

FISIOLOGIA 1

- prof. Tozzi
- 15h = 1CFU

FISIOLOGIA: - conoscere, descrivere e spiegare il funzionamento degli esseri viventi nel loro stato di salute e benessere (=omeostasi)

- per i suoi studi si avvale di alcune conoscenze di chimica, biologia molecolare e biologia cellulare
- studia le proprietà del corpo umano che permettono all'individuo di pensare, comunicare, riprodursi, sopravvivere, analizzare e muoversi nell'ambiente

OMEOSTASI: - obiettivo di un essere vivente

- stato di benessere
- si mantiene attraverso dei meccanismi di controllo = ogni essere vivente possiede dei meccanismi che, in ogni momento, valutano lo stato in cui si trova e, all'occorrenza, attivano dei meccanismi che riportano l'omeostasi
- basati su sistemi di informazione e comunicazione che coinvolgono tessuti eccitabili

hanno cellule in grado di rispondere agli stimoli, esterni o interni, e di generare segnali da propagare a tutto il tessuto

Con questa diapositiva andiamo a schematizzare l'essere vivente come una sfera.

CELLULE PROTETTIVE: schermo ciò che è all'interno della sfera dall'ambiente esterno

MEZZO INTERNO: - protetto dalla barriera di cellule protettive

- struttura di natura liquida nella quale sono immerse tutte le cellule del nostro organismo, in comunicazione tra loro
- caratterizzato da diversi parametri che devono rimanere in equilibrio per assicurare una situazione di omeostasi
 - temperatura
 - pressione
 - osmolarità
 - volume
 - acidità

- capace di mantenere costanti le sue caratteristiche chimico-fisiche = equilibrio dinamico
- non è isolato al 100% ma sono permessi alcuni scambi con l'esterno

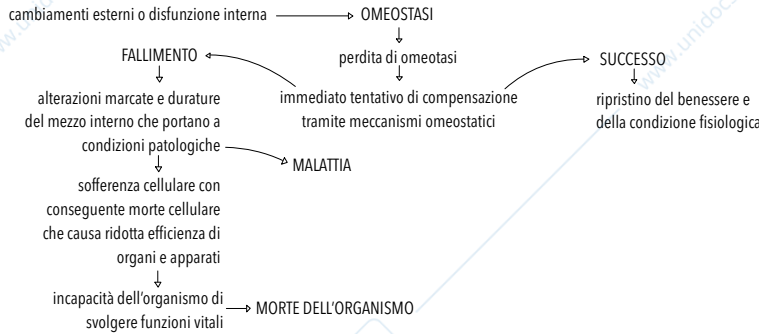


MECCANISMI OMEOSTATICI: - meccanismi autoregolabili che operano per mantenere l'equilibrio chimico-fisico

funzionano grazie alla comunicazione tra i diversi componenti dell'organismo

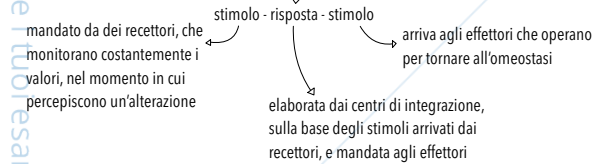
- presenti in tutti i tessuti e gli organi che devono intervenire per il mantenimento dell'omeostasi
 - apparato muscolo-scheletrico
 - apparato urinario = controlla il volume del mezzo interno ed elimina i cataboliti
 - apparato digerente = assorbimento dei nutrienti
 - sistema respiratorio = rifornimento di ossigeno ed eliminazione di anidride carbonica
 - apparato circolatorio = trasporta sostanze

controllati e coordinati dal sistema nervoso e dal sistema endocrino



FEEDBACK NEGATIVO: - uno dei principali meccanismi omeostatici

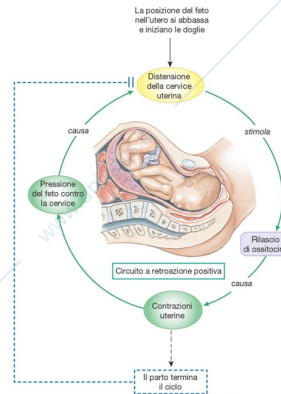
- funziona tramite un circuito



FEEDBACK POSITIVO: - non è un controllo omeostatico perché non tende a garantire l'omeostasi ma allontana ancora di più i valori dal proprio range

- lo stimolo iniziale genera una risposta che riverbera sullo stimolo stesso, andando ad amplificare l'allontanamento dei valori
- questi valori continueranno ad allontanarsi dal range fino a quando non interverrà una condizione esterna a bloccare
- ex. parto = la testa del feto tende a premere sulla cervice uterina, andandola a distendere, questo fenomeno porta al rilascio di ossitocina, che causerà contrazioni uterine, le quali, tenderanno ad aumentare ulteriormente la pressione del feto sulla cervice e a causare un ulteriore rilascio di ossitocina che di conseguenza aumenterà le contrazioni

questo circuito a feedback positivo verrà interrotto dalla nascita del bambino



CONTROLLO ANTICIPATORIO (FEEDFORWARD):

- prevedono quello che sta per succedere nell'immediato futuro
- modificano parametri fisiologici prima della reale necessità
- ex. risposta attacco-fuga = un uomo si ritrova davanti a una bestia feroce, prima dell'effettivo verificarsi di qualcosa avremo in entrambi
 - aumento della gittata cardiaca
 - aumento della ventilazione polmonare
 - aumento della disponibilità di glucosio
- messo in atto per farti trovare pronto a rispondere nella maniera più adatta alle variazioni dell'ambiente esterno
- possono essere attivati grazie a esperienza e memoria = organismo ripescava esperienze passate, utilizzando input sensoriali, e le utilizza per modificare, involontariamente, i nostri parametri in anticipo

MECCANISMI DI COMUNICAZIONE CELLULARE:

- giunzioni comunicanti = comunicazione diretta tra due cellule
- segnali autocrini o paracrini = comunicazioni a distanza che ha bisogno di messaggeri e recettori
 - autocrina se parte da una zona della cellula per arrivare a un'altra zona della stessa cellula
 - paracrina se i segnali vengono inviati a cellule distanti
- ex. trasmissione nervosa = una sostanza chimica, chiamata neurotrasmettitore, è rilasciata dal terminale assonico di un neurone e va ad agire sulla cellula bersaglio, legandosi a recettori specifici
- ex. trasmissione ormonale = una cellula endocrina rilascia nel sangue un ormone che raggiungerà la cellula bersaglio

SISTEMA NERVOSO:

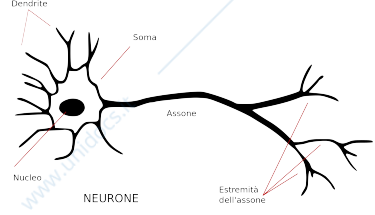
- centrale = - encefalo + midollo spinale
 - centro di integrazione che riceve dai recettori in periferia e invia agli effettori, sempre in periferia
- periferico = - in stretta relazione con il SNC
 - rappresenta insieme di nervi che dal SNC vanno alla periferia
 - afferente e efferente

informazioni raccolte dai recettori, relative all'ambiente esterno e interno, che vanno dalla periferia al centro

invia informazioni dal SNC alla periferia, per andare a reclutare degli effettori

