed è formata da un'unica subunità.

La mio globina non è un vero e proprio trasportatore, ma una riserva di ossigeno per il muscolo-scheletrico che è il tessuto che consuma più energia di tutti e che necessita ATP più di tutti.

La sua cinetica forma un'iperbole. Non è un buon trasportatore perché lega molto ossigeno ma ne rilascia poco.

EMOGLOBINA

L'emoglobina si trova dentro globuli rossi. È formata da quattro subunità di EME.

È una cellula a-nucleata, per questo ha una forma biconcava, appiattita al centro.

Il globulo rosso è specializzato nel trasporto di ossigeno.

Non avere un nucleo è un vantaggio per il trasporto di ossigeno perché:

1-perché si entra più emoglobina;

2-riesci a passare più facilmente nei capillari;

3-ha superficie più estesa così che l'ossigeno entri con più facilità per legarsi con l'emoglobina.

L'emoglobina lega 4 ossigeni e questo legame avviene in un modo sequenziale: prima uno, poi l'altro eccetera.

Il legame del primo ossigeno non è uguale a quello del secondo terzo e quarto sono tutti diversi. La cinetica dell'emoglobina è un sigmoide.

2-3 BIFOSFOGLICERATO (2,3bpg)

È uno dei quattro parametri che influenza il legame dell'emoglobina con l'ossigeno: insieme al pH, alla concentrazione di CO_2 e al calore.

È formata da tre atomi di carbonio e due fosfati è un composto idrosolubile perché ci sono cariche più precisamente cinque cariche negative.

DOMANDA D'ESAME:EFFETTO DI QUESTA MOLECOLA SUL LEGAME DELL'O CON L'EMOGLOBINA

Questa molecola è sintetizzata all'interno del globulo rosso

L'emoglobina è formata da quattro subunità due sono alfa e due sono beta. La parte centrale dell'emoglobina è carica positivamente, quindi il B fosfoglicerato che a cinque cariche negative trova le cariche positive e si lega al centro dell'emoglobina. Legandosi modifica la struttura dell'emoglobina ma a sfavore del legame con l'ossigeno perché: quando il B fosfoglicerato si lega, l'affinità dell'emoglobina con l'ossigeno diminuisce.

Quindi, l'effetto del legame del B fosfoglicerato con l'emoglobina è una diminuzione dell'affinità di questa con l'ossigeno.

Più il globulo rosso sintetizza il B fosfoglicerato meno l'emoglobina trasporta l'ossigeno perché c'è meno affinità.

Due cose importanti:

-grazie questa molecola la quantità di ossigeno in altitudine che va dai polmoni ai tessuti è uguale a quando sia livello del mare. Quindi questa molecola ci consente di adattarsi all'altitudine.

-prima di nascere abbiamo un altro tipo di emoglobina che si chiama emoglobina F o fetale formata da alfa² e gamma²:

il feto in gravidanza respira grazie questa emoglobina che prende l'ossigeno nel mobile della madre.

L'emoglobina F a maggiore affinità con l'ossigeno.

Se si prende l'emoglobina F e quella adulta, l'emoglobina adulta sei presa singolarmente a maggiore affinità, ma questo non si verifica perché sia il B fosfoglicerato che fa sì che l'emoglobina adulta abbiamo in affinità di quella fetale.

TRASPORTO CO₂-dai tessuti ai polmoni

COME VIENE TRASPORTATA LA CO₂?

-una parte piccola si dissolve nel plasma, arrivano i polmoni dove viene eliminata(5\7%)

- legata a proteine per il 20%: l'emoglobina quando perde l'ossigeno lega CO₂, la trasporta ai polmoni, elimina la CO₂, e lega l'ossigeno.

- La maggior parte viene trasformata sottoforma di H₂CO₃ che è l'acido carbonico perché nei tessuti si produce la CO₂ che può reagire con l'H₂O per formare H₂CO₃.

L'H₂CO₃ si forma grazie all'enzima che si chiama anidrasi carbonica.

L'H₂CO₃ È un acido debole e per questo si dissocia in H⁺ + HCO₃⁻ a livello dei tessuti. Quando questo composto arriva a livello dei polmoni avviene la reazione inversa: l'H₂CO₃ si dissocia in H₂O E CO₂ che viene ceduta all'ambiente esterno.

Il pH nei tessuti è più basso perché nei tessuti si forma H⁺ e HCO₃⁻

H⁺ nei tessuti abbassa il pH

Quando si ritrasforma in CO₂ il pH si rialza.

EMOGLOBINA GLICOSILATA (LEGA I CARBOIDRATI)

L'emoglobina che passa nel sangue può legare degli zuccheri, e nell'ego e tanti di più quanto maggiore è la concentrazione di zuccheri nel sangue.

I livelli di emoglobina glicosilata di persone senza patologie sono normali.

L'emoglobina glicosilata è un marcatore di diabete, nei pazienti diabetici il livello di emoglobina glicosilata non è normale.

LIPIDI

Sono composti insolubili in acqua ed hanno diverse funzioniate più importanti però sono 2:

Essere riserve di energia ed essere elementi strutturali.

I lipidi si classificano in base alla STRUTTURA CHIMICA:

ACIDI GRASSI,TRIGLICERIDI,FOSFOLIPIDI e steroidi e vitamine lipidiche.

Gli acidi grassi sono molecole ANFIPATICHE cioè sono formate da una porzione polare(gruppo carbossilico) e da una porzione non polare(catena di carboni)

Gli acidi grassi si dividono anche in base alla struttura della catena idrocarburica:

INSATURI (nessun doppio legame, solo legami covalenti singoli)

MONOINSATURI (1 doppio legame)

POLINSATURI (almeno 2 doppi legami)

2 MODI PER NUMERARE GLI ACIDI GRASSI:

Con i numeri..

Con le lettere greche (alfa beta gamma omega delta..)

L'ultimo atomo della catena,all'opposto del primo carbonio, si chiama OMEGA

Si comincia a contare i carboni dall'ultimo carbonio della catena

Gli acidi grassi si dividono in catena CORTA(da 4 a 6 carboni)

Catena MEDIA(da 8 a 14 carboni)

Catena LUNGA (da 16 carboni)

ACIDI GRASSI ESSENZIALI....OMEGA 3 E OMEGA 6

Gli omega 3 si chiamano così perché il doppio legame è posizionato sul carbonio 3 a partire da Omega

Gli omega 6 si chiamano così perché il doppio legame è posizionato sull'atomo di carbonio 6 a partire da Omega

Strutturalmente da saturo a insaturo cambia il fatto che un doppio legame causa una PIEGA
Gli acidi grassi si attaccano tra di loro e formano LEGAMI IDROFOBICI.

I legami idrofobi rendono più stabile la struttura.

Più l'acido grasso è lungo, più legami idrofobi forma.

Se all'interno della catena ci sono acidi grassi con doppio legame ci sono meno legami idrofobi perché a causa delle pieghe causate dai doppi legami si crea distanza tra gli acidi grassi.

Si può misurare la TEMPERATURA DI FUSIONE degli acidi grassi: la temperatura di fusione è la temperatura in cui gli acidi passano dallo stato solido a quello liquido.

In base ai legami idrofobi che ci sono servirà una maggiore o minore temperatura per romperli.

I DOPPI LEGAMI DIMINUISCONO I LEGAMI IDROFOBICI QUINDI SONO GIÀ LIQUIDI A TEMPERATURA AMBIENTE.

SOLUBILITÀ IN ACQUA:

Aumentando l'idrofobicità diminuisce la solubilità, quindi:

-Gli acidi grassi più lunghi, avendo una porzione idrofobica più grande, sono meno solubili in acqua rispetto ad acidi grassi più corti che, avendo meno legami idrofobici, e quindi porzione idrofobica più piccola, sono più solubili in acqua.

TRIGLICERIDI (si trovano negli adipociti)

Sono lipidi di riserva

GLICEROLO— è solubile perché è presente nella sua catena un gruppo OH

I trigliceridi sono formati per reazione tra il GLICEROLO E 3 ACIDI GRASSI

Reagisce il gruppo OH del glicerolo con un gruppo carbossilico dell'acido grasso

Ci sono 3 OH quindi il glicerolo può legare 3 acidi grassi formando i trigliceridi.

Quando si forma questa nuova molecola (il trigliceride) , il gruppo OH e il gruppo carbossilico dell'acido grasso non ci sono più.

Il glicerolo quindi perde i 3 gruppi OH che lo rendevano solubile in acqua ,e gli acidi grassi hanno perso il gruppo carbossilico che lo rendevano solubile.

IL TRIGLICERIDE È IDROFOBICO, APOLARE.

IL LEGAME CHE UNISCE GLI ACIDI GRASSI AL GLICEROLO È UN LEGAME COVALENTE, MOLTO FORTE

I trigliceridi sono situati nelle cellule adipose

PER DIGERIRE I TRIGLICERIDI SONO NECESSARI ENZIMI CHE ROMPONO QUESTI LEGAMI COVALENTI: ENZIMI LIPASI

LIPIDI DI MEMBRANA

Si dividono in:

FOSFOLIPIDI

hanno entrambi 1 porz polare

Contengono un atomo di fosfato

Si dividono ancora in:

GLICEROFOSFOLIPIDI (glicerolo+2acidi gra+1grup P)

GLICOLIPIDI

contengono degli zuccheri
si dividono in:

SFINGOLIPIDI(sfingosina, 1acido

SFINGOFOSFOLIPIDI(sfingosina,1acido gras,1 grupP) grasso,1 monosaccaride)

ANTIGENE: sostanza che, se introdotta, nell'organismo, produce un anticorpo che neutralizza quell'antigene

GRUPPI SANGUIGNI

La membrana degli eritrociti può avere dei composti diversi da individuo a individuo.

SUL GRUPPO A è PRESENTE L'ANTIGENE A

SUL G B C'è L'ANTIGENE B

SUL G AB C'è SIA L'ANTIGENE A CHE IL B

SUL GRUPPO 0 NON CI SONO ANTIGENI

GRUPPO 0 è IL DONATORE UNIVERSALE

IL GRUPPO AB Può ESSERE INOCULATO SOLO NEL GRUPPO AB

MEMBRANE BIOLOGICHE

Porzione idrofobica è situata all'interno mentre la porzione idrofilia è situata all'esterno

La membrana biologica è formata da un doppio strato di fosfolipidi.

PROPRIETÀ DELLA MEMBRANA:

- è una barriera selettiva: circonda la cellula e tiene enzimi, metaboliti ecc. all'interno di essa.
- contiene sistemi enzimatici: per esempio il metabolismo energetico;
- contiene sistemi di trasporto: (attivo, passivo) per portare molecole nutritive all'interno e mantenere la concentrazione di ioni ;
- contiene siti specifici: per lo scambio di informazioni.

IL TRASPORTO DI OSSIGENO DOVE NON C'È CONSUMO DI ATP È UN TRASPORTO NON ATTIVO PERCHÈ NON VIENE CONSUMATO ATP

DA CHE COSA SONO COMPOSTE LE MEMBRANE?

Da lipidi— che formano una barriera idrofobica ;

Da proteine— che conferiscono funzioni alla membrana, queste proteine si dividono in:

PROTEINE DI MEMBRANA PERIFERICHE (ATTACCATE AI LATI DELLA MEMBRANA);

PROTEINE DI MEMBRANA INTEGRALI (SONO IMMERSI PARZIALMENTE O DEL TUTTO NEL DOPPIO STRATO FOSFOLIPIDICO) e sono più ricche di amminoacidi idrofobi perché devono interagire con la parte idrofobica della membrana che è il doppio strato fosfolipidico.