NEURONI:

- svolgono la funzione di generare, trasmettere ed elaborare informazioni nervose
- struttura
 - dendriti = - prolungamenti molto ramificati che ricevono informazioni da altre cellule
 - il segnale che arriva al dendrita si sposta verso il corpo cellulare del neurone
 - corpo cellulare = riceve informazioni dai dendriti, le integra e invia risposte verso l'assone
 - assone = - unico prolungamento che spesso termina con più ramificazioni chiamate terminali assonici
 - invia il segnale grazie a neurotrasmettitori, i quali passano alle cellule successive influenzandole
- la direzione del segnale è sempre la stessa = albero dendritico → corpo cellulare → assone
- tipi = - motoneurone
 - interneurone
 - neuroni sensoriali
- cose in comune con le altre cellule = - membrana plasmatica che circonda il corpo cellulare
 - nucleo che contiene materiale genetico
 - contengono gli stessi organelli
- differenze = - presenza di prolungamenti
 - modalità di comunicazione (formano neurotrasmettitori e sinapsi)
- mielina = - proteina che aumenta la velocità di conduzione degli impulsi nervosi lungo le fibre assoniche
 - prodotta da cellule gliali, oligodendrociti e cellule di Schwann, che attorcigliano ripetutamente la loro membrana attorno all'assone
- classificazione = - numero totale di prolungamenti (multipolari, unipolari, bipolari)
 - forma dei dendriti (piramidali, stellati, del Purkinje)
 - tipo di connessione
 - sensitivi primari = trasportano l'informazione dalla parte sensitiva del corpo al centro
 - motoneuroni = conducono un impulso ai muscoli
 - interneuroni = permettono il corretto scambio di informazioni tra i neuroni
 - tipo di neurotrasmettitore (colinergici, glutamatergici, GABA-ergici)



- mitocondri = molto importante perché l'ATP è fondamentale per il funzionamento del neurone
- membrana plasmatica = funge da barriera e determina la permeabilità del neurone, grazie alla presenza di proteine di membrana, queste hanno anche funzione di trasportatori o di recettori
- citoscheletro = impalcatura interna del neurone, composta da filamenti proteici, con funzione di supporto e ancoraggio, per gli organelli, e di trasporto assonale

CELLULE GLIALI:

- astrociti = - regolano l'attività del neurone
 - modulano il metabolismo del neurone portandogli glucosio dai capillari
 - modulano l'eccitabilità del neurone controllando le concentrazioni di alcuni neurotrasmettitori
- oligodendrociti (SNC) e cellule di Schwann (SNP) = formano la guaina mielinica intorno agli assoni
- cellule della microglia = fagocitano avanzi di neuroni morti o in via di degenerazione, inoltre hanno funzione di difesa
- cellule ependimali = rivestono i ventricoli pieni di fluido all'interno del cervello

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

DIFFUSIONE: - utilizza l'energia cinetica di molecole e non richiede ATP

- permette lo spostamento di molecole all'interno di un liquido
- procede secondo gradiente di concentrazione, da una zona più concentrata a una zona meno concentrata, fino al raggiungimento dell'equilibrio dinamico
- può avvenire sia in un sistema aperto che attraverso una membrana

equazione di Fick $F_{diff} = \frac{\Delta C}{\Delta X} \cdot D \cdot A$

FLUSSO MOLECOLARE NETTO (MOI/SEC) CONCENTRAZIONE COEFFICIENTE DI DIFFUSIONE AREA, PERMETTE DI QUANTIFICARE LA DIFFUSIONE

- può avvenire anche per molecole gassose, diffondono in un liquido, attraversando la membrana, sempre seguendo la legge di Fick

OSMOSI: - passaggio spontaneo di un solvente dalla soluzione in cui i soluti sono più diluiti a quella in cui sono più concentrati

- la pressione osmotica è la pressione che si oppone al passaggio del solvente per la membrana semipermeabile, quindi la pressione che va applicata per contrastare l'osmosi
- con pressione oncotica si definisce la pressione osmotica causata dalle proteine presenti in soluzione nel plasma sanguigno, determina il movimento del liquido attraverso i capillari

SENZA ATTRAVERSAMENTO DELLA MEMBRANA: - fagocitosi = materiale particolato, macrofagi

- pinocitosi = per molecole più piccole e solubili
- endocitosi = materiale inglobato in seguito a interazione con recettori
- esocitosi = trasferimento di molecole verso l'esterno, secrezione di neurotrasmettitori, enzimi, ecc...

ATTRAVERSAMENTO DELLA MEMBRANA: - diffusione semplice = avviene secondo gradiente e non richiede energia, continua fino al raggiungimento dell'equilibrio

- diffusione facilitata = avviene sempre secondo gradiente ma necessita di proteine carrier
- trasporto attivo primario = avviene contro gradiente e richiede ATP (ex. pompe Na^+/K^+)
- trasporto attivo secondario = presente una proteina, specializzata, in grado di spostare due tipi di ioni contemporaneamente, senza dispendio di energia, ma sfruttando l'energia prodotta da un'altra molecola che entra secondo gradiente

MEMBRANA PLASMATICA: - impermeabile = non passano ioni o molecole grandi

- per passare devono usare canali ionici

CANALI IONICI: - proteine intrinseche di membrana che passano lo strato lipidico da parte a parte

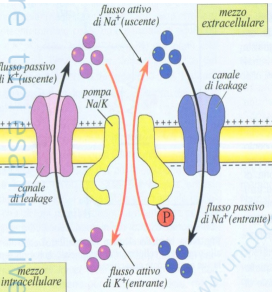
- al loro interno hanno dei pori che permettono il passaggio di molecole
- normalmente organizzate in diverse subunità
- possono essere anche specifiche per particolari ioni
- passivi = sempre aperti
- ad accesso variabile = sono normalmente chiusi e si aprono in determinate condizioni
 - ligando dipendenti = si aprono a seguito di interazioni tra molecole e recettori
 - voltaggio dipendenti = si aprono solo se la sostanza plasmatica assume un particolare potenziale d'azione
- energia per passare viene fornita dal gradiente elettro-chimico = - gradiente chimico
 - zone in cui la concentrazione dello ione è differenziale
 - energia chimica è l'energia contenuta in un gradiente di concentrazione
- gradiente elettrico
 - differenza di potenziale elettrico
 - energia elettrica è l'energia dovuta alle cariche in un campo elettrico