I lipidi che stanno sulle membrane sono principalmente i Fosfolipidi— TESTA POLARE E CORPO NON POLARE

Più CI SONO ACIDI GRASSI INSATURI, PIÙ LA MEMBRANA È FLUIDA

Ogni membrana ha lipidi e proteine caratteristici che differiscono però per la quantità. In comune hanno il doppio strato fosfolipidico, ma differiscono per le caratteristiche di questo.

La struttura dello strato interno è diversa da quella dello strato esterno.

Quindi si hanno funzioni diverse e questo si chiama ASIMMETRIA DI MEMBRANA

2 POSSIBILI MOVIMENTI DEI FOSFOLIPIDI:

-PASSARE DA UN LATO ALL'ALTRO DELLA MEMBRANA—= movimento di inversione

Avviene con DIFFICOLTÀ perché la testa polare deve attraversare lo strato idrofobico (che tende a respingere la testa perché è idrofilica) Se fosse stata una struttura idrofobica sarebbe avvenuto con facilità.

-PASSARE SULLO STRATO DA DX A SX O VICEVERSA= diffusione laterale

Avviene con facilità perché si passa lateralmente sempre sullo strato idrofilico.

COME DIMOSTRARE CHE IL FOSFOLIPIDE MIGRA LATERALMENTE:

-In una membrana si colorano tutti i fosfolipidi che stanno sulla parte esterna della membrana.

Poi hanno colpito le cellule con un raggio laser decolorando una porzione della superficie della membrana. Avendo prodotto un buco bianco sulla membrana si capisce se i fosfolipidi si muovono o no:

Se non si muovono il buco rimane tale perché i fosfolipidi decolorati e non rimangono sullo stesso posto.

Se si muovono, quelli colorati prendono il posto di quelli bianchi dentro il foro

Il risultato è che si muovono perché nel foro si vedono dei puntini colorati.

-si prende una cellula murina e si colorano i fosfolipidi di membrana in rosso e una cellula umana colorando i fosfolipidi di viola

Se le due membrane si fondono si crea un'unica cellula (se i fosfolipidi non si muovono)

Se i fosfolipidi si muovono i 2 colori si mischieranno .

LA FLUIDITÀ DI MEMBRANA È UGUALE IN TUTTO LO STRATO DELLA MEMBRANA? E DA QUALI PARAMETRI DIPENDE?

Le membrane sono fluide. La fluidità di membrana può variare in base alla quantità di acidi grassi presenti

Più ACIDI GRASSI INSATURI Più LA MEMBRANA È FLUIDA.

NEL DOPPIO STRATO FOSFOLIPIDICO, DOVE CI SONO GLI ACIDI GRASSI, LA FLUIDITÀ FRA LE TESTE POLARI È UGUALE IN TUTTI I PUNTI O NO?

-le porzioni di acidi grassi attaccate alle teste polari si muovono meno, mentre le porzioni che stanno nella parte centrale delle code degli acidi grassi hanno più libertà di movimento
QUINDI LA MEMBRANA È PIÙ FLUIDA ALL'INTERNO E MENO FLUIDA ALL'ESTERNO (VICINO ALLE TESTE POLARI)

Anche il COLESTEROLO influenza la fluidità di membrana:

Il colesterolo è una molecola antipatica .

QUAL È L'EFFETTO DEL COLESTEROLO SULLA FLUIDITÀ DI MEMBRANA?

L'effetto è diverso in base a se si lega ad ACIDI GRASSI SATURI o ad ACIDI GRASSI INSATURI

LEGA A ACIDI GRASSI SATURI: se il colesterolo si mette tra i 2 acidi grassi la fluidità aumenta (distanza i 2 acidi, perché diminuiscono i legami idrofobici)

LEGA A ACIDI GRASSI INSATURI: se il colesterolo si mette tra i 2 acidi grassi la fluidità diminuisce (avvicina i 2 acidi, quindi aumentano i legami idrofobici)

PROTEINE DI MEMBRANA (integrali e periferiche)

In queste proteine sono prevalenti residui amminoacidici NON POLARI (perché la membrana è idrofobica)

FUNZIONI DELLE PROTEINE DI MEMBRANA:

-sono trasportatori: 3 tipi di trasporto

-funzione di collegamento—sono recettori: ESEMPIO:

L'insulina che è un ormone proteico che deve portare il suo segnale all'interno della cellula, ma non ha amminoacidi idrofobici (quindi non può entrare perché non riesce ad attraversare il doppio strato fosfolipidico), per portare l'ormone dentro la cellula, gli ormoni si legano a dei recettori che trasportano il segnale all'interno della cellula.

Gli ormoni steroidei (idrofobici) riescono ad attraversare il doppio strato fosfolipidico, entrano nella cellula e portano il segnale.

Proteine periferiche: sono quelle legate alle teste polari, e quindi sono formate da amminoacidi polari.

TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

Le molecole tanto più sono polari, tanto meno riescono ad attraversare il doppio strato fosfolipidico della membrana.

- ossigeno, anidride carbonica, azoto cioè i gas in generale passano con facilità la membrana
- piccole molecole polari come il glicerolo riescono ad attraversare, pur essendo polari.
- grosse molecole polari non cariche, molecole polari cariche e ioni non passano e per questo utilizzano le proteine per passare.

Si hanno due principali tipi di proteine di trasporto:

1. **Proteine Carrier**: hanno un sito a cui si lega il soluto, che ruota e trasporta il soluto da una parte all'altra
2. Proteine canale: hanno un canale attraverso cui passano ioni o piccole molecole.

La differenza è che nelle proteine Carrier il soluto si deve recare alla proteina trasportatrice per essere trasportata quindi si ha un'interazione, mentre nelle proteine canali passano le molecole senza nessuna interazione.