FORZA ELETTRO-CHIMICA: - gradiente di concentrazione + gradiente elettrico

- spinge gli ioni ad attraversare la membrana attraverso canali ionici
- neurone stesso può controllare il gradiente elettro-chimico e generare segnali elettrici (correnti) = dipendono dal passaggio di ioni attraverso la membrana
- un dato ione subisce l'influenza della sua concentrazione e della carica che si porta dietro

POTENZIALE ELETTRICO DI MEMBRANA (Vm): - differenza di carica elettrica presente all'interno della cellula rispetto all'esterno

- dipende dall'esistenza di tre elementi principali
 - diversa distribuzione delle specie ioniche tra l'esterno e l'interno della cellula
 - presenza di una diversa permeabilità della membrana alle specie ioniche presenti fuori e dentro la cellula
 - presenza nella membrana dei trasportatori attivi (ex. pompe sodio-potassio ATPdipendente)
 - ineguale distribuzione degli ioni inorganici tra il liquido intra- ed extra-cellulare
 - liquido extra-cellulare = prevalenza di ioni Na^+ e Cl^- (Na^+ e Cl^- uguali = equilibrio elettrico)
 - liquido intra-cellulare = prevalenza di ioni K^+ bilanciati da proteine anioniche (Pr^-)
 - genesi e mantenimento
 - processi ionici passivi = diffusione secondo gradiente di ioni Na^+ e K^+ attraverso canali ionici
 - processi ionici attivi = trasporto contro gradiente di Na^+ e K^+ attraverso membrana grazie a pompe elettrogeniche (Na^+/K^+)
 - può essere modificato = - potenziale di riposo nelle cellule eccitabili (neuroni e muscolari)
 - a seguito di stimoli che generano un potenziale d'azione
 - fenomeno elettrochimico particolare che permette a una cellula di inviare informazioni, lungo i propri prolungamenti, nella direzione di altre cellule



POTENZIALE DI MEMBRANA A RIPOSO:

- valore negativo misurabile introducendo nella cellula un microelettrodo con una soluzione di elevata conduttività
- differenza di potenziale tra esterno e interno della membrana cellulare = negatività interna
- ogni cellula presenta un suo potenziale elettrico a riposo = - neuroni (-70mV)
 - fibra muscolare (-90mV)
- può essere modificato per apertura o chiusura di canali ionici e generazione di correnti ioniche
 - segnali elettrici che nascono in punti specifici della membrana delle cellule eccitabili, per sviluppo di correnti ioniche aggiuntive
 - potenziale graduato = - variazione di potenziale elettrico di membrana che può assumere diverse ampiezze
 - si spostano sulla membrana plasmatica come un'onda
 - si riduce man a mano che si allontana dal punto in cui è stato generato
 - potenziale d'azione = - non è graduabile in ampiezza ma solo in frequenza
 - si sposta rapidamente nello spazio senza perdere l'ampiezza
- variazioni del potenziale di membrana
 - iperpolarizzazione = cellula passa da un valore negativo, di riposo, a uno ancora più negativo
 - depolarizza = passa a un valore meno negativo

POTENZIALE GRADUATO:

- potenziale di recettore = - aiutano a codificare l'intensità e la durata degli stimoli ambientali che ci colpiscono (luce, suono, pressione)
- potenziale graduato che si verifica a livello dei recettori
- potenziali post-sinaptici = a livello delle sinapsi è generato dall'azione dei neuroni pre-sinaptici

PROPRIETÀ:

- variabili in ampiezza = - variazione di potenziale è proporzionale all'intensità dello stimolo applicato
 - dopo la cessazione dello stimolo il potenziale ritorna gradualmente al valore di riposo
- propagazione con attenuazione = - potenziale registrato in maniera pressoché simultanea in ogni punto della membrana
 - intensità del potenziale decresce man a mano che ci allontaniamo dal punto di stimolazione
- valore soglia = - se superato può nascere un potenziale d'azione
 - depolarizzazione che supera i -55/-50mV

POTENZIALE D'AZIONE:

- variazione del potenziale elettrico di membrana, di breve durata, che si genera in cellule eccitabili a seguito di uno stimolo
- nasce quando si supera il valore soglia di depolarizzazione
- dipende dalla attivazione e inattivazione di canali ionici voltaggio-dipendenti per il Na^+ e per il K^+
- fenomeno autorigenerativo che si propaga lungo le fibre nervose senza attenuazione
- in meno due millisecondi si arriva a circa +40mV per poi tornare a un valore negativo, simile al potenziale di riposo
- diviso in fasi sostenute da flussi di correnti ioniche
 - depolarizzazione = - potenziale di membrana diventa meno negativo fino a invertirsi in valori positivi
 - mediata dall'ingresso del Na^+ per apertura simultanea di molti canali voltaggio-dipendenti
 - picco = depolarizzazione arriva al suo punto massimo e i canali ionici si chiudono improvvisamente, cessando l'ingresso di Na^+
 - iperpolarizzazione postuma = potenziale di membrana torna più negativo del potenziale di riposo della cellula per un breve periodo
 - ripolarizzazione = - potenziale di membrana recupera il valore di riposo
 - mediata dall'uscita di molto ioni K^+ grazie all'apertura di canali voltaggio-dipendenti
 - durata diversa in base alle cellule
 - nervose = 1-2ms
 - muscolari = 5-10ms
 - cardiache = 200-400ms
 - propagazione = - il PA viene generato in una zona specifica chiamata zona trigger, ricca di canali Na^+/K^+
 - una volta generato si propaga lungo l'assone, senza decremento, fino al terminale assonico
 - tra la zona trigger e le zone vicine si crea un differenza di potenziale che genera uno spostamento di cariche (corrente elettrotonica)
 - ripetersi di eventi di depolarizzazione-ripolarizzazione
 - continua rinascita del PA lungo la fibra nervosa
 - si genera un PA e si esaurisce nello stesso punto dove è nato = la sua esistenza induce la depolarizzazione della zona vicino
 - velocità dipende dal diametro dell'assone e dalla presenza di guaina mielinica = maggiore è il diametro maggiore sarà la velocità di conduzione

PROPRIETÀ:

- soglia = stimolo depolarizzante di intensità minima in grado di generare un potenziale d'azione
- legge del tutto o nulla = - se lo stimolo supera la soglia, il potenziale d'azione viene generato e si sviluppa in tutta la sua ampiezza
 - se l'ampiezza dello stimolo è inferiore alla soglia il potenziale d'azione non viene generato affatto
- refrattarietà = - stato in cui si trova un neurone dopo aver generato un potenziale d'azione
 - assoluta, se nessuno stimolo, per quanto intenso, è in grado di generare un secondo potenziale d'azione
 - relativa, se un secondo stimolo può generare un secondo potenziale d'azione a condizione che sia sufficientemente più intenso di quello precedente
 - funzioni
 - non permette la sovrapposizione di più potenziali d'azione
 - impedisce il ritorno indietro di segnali che devono essere propagati in un solo senso
 - limita la frequenza di insorgenza del potenziale d'azione in un neurone
- modificabile in frequenza ma non in ampiezza