Si hanno tre modi di trasportare un soluto da una parte all'altra:

- 1-DIFFUSIONE SEMPLICE
- 2-DIFFUSIONE FACILITATA
- 3-TRASPORTO ATTIVO

DIFFUSIONE SEMPLICE(O TRASPORTO PASSIVO)

NON NECESSITA DI ENERGIA e quindi nessun trasportatore

Le sostanze diffondono attraverso la membrana senza alcuna difficoltà.

Le sostanze si spostano da una zona dove sono più concentrate ad una dove sono meno concentrate, per raggiungere l'equilibrio

DIFFUSIONE FACILITATA

Necessita di un trasportatore.MA NO CONSUMO DI ENERGIA

Per valutare la cinetica serve prendere 2 soluzioni di glucosio: aumentare la concentrazione di glucosio in 1 delle 2 e mantenere costante l'altra, per poi misurare la VELOCITÀ D'INGRESSO.

La velocità d'ingresso ad un certo punto non aumenta più e rimane costante perchè ha raggiunto la saturazione.

SE VOLESSIMO AUMENTARE LA VELOCITÀ DOVREMMO AUMENTARE I TRASPORTATORI.

-specificità: il trasportatore riconosce il soluto e lo lega specificamente e poi lo porta all'interno.

-avviene secondo gradiente di concentrazione

K_T=costante di trasporto—indica la concentrazione di glucosio, quindi si ha una velocità d'ingresso pari alla metà

È UN INDICE DI AFFINITÀ DEL SOLUTO CON IL SUO TRASPORTATORE.

+basso è il K_t,+ elevata è l'affinità

IN QUESTA MODALITÀ DI TRASPORTO/diff.fac.):

-la proteina che trasporta può permettere il passaggio di un unico soluto e quindi si parla di

UNIPORT

-Oppure può portare 2 soluti che vanno nella stessa direzione:**SINPORT**

Se la proteina trasporta un soluto in una direzione e un altro soluto nella direzione opposta si dice

ANTIPOINT.

TRASPORTO ATTIVO

- Presenza di un trasportatore e consumo di ATP.

Il soluto si muove CONTRO GRADIENTE di concentrazione, cioè dalla zona meno concentrata alla più concentrata.

Si hanno 2 tipi di trasporto attivo:

-primario -secondario

PRIMARIO

La molecola trasportatrice trasporta contro gradiente di con. E con consumo di ATP

Se la molecola non consumasse atp ,ripasserebbe alla zona meno concentrata.

SECONDARIO

La proteina trasporta contro grad. di concentraz.

È presente un'altra proteina che può riportare all'interno — — COTRASPORTO

Non consuma ATP

CARBOIDRATI

Sono molecole formate da carbonio, idrogeno e ossigeno. Si dividono in:

Monosaccaridi: costituiti da un'unica molecola

Oligosaccaridi: costituiti da una corta catena di unità monosaccaridiche

Polisaccaridi: costituiti da una catena di più di 20 unità monosaccaridiche

IL GRUPPO FUNZIONALE DEI CARBOIDRATI È IL **GRUPPO CARBONILICO**(CO)

Quando il gruppo carbonilico si trova all'estremità del monosaccaride si dice **ALDOSI**

Quando il gruppo carbonilico non si trova all'estremità del monosaccaride si dice **CHETOSI**

Se sulla catena c'è OH quella porzione sarà idrofilica e quindi solubile in acqua.

Quando un atomo di carbonio possiede quattro gruppi diversi legati a se stesso si formano due isomeri: l'isomero D e l'isomero L. Cioè questi quattro gruppi sono disposti nello spazio in due modi diversi.

EPIMERO: quando due zuccheri hanno tutta la molecola uguale tranne la posizione dell'OH

Quando c'è la catena di un monosaccaride che è formata da cinque più atomi di carbonio, per esempio il glucosio che ne ha sei, questa catena si può chiudere a formare un anello. A questo punto il carbonio uno può interagire con un altro carbonio di un altro monosaccaride a formare disaccaridi oligosaccaridi e polisaccaridi. Il legame che si forma con un altro monosaccaride si chiama **LEGAME O-GLICOSILICO**, è un legame covalente.

Quando ingeriamo polisaccaridi, che sono tenuti insieme da legami covalenti, necessitiamo di enzimi per rompere questi legami così da prendere i monosaccaridi. Servono quindi enzimi che tagliano i legami o-glicosilici:

Enzimi per il catabolismo enzimi per l'anabolismo.

Il legame o-glicosilico si chiama così perché l'ossigeno fa da ponte fra i due monosaccaridi.

POLISACCARIDI

I polisaccaridi sono tanti monosaccaridi legati tra loro dal legame o-glicosilico.

I polisaccaridi si dividono in: **ramificati e non ramificati**

I ramificati hanno la catena con ramificazioni mentre i non ramificati hanno una catena lineare.

Si dividono anche in: **omopolisaccaridi e eteropolisaccaridi**

I primi sono formati da una catena formata dallo stesso monosaccaride, i secondi hanno una catena formata da più tipi di monosaccaridi.

I polisaccaridi delle piante sono amido e cellulosa

Il polisaccaride dell'uomo è il glicogeno

Sia l'amido che il glicogeno sono homo polisaccaridi formati da d-glucosio.

AMIDO

È contenuto nelle piante. È formato dal mix di 2 polisaccaridi:

Amiloso e amilopectina.

L'AMILOSIO È lineare e il legame o-glicosilico è alfa 1,4, perché avviene tra il carbonio 1 e il carbonio 4.

L'AMILOPECTINA È ramificato e il legame o glicosilico è alfa 1,4. Il punto di ramificazione è alfa 1,6

Sono entrambi formati da glucosio

Quando ingeriamo l'amido sono necessarie due enzimi digestivi: uno per spezzare il legame alfa 1,4 e uno per spezzare il legame alfa 1,6.