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

MIELINIZZAZIONE DELLA FIBRA NERVOSA:

- membrana cellulare delle cellule gliali che si avvolge intorno all'assone
- formata dagli oligodendrociti nel SNC e dalle cellule di Schwann nel SNP
- interrotta in alcuni punti = nodi di Ranvier
 - ↳ unici punti in cui possono nascere correnti elettriche
- conduzione saltatoria = - impulso salta da un nodo di Ranvier all'altro
 - rende molto veloce la trasmissione del segnale

REGIONI DEL NEURONE:

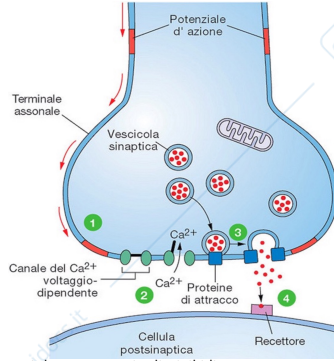
- hanno differenti tipi di canali voltaggio-dipendenti
- dendriti e soma = - sacra densità di canali Na⁺/K⁺
 - non vengono generati PA, ma viaggiano solo potenziali graduati
- cono d'emergenza = - elevata densità di canali Na⁺/K⁺
 - contiene la zona trigger
- assone = elevata densità di canali Na⁺/K⁺ a livello dei nodi di Ranvier
- terminazioni sinaptiche = presenti canali voltaggio-dipendenti per il Ca²⁺ necessari per liberare i neurotrasmettitori

TRASMISSIONE SINAPTICA

- fenomeno elettrochimico che permette di far spostare un messaggio da una cellula all'altra = neurone pre-sinaptico → neurone post-sinaptico

SINAPSI:

- elettriche = - poco presenti nei mammiferi
 - le membrane plasmatiche delle due cellule legate da giunzioni GAP
 - messi in comunicazione diretta i contenuti citoplasmatici delle due cellule
 - bi-direzionale
- chimiche = - più presente
 - utilizza un neurotrasmettore per trasmettere il potenziale d'azione dalla cellula pre alla cellula post-sinaptica
 - le membrane non sono in contatto = presente una fessura sinaptica
 - nella membrana post-sinaptica sono presenti recettori per i neurotrasmettitori
 - depolarizzazione finale = - attiva canali Ca²⁺ voltaggio dipendenti sul terminale pre-sinaptico
 - il Ca²⁺ entra nel terminale assonico e attiva la trasmissione sinaptica
 - favorisce la fusione delle vescicole con la membrana del terminale assonico



RECCETTORI POST-SINAPTICI LIGANDO-DIPENDENTE:

- ionotropici = - associati a canali ionici
 - responsabili di risposte sinaptiche rapide
- metabotropici = - accoppiati indirettamente a canali ionici per mezzo di secondi messaggeri che possono attivarli o inibirli
 - responsabili di risposte sinaptiche lente
 - non ha pori al suo interno
 - interagisce sul versante interno della membrana con una serie di molecole
 - ↳ proteine G = utilizza il GTP per attivare l'enzima che produce il secondo messaggero
- potenziali post-sinaptici = - variazioni del potenziale elettrico che nascono sulla membrana post-sinaptica
 - causati del passaggio di ioni nei canali ionici attivato dall'interazione del neurotrasmettore con i recettori
 - eccitatori
 - ↳ ioni che passano causano depolarizzazione
 - inibitori
 - ↳ ioni che passano causano iperpolarizzazione

NEUROTRASMETTITORE:

- rilasciato nello spazio sinaptico per interagire col recettore
- attiva il recettore per un tempo breve
- dopo aver agito si estingue = - diffusione al di fuori della fessura sinaptica
 - scissione enzimatica
 - riassorbimento nella terminazione pre-sinaptica
- funzionamento = - produce un potenziale post-sinaptico graduato
 - maggiore è la frequenza del potenziale d'azione e maggiore è la quantità di neurotrasmettore
- la quantità del neurotrasmettore rilasciato è direttamente proporzionale alla variazione del potenziale post-sinaptico
- per ogni neurotrasmettore esistono diversi tipi di recettore
- lo stesso neurotrasmettore può avere effetto eccitatorio o inibitorio a seconda del recettore con cui interagisce (non esistono sinapsi eccitatore o inibitorie)

TIPI:

- acetilcolina
- amine (derivano dagli aminoacidi)
 - ↳ dopamina e noradrenalina = derivano dalla tirosina
 - serotonina = deriva dal triptofano
 - istamina = deriva dall'istidina
- aminoacidi
 - ↳ glutammato = neurotrasmettore eccitatorio principale del SNC
 - acido gamma-aminobutirrico (GABA) = principale neurotrasmettore inibitorio del SNC
 - glicina = neurotrasmettore inibitorio molto presente nel midollo spinale

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

POTENZIALE POST-SINAPTICO ECCITATORIO (EPSP): - dato da una depolarizzazione
- determinato dall'apertura di canali ionici non selettivi (Na⁺/K⁺)
- avvicina l'elemento post-sinaptico alla soglia per la nascita del potenziale d'azione

POTENZIALE POST-SINAPTICO INIBITORIO (IPSP): - dato da un'iperpolarizzazione
- determinato dall'apertura di canali per il Cl⁻
- allontana l'elemento post-sinaptico dalla soglia per la nascita del potenziale d'azione

NEURONE: - ogni singolo neurone riceve numerosi contatti sinaptici eccitatori e inibitori, su dendriti e soma = - la risposta è data dalla somma algebrica di tutti gli stimoli ricevuti in quel momento
- corpo cellulare integra tutti gli stimoli che arrivano
- generazione di un PA = unici eventi sinaptici sono troppo piccoli per generare un potenziale d'azione
 - più potenziali graduati depolarizzanti che si incontrano e si sommano (sommazione sinaptica spaziale)
 - la cellula crea nuovi potenziali graduati depolarizzanti sullo stesso punto ma in tempi diversi (sommazione sinaptica temporale)
- PA già in corso = - singoli eventi che arrivano possono aumentarlo o diminuirlo in frequenza
 - un'iperpolarizzazione può arrivare ad abbassare la depolarizzazione così tanto da bloccare la trasmissione dell'informazione

PLACCA NEUROMUSCOLARE: - rilasciata acetilcolina (ACH) come neurotrasmettitore tramite l'ingresso del Ca²⁺ = recettori per ACH sono ionotropici (canali nicotinici)
- assoni partono da neuroni posti nelle corna anteriori del midollo spinale e arrivano al muscolo scheletrico
- ogni terminale assonico ha contatto con una singola fibra muscolare
- differenze con sinapsi centrale = - solo ACH come neurotrasmettitore e canali nicotinici come eccitatorio
 - potenziali post-sinaptici sono solo eccitatori (EPSP)
 - potenziali post-sinaptici producono sempre potenziali con un'ampiezza sufficiente per superare la soglia del PA