GLICOGENO

Ramificato e lineare. NEI PUNTI DI RAMIFICAZIONE IL LEGAME È AD ALPHA 1,6. IL GLICOGENO NELL'UOMO SI TROVA NEL **FEGATO** E NEL **MUSCOLO STE SCHELETRICO** MA CON FUNZIONI DIVERSE.

GLICOGENO EPATICO, FUNZIONE:

Produce glucosio e lo manda a tutti i tessuti che ne hanno bisogno per produrre energia.

GLICOGENO NEL MUSCOLO SCHELETRICO, FUNZIONE:

Tutto il glicogeno che possiede lo tiene per sé e lo utilizza per se stesso perché il tessuto che necessita più energia in assoluto.

DIFFERENZA NELL'UTILIZZO DI ENERGIA TRA GLUCOSIO E ACIDO GRASSO

L'unica fonte di energia in assenza dell'ossigeno è il glucosio. In assenza di ossigeno un acido grasso non produce ATP.

L'unico tessuto che può trovarsi privo di ossigeno è il muscolo-scheletrico perché consuma tantissimo ossigeno fino a trovarsi in assenza di esso e questa situazione si chiama **anaerobiosi**.

Il muscolo-scheletrico va in anaerobiosi, ma continua per un po' di tempo a produrre ossigeno grazie al glucosio e all'ATP.

La fonte energetica di riserva è il glicogeno (trigliceridi)

GLICEMIA

La glicemia dopo un digiuno notturno è 5mM (MILLIMOLARE)

Che è il contenuto di glucosio nel sangue.

Digiuno prolungato: 3,5 mM

Dopo un pasto ricco di glucosio: 7,2 mM

Si hanno tre ormoni **iperglicemizzanti**: GLUCAGONE, CORTISOLO, ADRENALINA

1 ormone **ipoglicemizzante**: INSULINA

Ipoglicemizzanti abbassano i livelli di glucosio ematico, iperglicemizzanti aumentano il contenuto di glucosio ematico.

Il glucosio è un aldoso a sei atomi di carbonio, viene ingerito sotto forma di amido e glicogeno e una volta ingerito e prodotto il glucosio all'interno delle cellule, molto importante è la sua **Ossidazione tramite la glicolisi o produzione di ATP**.

Parte del glucosio, quando è in eccesso, viene trasformato in glicogeno e messo nel fegato e nel muscolo scheletrico.

L'altra via che può prendere il glucosio una volta ingerito si chiama VIA DEI PENTOSIO-FOSFATI, cioè la sintesi dei nucleotidi (DNA E RNA)

Il gruppo produrrà, dopo il suo catabolismo, una molecola che si chiama **AcetilCoA**, formata da 2 atomi di carbonio, può essere completamente degradata a $CO_2 + H_2O$ producendo energia e si formano $6CO_2$

L'AcetilCoA può essere usata anche:

- per formare gli acidi grassi, che formano i lipidi (trigliceridi).
- per la sintesi di amminoacidi, che servono per la sintesi delle proteine.

DIGESTIONE DELL'AMIDO E DEL GLICOGENO

Gli enzimi agiscono sia sull'amido sia sul glicogeno perché hanno in comune gli stessi legami: alfa 1,4 e alfa 1,6

La digestione avviene nella bocca grazie alle **ALFA-AMILASI**, che tagliano sia l'amido sia il glicogeno (tagliano tutti i legami α -glicosilici)

Quando arriva nello stomaco, il pH acido dello stomaco blocca l'azione di questi enzimi.

Poi si passa nell'intestino dove il pH si rialza e ci sono le **ALFA-AMILASI PANCREATICHE**, che continuano a digerire l'amido e il glicogeno.

Dopo la digestione, al fegato arriva il monosaccaride.

CARENZA DI LATTASI

Per digerire il lattosio che ingeriamo serve l'enzima LATTASI.

L'enzima lattasi è presente nel bambino, che lo utilizza per prendere glucosio, con la crescita questo enzima si riduce.

In alcuni individui o manca del tutto o ne hanno poco.

Se si ingerisce latte e non si ha l'enzima lattasi, il lattosio non viene digerito e viene utilizzato dai batteri intestinali producendo dolori intestinali.

GLICOLISI

La glicolisi produce 2 MOLECOLE DI PIRUVATO. Ogni molecola di piruvato ha 3 atomi di carbonio. Il piruvato perde due molecole di anidride carbonica e si trasforma in AcetilCoA che è una molecola a 2 atomi di carbonio.

Dopo una serie di reazioni dall'AcetilCoA si formano anidride carbonica e acqua.

-Nel muscolo scheletrico se manca ossigeno il piruvato non viene trasformato in AcetilCoA, ma in LATTATO.

-Negli organismi come il lievito, può avvenire la FERMENTAZIONE ALCOLICA, cioè si forma etanolo e CO₂.

PROCESSO DELLA GLICOLISI

Glucosio diventa Glucosio-6 fosfato e per fare ciò viene utilizzata una molecola di ATP.

Glucosio-6-fosfato diventa Fruttosio-6-fosfato, si consuma un'altra molecola di ATP.

Il fruttosio-6-fosfato è trasformato in Fruttosio-1,6-bifosfato che è diviso in 2 molecole:

Gliceraldeide-3-fosfato e Didrossiacetone-3-fosfato.

Solo la gliceraldeide procede con la glicolisi, il didrossiacetone viene trasformato in gliceraldeide per proseguire la glicolisi.

Dalla gliceraldeide si forma il 1,3-bifosfoglicerato e da questa si forma il 3-fosfoglicerato e produce 2 ATP.