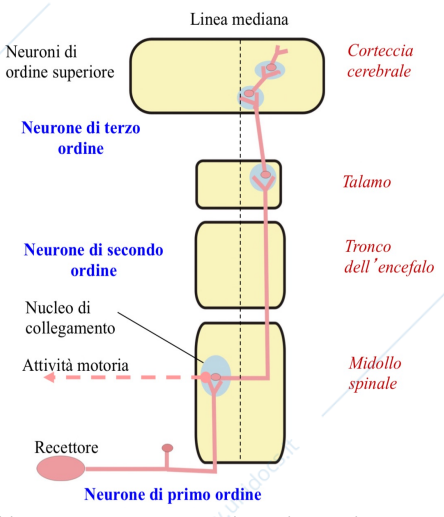
SISTEMA SENSITIVO

SNC: - in relazione con il SNP = - afferente se mette in comunicazione recettori e SNC
 - efferente se mette in comunicazione SNC ed effettori
- midollo spinale = riceve informazioni sensitive da cute, articolazioni e muscoli degli arti e ne controlla i movimenti
- tronco dell'encefalo = - formato da mesencefalo, ponte e bulbo
 - riceve informazioni dalla cute e dai muscoli della testa e ne controlla i movimenti
 - decorrono informazioni dirette al cervelletto
- cervelletto = - connesso al tronco dell'encefalo
 - implicato nel controllo motorio e nell'equilibrio
- diencefalo = - talamo, analizza informazioni dirette alla corteccia
 - ipotalamo, regola le funzioni endocrine e viscerali
- encefalo = - format da due emisferi cerebrali
 - corteccia cerebrale, sostanza grigia esterna divisa in corteccie (frontale, parietale, occipitale e temporale)
 - nuclei della base, ippocampo e amigdala, sostanza grigia organizzata in nuclei e disposta in profondità

MIDOLLO SPINALE: - sostanza grigia interna = - corna anteriori motorie
 - corna posteriori sensitive
- ha sia vie afferenti che efferenti
- nervi spinali = sempre misti

COMPRENDE: - recettori = - componente periferica
 - inviano informazioni attraverso una via afferente
- via afferente = neuroni sensitivi che inviano il segnale al SNC
- passaggi
 recettori → neuroni sensitivi primari → neuroni sensitivi secondari

RECETTORI: - funzionano da trasduttori
- gli stimoli raccolti li trasformano in segnali interpretabili dal SNC = potenziale d'azione
- classificazione in base al tipo di stimolo percepito
 - esteroceettori = percepiscono stimoli provenienti dall'ambiente esterno
 - enteroceettori = percepiscono stimoli provenienti da organi interni
 - propioceettori = percepiscono stimoli provenienti da articolazioni e muscoli
- classificazione in base alla morfologia
 - primo tipo = strutture proteiche presenti sulla membrana plasmatica dei terminali dendritici del neurone sensitivo primario (ex. tattili, muscolari e articolari)
 - secondo tipo = cellula specializzata a ricevere uno stimolo specifico che invia al terminale sinaptico del neurone primario, dal quale è separato (ex. orecchio)
 - terzo tipo = trasmette a una cellula che trasmette a sua volta al neurone sensitivo primario (ex. retina)
- classificazione in base all'adeguatezza dello stimolo
 - fotocettori = attivati dalla luce (occhio)
 - chemocettori = attivati da stimoli chimici (gusto, olfatto, analizzano liquidi corporei)
 - meccanocettori = attivati dalle deformazioni fisiche (tatto, udito, stiramento muscolare o di un tendine)



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

- termocettori = attivati dalla temperatura
- nocicettori = attivati da stimoli nocivi

NEURONI SENSITIVI PRIMARI: - di primo ordine = sono i neuroni in rapporto con il recettore

- inviano l'informazione relativa allo stimolo ai centri nervosi attraverso fibre afferenti sensoriali
- fanno sinapsi con il neurone sensitivo di secondo ordine

NEURONI SENSITIVI SECONDARI: - di secondo ordine = ricevono l'informazione dai neuroni primari e le inviano ai neuroni terziari nel talamo

- neurone terziario = trasmette l'informazione alla zona della corteccia cerebrale specifica per quel tipo di sensibilità
- per arrivare al talamo passa per il tronco dell'encefalo

STIMOLI AMBIENTALI: - fattori ambientali in grado di indurre la risposta adeguata di un recettore

- diversa natura = - elettromagnetici (calore radiante, luce)
 - meccanici (pressione, onde sonore, vibrazioni)
 - chimici (acidità, molecole)
- caratterizzati da un'intensità = - quantità di energia, o concentrazione, in grado di interagire con il recettore
 - è adeguata se riesce a raggiungere la soglia per attivare il recettore

SENSAZIONE: - determinata dalla connessione del recettore attivato con le aree cerebrali

- neuroni delle diverse aree corticali generano la sensazione specifica

MECCANISMI DI TRASDUZIONE: - potenziale di recettore = - stimolo applicato al recettore che porta a una modificazione della permeabilità di membrana dovuta all'apertura dei canali ionici

- fenomeno graduabile che si propaga a distanza con decremento (potenziale graduato)
- innesca il potenziale d'azione a livello della fibra nervosa sensitiva
- ampiezza e durata dello stimolo determinano ampiezza e durata del potenziale di recettore
- potenziale graduato depolarizza fino al punto trigger la membrana del neurone sensitivo primario = nascita del PA
- frequenza e durata del PA = - proporzionali a intensità e durata del potenziale di recettore, quindi dello stimolo
 - determinano la quantità di neurotrasmettitore rilasciato dal terminale
 - analizzati dal SNC per graduare la risposta associata

ADATTAMENTO DEL RECETTORE: - riduzione della risposta al perdurare dello stimolo applicato al recettore

- rapido (fascici) = - risposta presente solo all'inizio e alla fine della stimolazione
 - utilizzati per segnalare condizioni che cambiano nel tempo perché si attivano solo quando lo stimolo cambia intensità
 - PA non invitato in mezzo allo stimolo
- lento (tonici) = - risposta presente per tutta la durata dello stimolo ma tende a ridursi in ampiezza
 - utilizzati per segnalare condizioni che si mantengono nel tempo
 - propagazione abbastanza costante del PA durante tutto il tempo di applicazione dello stimolo

CAMPO RECETTIVO: - neurone sensitivo primario = - area periferica che stimolata è in grado di attivare un unico neurone

- neurone sensitivo primario è connesso con più recettori e ovunque stimolo, attiverò sempre lo stesso neurone
- neurone sensitivo secondario = - più neuroni sensitivi di primo ordine fanno sinapsi all stesso neurone di secondo ordine
 - somma dei tutti i campi recettivi dei neuroni primari che convergono sullo stesso neurone secondario
- neurone sensitivo terziario = - riceve più neuroni secondari
 - somma dei campi recettivi di tutti i neuroni secondari che lo attivano
- dimensioni variabili in base alla densità di recettori di una determinata zona
- test della discriminazione di due stimoli = determina la grandezza dei campi recettivi e quindi la sensibilità di una precisa area
- più sono piccoli più sarà sensibile la parte sollecitata