Dal 3-fosfoglicerato si forma il 2-fosfoglicerato, da questa molecola si forma il Fosfoenolpiruvato e da questo si forma il piruvato, con la produzione di 2 ATP.

-in totale si formano 4 molecole di ATP

-la resa della glicolisi è di 2 ATP.

-Nella prima fase c'è consumo e nella seconda c'è produzione.

-Da una molecola di glucosio si formano 2 molecole di piruvato a 3 atomi di carbonio ciascuna.

Tutti gli intermedi della glicolisi sono FOSFORILATI, cioè hanno carica negativa.

Quindi tutti i composti della glicolisi sono carichi negativamente.

Un composto carico negativamente non può uscire dalla cellula e attraversare la membrana per andare all'esterno.

Nel momento in cui il glucosio entra viene trasformato in Glucosio-6-fosfato. Il trasporto del glucosio va da una zona più concentrata ad una zona meno concentrata. Le reazioni della glicolisi sono 10. 7 reversibili e 3 irreversibili.

GLICOLISI PER TAPPE. TUTTI GLI ENZIMI DELLA GLICOLISI SONO SITUATI NEL CITOSOL.

Ogni reazione è catalizzata da un enzima diverso

1 reazione: è catalizzata dall'enzima ESOCHINASI e produce glucosio-6-fosfato. IRREVERSIBILE

2 reazione: conversione del glucosio-6-fosfato in Fruttosio-6-fosfato grazie all'enzima ISOMERASI. REVERSIBILE

3 reazione: Al fruttosio-6-fosfato, con aggiunta di ATP, si aggiunge un fosfato e si forma il Fruttosio-1,6-bifosfato grazie all'enzima FOSFO-FRUTTOCHINASI(PFK-1). IRREVERSIBILE.

4 reazione: il fruttosio-1,6-bisfosfato viene diviso dall'enzima **ALDOLASI**, in 2 molecole a 3 atomi di carbonio:

Il Didrossiacetone-fosfato che è un chetoso e non potrebbe continuare la glicolisi ma per farlo viene trasformato in Gliceraldeide-3-fosfato.

5 reazione: trasformazione della Gliceraldeide-3-fosfato in 1,3-bisfosfoglicerato con l'aggiunta di un fosfato.

Si produce **DA NAD⁺, NADH**

NADH è una molecola che contiene energia, ma la cellula non può utilizzarla.

SOLO IN PRESENZA DI OSSIGENO QUESTA MOLECOLA PUÒ TRASFORMARSI IN ATP.

7 reazione: dall'1,3-bisfosfoglicerato se ne va un fosfato e da ADP si forma ATP. Qui si producono 2 molecole di ATP e quindi diventa 3-fosfoglicerato

Questa fosforilazione si chiama **FOSFORILAZIONE A LIVELLO DEL SUBSTRATO**=cioè si produce ATP anche senza ossigeno.

(FOSFORILAZIONE OSSIDATIVA: PRODUZIONE DI ATP IN PRESENZA DI OSSIGENO)

8 reazione: il 3-fosfoglicerato si trasforma in 2-fosfoglicerato (cioè passa dal carbonio 3 al carbonio 2) grazie all'enzima **MUTASI**. **Reversibile**

9 reazione: il 2-fosfoglicerato viene trasformato in Fosfoenolpiruvato grazie all'enzima **ENOLASI**.

10 reazione: dal fosfoenolpiruvato, grazie all'enzima **PIRUVATO CHINASI**, si forma il PIRUVATO e altre 2 molecole di ATP. **IRREVERSIBILE**

BILANCIO COMPLESSIVO DELLA GLICOLISI:

-si formano 2 Atp e 2 NADH

COME SI REGOLANO LE VIE CATABOLICHE E ANABOLICHE (IL METABOLISMO)?

La regolazione avviene prevalentemente per via allosterica, ci sono alcuni enzimi regolati da modulatori in queste vie che sono attivatori o inibitori dell'enzima.

Un enzima ha un modulatore positivo che lo attiva e un modulatore negativo che lo disattiva.

MODULATORI ALLOSTERICI PIÙ IMPORTANTI:

ATP E NADH: INIBITORI

ADP E NAD⁺: ATTIVATORI

Se un organismo ha un'elevata quantità di ADP E NAD⁺ significa che ha poca energia.

Questi 2 metaboliti diventano modulatori attivi delle vie cataboliche che producono app.

Se il nostro corpo ha poca energia l'ADP E IL NAD⁺ stimolano le vie cataboliche per produrre ATP.

Quando si è prodotto molto Atp, questi 2 metaboliti diventano inibitori delle vie cataboliche.

Quando ATP E NADH sono stati prodotti, inibiscono il catabolismo perché c'è energia a sufficienza per l'organismo.

REGOLAZIONE GLICOLISI E GLUCONEOGENESI

FOSFOFRUTTOCHINASI-1 (PFK-1)= enzima allosterico, quindi può legare modulatori negativi e positivi.

l'ATP inibisce questo enzima.

Questo enzima inibisce l'enzima che produce ATP quando se ne è prodotto abbastanza.

AMP E ADP ATTIVANO QUESTO ENZIMA QUANDO SERVE ATP

GLICOLISI IN CONDIZIONI ANAEROBICHE

-in tutti i tessuti il piruvato in presenza di ossigeno viene completamente degradato a CO₂ E H₂O.

-il muscolo scheletrico può andare in anaerobiosi, cioè il muscolo scheletrico sotto sforzo può non avere abbastanza ossigeno per far continuare la degradazione del piruvato.

In questo caso il piruvato non può essere degradato perché manca l'ossigeno.

CICLO DI CORI

Il Piruvato(3 atomi di carbonio) viene trasformato in LATTATO (3 atomi di carbonio) nel muscolo scheletrico. Grazie all'enzima lattato deidrogenasi
Questa reazione serve a ritrasformare il NADH IN NAD⁺ per far proseguire la glicolisi.