HOMUNCULUS SENSITIVO: - relazione tra campi recettivi e risoluzione della sensazione

- faccia = - campi recettivi piccoli
 - molti neuroni ricevono da quella zona
- piede = - campi recettivi grandi
 - pochi neuroni ricevono stimoli da questa zona

MODALITÀ SOMATOSENSITIVE: - tatto-pressione = - mediata da meccanocettori a rapido o lento adattamento situati a livello cutaneo

- rispondono a stimoli meccanici leggeri o intensi
- propriocezione = - mediata da propriocettori localizzati in muscoli, tendini o articolazioni
 - risponde a variazioni di parti del corpo rispetto al resto del corpo o all'ambiente
- temperatura = - mediata da termocettori posti sulla cute
 - segnala al SNC la temperatura
- nocicezione = - mediata da nocicettori presenti sulla cute
 - rispondono a stimoli meccanici, termici o chimici in grado di produrre un danno tissutale

- α = - diametro 12-20μm
 - velocità 70-100m/s
 - funzione motoria (muscoli scheletrici) e sensoriale (fusi neuromuscolari)
 - β = - diametro 5-12μm
 - velocità 30-70m/s
 - funzione sensoriale (cute e fusi neuromuscolari)
 - γ = - diametro 3-5μm
 - velocità 15-30m/s
 - funzione motoria (fusi neuromuscolare) e sensoriale (cute)
 - δ = - diametro 2-3μm
 - velocità 5-15m/s
 - funzione sensoriale e dolore puntorio
 - gruppo B = - miliniche
 - diametro 1-2μm
 - velocità 2-5m/s
 - funzione vegetativa postgangliare e dolore profondo
 - gruppo C = - amieliniche
 - diametro 0,2-1μm
 - velocità 0,2-5m/s
 - funzione vegetativa postgangliare e dolore profondo
- nel sistema somato-sensoriale vengono usate quelle del gruppo A, B e δ, e le amieliniche del gruppo C

- TATTO-PRESSIONE:**
- recettori = - meccanocettori a rapido e lento adattamento
 - costituiti da terminazioni nervose libere o incapsulate
 - terminazioni nervose = - utilizzano fibre mielinizzate AB
 - terminano con strutture complesse che amplificano la propagazione dello stimolo (connettivo intorno modificato)
 - corpuscoli di Meissner = - a rapido adattamento
 - sensibili al movimento di oggetti leggeri sulla cute e a vibrazioni a bassa frequenza
 - corpuscoli di Pacini = - a rapidissimo adattamento
 - rilevano stimoli vibratori ad alta frequenza
 - risposta on-off con stimoli stazionari (attivi solo all'inizio e alla fine dello stimolo)
 - corpuscoli di Ruffini = - a scarso adattamento
 - segnalano stimoli prolungati e intensi di tipo tattile e pressorio (anche nelle capsule articolari)
 - recettori di Merkel = - a lento adattamento
 - avvertono il contatto continuo di oggetti sulla cute, la pressione e la caratteristica spaziale di oggetti

- TERMOCEZIONE:**
- recettori = - attivati dalla temperatura cutanea
 - sensibili a variazioni rapide della temperatura (a rapido adattamento)
 - divisi in
 - freddo = - attivati a T<35°C
 - massima attivazione a T≈23°C
 - caldo = - attivati a T>30°C
 - massima attivazione a T≈43°C
 - zona indifferenza = - T=28-35°C
 - non si ha sensazione né di caldo né di freddo
 - nocicettore termico = attivato a T>45°C

- NOCICEZIONE:**
- processo attraverso il quale è possibile percepire il dolore
 - utilizzano le fibre Aδ e le fibre C
 - percorso nocicettivo = midollo spinale - tronco cerebrale - talamo - aree corticali
 - funzione = - identificare il punto superficiale in cui avviene lo stimolo
 - legato a forti componenti emotive (amigdala) e attivazioni viscerali (ipotalamo)
 - classificazione del dolore
 - durata = - acuto (fibre Aδ)
 - cronico (fibre C)
 - natura dello stimolo = - nocicettivo (recettori somatici e viscerali)
 - neuropatico (ex. infiammazione delle vie stesse del dolore)
 - recettori = - si attivano solo se viene superata una certa soglia
 - un nervo contiene sia fibre Aδ che C = la stimolazione nocicettiva induce un primo dolore, iniziale, e un secondo dolore, ritardato
 - due classi principali
 - meccanico = - in rapporto con fibre Aδ
 - mediano il dolore pungente e localizzato
 - rispondono a stimoli meccanici intensi e a stimoli termici ad alta soglia di attivazione

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

- polimodali = - in rapporto con fibre C
 - mediano il dolore ritardato, più diffuso e duraturo
 - rispondono a tutti i tipi di stimolo nocivo, meccanico, termico ($T > 45^{\circ}\text{C}$) e chimico
- trasmissione del dolore dal neurone periferico a quello spinale avviene grazie a mediatori eccitatori = - sostanza P (SP)
 - glutammato (GLU)
 - CGRP (calcitonin gene-related peptide)
 - neurochinina A (NKA)
- nel midollo spinale sono presenti interneuroni inibitori = - rilasciano oppiacei o GABA
 - inibiscono la trasmissione spinale sia a livello post- che pre-sinaptico
- modulabile attraverso due sistemi di controllo = - sistema discendente di controllo centrale
 - dovuta all'attivazione di neuroni del SNC
 - grigio periacqueductale (mesencefalo) = neuroni che attivano i neuroni del bulbo
 - nucleo del rafe magno (bulbo) = neuroni che inviano PA discendenti e rilasciano serotonina
 - locus coeruleus (bulbo) = neuroni discendenti che rilasciano noradrenalina
 - serotonina e noradrenalina = - rilasciate nella sinapsi critica
 - stimolano interneuroni di zona che rilasciano endorfine e GABA
 - endorfine e GABA = inibiscono la sinapsi tra neurone di primo e secondo ordine
 - via di controllo periferica (gate-control)
 - dovuta a stimolazione periferica di specifiche vie
 - dovuta alla co-attivazione della via nocicettiva e della via tattile = provoca leggero alleviamento del dolore
 - fenomeno di convergenza delle due vie sullo stesso neurone di secondo ordine
 - fibra A β = - tattile
 - se attivata stimola l'interneurone inibitorio sfruttato dalla fibra C e attiva l'inibizione
 - ex. premere su una ferita
- l'intensità è data dalla somma algebrica di tutti i fenomeni eccitatori, trasmissione delle vie ascendenti, e inibitori, modulazione delle vie discendenti, che si svolgono nel SNC
- dolore = - fisiologico
 - sperimentabile nella vita quotidiana per l'esposizione a stimoli transitori
 - rappresenta un segnale di allarme
 - finalizzato alla difesa dell'integrità corporea mediante l'attivazione di riflessi di allontanamento dallo stimolo nocivo
 - risposta proporzionata a intensità e durata dello stimolo = sistema non sensibilizzato
 - allodinia = - per uno stimolo di bassa intensità non provo dolore
 - attivazione fibre A β (tattile)
 - iperalgesia = - per uno stimolo di alta intensità rispondo con un dolore fisiologico proporzionato
 - attivazione fibre C e A δ
- patologico
 - sistema che può essere più o meno sensibilizzato da sostanze chimiche prodotte da un danno o un'inflammatione
 - stimoli di bassa intensità provocano percezione di dolore = abbassamento della soglia del dolore
 - allodinia meccanica = - per uno stimolo di bassa intensità provo dolore (ex. dolore al tocco della pelle dopo una scottatura)
 - attivate comunque le fibre tattili A β
 - percezione di dolore in risposta a stimoli non dolorifici
 - si presenta in casi di iperalgesia secondaria
 - vie afferenti delle fibre C contattano il neurone sensitivo secondario che riceve la normale informazione tattile
 - via tattile influenzata da impulsi ad alta frequenza dovuti all'iperalgesia (tocco il recettore tattile nella zona infiammata e provo dolore)
 - iperalgesia = - stimolo di alta intensità mi fa provare un dolore accentuato
 - attivate fibre C e A δ
 - accentuata percezione di stimoli dolorifici
 - primaria = - interessa solo l'area danneggiata
 - si può contrastare con farmaci antinfiammatori locali (eliminate molecole che abbassano la soglia)
 - secondaria = - interessa aree più estese al di fuori del danno
 - compare allodinia meccanica
 - trattamento più pesante con procedure mediche specifiche (ex. endorfine)
 - ipereccitazione delle fibre primarie, che iperstimolano il neurone secondario, causando fenomeni di plasticità sinaptica a lungo termine
 - il dolore rimane anche quando sparisce l'inflammatione
 - un'inflammatione provoca il rilascio di prostaglandine, istamina, interleuchina-1, ecc... = - agiscono sui recettori aumentandone la sensibilità
 - caso di iperalgesia primaria
 - potenziati tutti gli step che veicolano i PA delle vie del dolore
- dolore riferito = - sensazione dolorosa, riferita a una parte del corpo superficiale, data dall'attivazione di nocicettori presenti sugli organi interni
 - ex. ischemia del miocardio riferisce dolore a livello della spalla e del braccio sx
 - dovuto a una convergenza delle vie nocicettive, provenienti dagli organi interni, sugli stessi neuroni che ricevono afferenze nocicettiva dalla superficie corporea
 - la corteccia localizza un solo stimolo, che normalmente è quello superficiale (più probabile che venga attivato rispetto a quello profondo)

SISTEMA MUSCOLARE

- apparato effettore degli organismi viventi

APPARATO MUSCOLARE: - funzioni = - locomozione

- funzioni vitali (ex. circolazione sanguigna, respirazione, digestione)

- apparato di effettori che permette la conversione di energia chimica (ATP) in energia meccanica

MUSCOLI: - organi deputati al movimento del corpo e delle sue parti = dato dalla contrazione delle fibre muscolari

- tre tipi = - scheletrico

↳ - si contrae in risposta al PA del motoneurone

- cardiaco

↳ - genera spontaneamente PA che determina la contrazione che permette il funzionamento del cuore

- liscio

↳ - presente nella parte di organi interni cavi

- il PA arriva da un SNA o dalla risposta di ormoni, segnali paracrini e stiramento muscolare

MUSCOLO STRIATO SCHELETRICO: - funzioni = - di movimenti volontari, generati da comandi corticali, in risposta a un desiderio cosciente

- movimenti involontari dei riflessi in risposta a stimoli esterni

- formato da cellule eccitabili = - rispondono a input variando il potenziale di membrana

- in risposta a una formano un PA lungo la membrana del muscolo causando contrazione

- la depolarizzazione viene inviata da motoneuroni di tipo α situati nelle corna anteriori del midollo spinale

- composto da = - struttura contrattile

↳ fibre o fibrocellule muscolari

- struttura connettivale

↳ tessuto connettivo che tiene insieme le fibre

- terminazioni nervose

- vasi

FIBRE MUSCOLARI: - gruppi di cellule allungate e cilindriche con estremità fusiformi

- ogni muscolo ne contiene 100-100'000

- sarcoplasma = - citoplasma delle fibre muscolari

- circondato da sarcolemma (membrana)

- contiene centinaia di miofibrille e organelli come reticolo sarcoplasmatico, mitocondri, proteine specializzate per la contrazione, ecc...

- reticolo sarcoplasmatico = accumula tantissimi ioni Ca^{+} (cisterne)

- numero determinato alla nascita

MIOFIBRILLE: - fasci di proteine filamentose che compongono le fibre muscolari

- responsabili della contrazione

- struttura cilindrica a bande dovute al ripetersi di sarcomeri = unità contrattile

- numero molto variabile durante la vita = - aumentare per ipertrofia indotta dall'allenamento

- diminuire per atrofia data da inattività, invecchiamento o immobilizzazione

- determina la forza della fibra

SARCOMERI: - costituiti da filamenti sottili e filamenti spessi = disposti a formare sequenze ripetitive di bande chiare (I) e bande scure (A)

- porzione di miofibrilla compresa tra due linee Z

- filamenti sottili = - actina + proteine regolatrici (troponina e tropomiosina)

↳ doppia elica di F-actina data dalla polimerizzazione della G-actina

- filamenti spessi = - miosina

↳ teste globulari (ponti trasversi) = - orientate all'estremità dei filamenti di miosina

- si attaccano al filamento di actina grazie ai siti di legame

- capaci di legare ATP, idrolizzarlo ed estrarre energia (attività ATPasica)

- grazie all'ATP possono muoversi, trascinare l'actina e compiere contrazione

- code filamentose = si attorcigliano tra di loro e rimangono al centro dei filamenti

- titina e nebulina = proteine accessorie che conferiscono proprietà elastiche al sarcomero e stabilità nel posizionamento dei filamenti

- banda I = - composta solo da filamenti sottili

- divisa in due semi-bande I dalla linea Z (una per sarcomero)