Il muscolo scheletrico non è in grado di smaltire il Lattato accumulato al suo interno, quindi lo manda al fegato.

È il fegato che smaltisce il lattato: lo ritrasforma in glucosio e lo rimanda al muscolo.

GLUCONEOGENESI è la sintesi del glucosio

Se il glucosio che noi ingeriamo non è sufficiente, il nostro organismo lo sintetizza .

La gluconeogenesi avviene nel fegato, nella corteccia renale, nelle cellule epiteliali e nell'intestino tenue.

Per effettuare la gluconeogenesi l'organismo usa la via opposta alla glicolisi:

Dal piruvato al glucosio 7 in comune con la glicolisi e 3 diverse.

Nelle tappe diverse ci sono enzimi diversi (tappe irreversibili) prima, terza, decima

L'insulina è un inibitore della gluconeogenesi mentre il glucagone è un attivatore.

DA PIRUVATO A PEP(FOSFOENOLPIRUVATO)

1 deviazione: Il piruvato reagisce con il bicarbonato per formare l'OSSALACETATO (4 atomi di carbonio), consumando ATP.

L'ossalacetato viene trasformando in Fosfoenolpiruvato utilizzando una molecola di GTP.

-per passare da piruvato a pep si consumano 1 molecola di ATP e 1 di GTP

Questa reazione deve avvenire 2 volte per formare il glucosio perché una molecola di fosfoenolpiruvato ha 3 atomi di carbonio.

(il NADH viene trasportato dall'interno del mitocondrio al citosol)

2 deviazione: dal fruttosio-1,6-bisfosfato al fruttosio-6-fosfato, l'enzima che catalizza questa reazione : **FOSFATASI** perché qui il fosfato deve essere tolto

Ogni volta che viene aggiunto un fosfato:**CHINASI**

Ogni volta che viene tolto un fosfato: **FOSFATASI**

3 deviazione: distingue il fegato dal muscolo

È il passaggio del glucosio-6-fosfato al Glucosio—si deve togliere un fosfato

Fosfatasi per ricavare il glucosio—si riforma nel fegato che lo rimanda a tutti i tessuti.

CICLO DI KREBS

Durante il ciclo di Krebs si produce prevalentemente **POTERE RIDUCENTE** che sarà poi trasformato in ATP

Per poter usare il potere riducente serve ossigeno .

Senza ossigeno il potere riducente non può essere trasformato in ATP.

Gli enzimi del ciclo di Krebs si trovano nella matrice mitocondriale

Gli enzimi nella glicolisi e nella gluconeogenesi si trovano nel citoplasma .

1 reazione: reazione con l'OSSALACETATO

l'**Ossalacetato** (molecola a 4 atomi di carbonio) reagisce con l'**AcetilCoA**(2 atomi di carbonio) per formare **CITRATO** (a 6 atomi di carbonio).

All'inizio nel sistema entrano 2 atomi di carbonio e ne escono 2 .

Si forma NADH₂ E FADH₂ (potere riducente) e si forma anche 1 GTP.

Queste due molecole reagendo con l'ossigeno formano ATP, che è ciò che serve alla cellula.
FOSFORILAZIONE OSSIDATIVA.

- AcetilCoA-Citrato
- Citrato-isocitrato
- alfa-chetoglutarato-succinil-CoA
- succinil-CoA-succinato
- succinato-fumarato
- fumarato-malato
- malato-ossalacetato
- ossalacetato-AcetilCoA

Questo ciclo produce NADH₂ FADH₂ e 1GTP.

L'enzima che trasforma il piruvato della glicolisi in Acetil-CoA si chiama **COMPLESSO DELLA PIRUVATO DEIDROGENASI** :

Dal piruvato che ha 3 atomi di carbonio, questo enzima toglie una CO₂ e si forma Acetil-CoA che è una molecola a 2 atomi di carbonio.

Quindi toglie al piruvato un atomo di carbonio sottoforma di CO₂.

FOSFORILAZIONE OSSIDATIVA avviene nel mitocondrio

Mitocondrio:membrana esterna-interna con creste-matrice-spazio intermembrana-dna proprio

NADH₂ E FADH₂ si trasformano in ATP in presenza di ossigeno.

NADH e FADH₂ contengono elettroni, questi possono essere trasferiti da questi composti all'ossigeno liberando energia.

COME SI POSSONO TRASFERIRE QUESTI ELETTRONI?

-Non avviene con un'unica reazione, ma sono necessari trasportatori di elettroni che sono 4 e sono localizzati sulla membrana mitocondriale interna.

-il NADH cede i suoi elettroni al trasportatore 1, quando cede gli elettroni 4H⁺ passano dalla matrice allo spazio intermembrana.

-il trasportatore 1 cede gli elettroni al trasportatore 2

-il trasportatore 2 li cede al trasportatore 3, in questo momento altri 4 idrogenini passano nello spazio intermembrana

-dal trasportatore 3 vengono ceduti al trasportatore 4 e altri 2 idrogenini passano nello spazio intermembrana.

10 idrogenini passano nello spazio intermembrana

Il complesso 4 cede gli idrogenini all'ossigeno che forma H₂O.

Il FADH₂ ne trasferisce 6 di idrogenini nello spazio intermembrana.

Si forma H₂O ma non si è ancora formato ATP.

-L'energia contenuta in queste molecole non produce direttamente ATP ma produce un gradiente di concentrazione.

-sulla membrana c'è l'enzima ATPASI che è in grado di sintetizzare ATP prendendo ATP, FOSFATO e facendo rientrare gli H⁺ nella membrana

Per formare una molecola di ATP servono 4H⁺: quindi dal NADH si producono 2 molecole e mezzo di ATP, mentre dal FADH₂ se ne produce 1 e mezzo.

Le lipasi nell'intestino digeriscono i trigliceridi, che vengono ricostituiti nella mucosa intestinale. Tramite il chilomitrone vengono trasportati a miociti o all'adipocita.

CHILOMITRONE:

All'esterno è formato da fosfolipidi: teste polari all'esterno e code idrofobiche all'interno.

La massa centrale è formata da trigliceridi.
Il chilomitrone è solubile nel sangue perché l'esterno è tutto polare.

CHI MOBILITA I TRIGLICERIDI? chi sono gli ormoni che dicono all'adiposità di ridare indietro gli acidi grassi alle cellule)

L'adrenalina e il glucagone.

COSA FANNO?

In genere tendono ad aumentare il livello di glucosio ematico.
Vengono prodotti quando si ha bisogno di energia.
Attivano l'idrolisi dell'amido e del glicogeno e anche la gluconeogenesi
Attivano la mobilitazione degli acidi grassi perché devono produrre energia

Sono ormoni che non entrano nella cellula perché sono proteici, ma hanno i loro recettori sulla membrana della cellula.
Se c'è bisogno di energia glucagone e adrenalina fanno sì che gli acidi grassi vengano presi dai trigliceridi che stanno negli adipociti.
Lo fanno solo quando è consumato tutto il glucosio.

COME FUNZIONANO QUESTI ORMONI?

L'ormone non può entrare all'interno dell'adiposità quindi si lega ad un recettore di membrana che viene riconosciuto specificamente dall'ormone.
Una volta avvenuto il legame, viene attivato un enzima che si chiama **ADENILILCICLASI**, che trasforma l'ATP in **CNP (secondo messaggero)**

Il secondo messaggero attiva una proteina **chinasi A (PKA)** che fosforila le perilipine dell'enzima lipasi che diventa attivo.

L'enzima lipasi fosforilato stacca gli acidi grassi dai trigliceridi che stanno nell'adipocita.

Una volta separati gli acidi grassi (che contengono energia), dal capillare vengono portati a tutte le cellule che ne hanno bisogno.

-una volta che i trigliceridi vengono digeriti, da trasportare c'è il glicerolo (facilmente trasportato dal sangue) e gli acidi grassi si legano a delle proteine, l'albumine, e riescono ad essere trasportati.

Le reazioni che **trasformano un acido grasso in AcetilCoA** sono chiamate **REAZIONI DELLA BETA-OSSIDAZIONE**

ATTIVAZIONE E TRASPORTO DI ACIDI GRASSI

Gli acidi grassi a catena corta o media possono attraversare la membrana del mitocondrio, entrando direttamente nella matrice.

Quelli che non possono usufruire di questo passaggio spontaneo, devono subire una reazione per essere trasportati dentro

-reagiscono con il Coenzima A e formano una molecola che si chiama AcilCoA, quindi devono subire un processo di attivazione legandosi al Coenzima A. — avviene nel citosol.

Il Coenzima A viene attaccato ad un enzima che si chiama **ACILCOASINTETASI** perché unisce/ sintetizza.

Una volta che si è formato l'AcilCoA c'è un trasportatore che riconosce il CoA e lo porta dentro, dove viene degradato.

CARNITINA ACILTRANSFERASI

Il sangue trasporta gli acidi grassi nella membrana delle cellule, vanno nel citosol e in parte entrano nella matrice, ma la maggior parte deve essere trasformata in AcilCoA per entrare (dopo essere stato riconosciuto dal trasportatore)

-Grazie alla Beta-ossidazione dalla catena si staccano 2 carboni alla volta, quindi ogni volta è più corta di 2. Questi 2 carboni vengono trasformati in AcetilCoA.

Se una catena ha 16 atomi di carbonio si formeranno 8 molecole di AcetilCoA che andranno nel ciclo di Krebs.

(solo in acidi grassi saturi a numero pari di atomi di carbonio)

Le reazioni della beta-ossidazione producono :

-ogni volta che viene rimosso un AcetilCoA non si produce ATP.

Si producono NADH e FADH₂ (dal taglio l'energia si accumula sottoforma di potere riducente)

-Negli acidi grassi senza ossigeno non si forma niente.

CORPI CHETONICI

Si formano nel fegato e sono trasportati in altri tessuti come fonte di energia (cervello)
Quando la concentrazione di AcetilCoA aumenta, viene trasformato in corpi chetonici:

-Acetone. - Aceto acetato. -Acido betaidrossibutirrico

(se la concentrazione non aumenta e resta normale, l'AcetilCoA va nel ciclo di Krebs.)

L'ossalacetato viene a mancare quando viene attivata la gluconeogenesi

ACETONE: si cura assumendo zucchero. Compare quando non si assumono abbastanza carboidrati, si attiva quindi la gluconeogenesi e quindi attiva la formazione dei corpi chetonici

DIGESTIONE DELLE PROTEINE

-Vengono digerite nello stomaco e nell'intestino ad opera di enzimi che si chiamano **PROTEASI**, che tagliano il legame peptidico per produrre amminoacidi.

Il primo enzima sta nello stomaco e si chiama **PEPSINA**. Lo stomaco lavora a pH 1, con questo pH le proteine vengono denaturate e rimane la struttura primaria. Il pH aumenta e la pepsina viene disattivata.

Nel pancreas, la **CARBOSSIEPTIDASI** taglia l'amminoacido all'estremità c terminale, stacca un amminoacido alla volta a partire dall'estremità c terminale. Si formano tanti piccoli peptidi.

OSSIDAZIONE DEGLI AMMINOACIDI

Possono essere utilizzati per fini energetici per formare gli ALFACHETOACIDI che entrano nel ciclo di Krebs

Quando vengono degradati si forma lo IONE AMMONIO (azoto)

Se lo ione ammonio andasse nel sangue il pH si alzerebbe, sarebbe letale, va eliminato e per fare questo si forma UREA che viene eliminato con le urine.