- banda A = - filamenti spessi + filamenti sottili

- al centro presenta la zona H

- zona H = - parte centrale del sarcomero che contiene solo filamenti spessi

- al centro presenta la linea M (mediana) e proteine accessorie

- CONTRAZIONE:**
- scorrimento dei filamenti sottili su quelli spessi = si accorcia il sarcomero ma non i filamenti
 - troponina e tropomiosina = normalmente associate al filamento di actina
 - nel muscolo a riposo mascherano il sito di legame per la miosina (assenza di Ca⁺⁺)
 - molecole di troponina disposta su filamenti di tropomiosina che circondano la doppia elica di F-actina
 - liberano il sito di legame actina-miosina a seguito di un'interazione con il Ca⁺⁺
 - ogni volta che la miosina si attacca, trascina l'actina di ~8-12µm = man a mano le linee Z si avvicinano fino a raggiungere l'accorciamento massimo
 - fasi =
 - arriva il Ca⁺⁺ nella fibrocellula
 - Ca⁺⁺ si lega alla troponina C, che si attiva
 - la troponina C attivata sposta la tropomiosina dal sito di legame
 - le teste di miosina si attaccano al filamento di miosina
 - grazie all'ATP viene fornita l'energia per compiere un movimento a remo che trascina i filamenti di actina e causa contrazione
 - le teste di miosina si staccano grazie a nuovo ATP e si riattaccano a nuovi siti di actina, in maniera ciclica finché è presente Ca⁺⁺ e ATP
 - nel sarcomero =
 - linee Z si avvicinano
 - bande A rimangono invariate
 - banda H e banda I si accorciano

- CALCIO:**
- media l'accoppiamento elettro-meccanico
 - a riposo abbiamo un'elevata concentrazione di Ca⁺⁺ nel reticolo sarcoplasmatico
 - la contrazione muscolare dipende dalla liberazione del Ca⁺⁺ innescata dal PA
 - immagazzinato nelle cisterne terminali del reticolo
 - tubulo T =
 - invaginazioni del sarcolemma che decorrono perpendicolarmente alle miofibrille e passano vicino a due cisterne
 - propaga la depolarizzazione e attiva i recettori di diidropiridina, legati alle cisterne del reticolo
 - permette l'apertura delle cisterne per il rilascio del Ca⁺⁺
 - quando il Ca⁺⁺ esce dalla cellula, o torna nel reticolo, il fenomeno di contrazione cessa

- SCOSSA MUSCOLARE:**
- fenomeno contrattile che segue un singolo potenziale d'azione
 - dura più del potenziale d'azione e dipende dal tipo di fibra muscolare
 - se non è terminato l'evento contrattile della prima scossa muscolare, un secondo PA genera una seconda scossa che si somma alla prima = contrazione più forte e duratura

- TETANO:**
- incompleto = la fibra ha il tempo di rilassarsi leggermente tra uno stimolo e lo stimolo successivo
 - completo = la fibra non ha tempo di rilassarsi tra due stimolazioni successive e mantiene costante la massima tensione
 - tensione sviluppata dal muscolo durante il tetano completo è superiore a quella del tetano incompleto
 - se è completo o incompleto dipende dalla frequenza dei PA

- ATP:**
- funzioni =
 - distacco della miosina dall'actina (rigor)
 - trasferimento energia alla testa della miosina
 - trasporto attivo del Ca⁺⁺ nel reticolo sarcoplasmatico
 - concentrazione di 3-5mM = sufficiente per una contrazione tetanica di ~2sec
 - per una maggior durata della contrazione va rigenerato =
 - glicolisi anaerobia
 - poco efficiente ma rapida
 - glucosio → piruvato → acido lattico → ATP
 - glicolisi aerobia
 - in presenza di O₂ il piruvato entra nel ciclo di Krebs e forma 36ATP

- MECCANICA MUSCOLARE:**
- tensione muscolare = forza esercitata dal muscolo/area di sezione (N/m²)
 - carico = forza esercitata da un peso sul muscolo
 - quando i muscoli si contraggono sviluppano forza e si accorciano
 - contrazione isometrica =
 - prima fase in cui la forza cresce
 - sviluppo tensione senza accorciamento
 - contrazione isotonica =
 - seconda fase
 - variazione lunghezza e tensione costante
 - forza isometrica =
 - sviluppata da una fibra muscolare
 - non dipende dalla sua lunghezza ma dal numero totale di interazioni actina-miosina che si formano nell'area della sua sezione trasversa
 - somma della forza sviluppata da tutte le miofibrille disposte in parallelo
 - numero di interazioni actina-miosina dipende da =
 - diametro fibra
 - lunghezza dei sarcomeri
 - quantità di Ca⁺⁺ che si lega alla troponina
 - tipo di miosina

- RELAZIONE TENSIONE-LUNGHEZZA:**
- la tensione sviluppata dal muscolo durante la contrazione dipende dalla lunghezza a cui si trovano le fibre muscolari quando inizia la contrazione
 - tensione totale = tensione attiva + tensione passiva
 - passiva (precarico) = si sviluppa durante l'allungamento del muscolo e dipende dalle componenti elastiche del muscolo
 - attiva = si sviluppa durante la contrazione
 - dipende dalla lunghezza del sarcomero che condiziona il numero di interazioni actina-miosina

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

- T_{max} = - si sviluppa se parto dal muscolo a riposo che presente il massimo di interazioni possibili
- se parto da un muscolo leggermente allungato, o accorciato, la T_{attiva} non raggiungerà il massimo

VELOCITÀ DI ACCORCIAMENTO: dipende dalla velocità con la quale avviene il ciclo di interazioni actina-miosina

- carico applicato = viene ripartito per il numero di ponti attivi
- attività ATPasica della miosina
- massima forza isometrica sviluppata = maggiore è la forza sviluppata maggiore è la velocità di accorciamento

FIBRE: - rapide = rapido sviluppo di tensione

- lente = sviluppo tensione lento e duraturo
- SNC può richiedere al muscolo di produrre contrazioni a diverse velocità e con diversi livelli di forza

UNITÀ MOTORIA: - unità fondamentale del movimento

- costituita da motoneurone α e dalle fibre muscolari che innerva
- tutti i tipi fibre sono presenti in tutti i muscoli ma con percentuali diverse
 - S = composto da fibre I
 - FF = - fast-fatigable
 - composte da fibre IIB
 - FR = - fatigue-resistant
 - composte da fibre IIA
- ogni fibra muscolare è innervata da una sola terminazione assonale del motoneurone = il PA che si propaga lungo il motoneurone attiva tutte le fibre muscolari che esso innerva
- numero di fibre muscolari variabile
 - piccole = formate da poche fibre
 - grandi = formate da molte fibre muscolari
 - dipende dalle caratteristiche del movimento che il muscolo deve compiere = - muscoli che eseguono movimenti fini sono formati da unità motorie piccole
 - muscoli che eseguono movimenti grossolani hanno più unità motorie grandi
- reclutamento = - maggiori unità motorie vengono reclutate maggiore sarà la forza di contrazione
- maggiore è la stimolazione che arriva ad un nucleo motore e maggiore è il numero di unità motorie attivate

MUSCOLO LISCIO: - presente nella parete di organi interni cavi (vasi, canale digerente, vescica)

- formato da cellule piccole (20-600 μ m x 2,5 μ m) a singolo nucleo = presentano un reticolo sarcoplasmatico senza tubuli T
- velocità di contrazione = - più lenta ma più duratura del muscolo scheletrico
- serve a modificare forma e grandezza dell'organo
- tipi = - unitario
 - tratto gastrointestinale, vescica, uretere, utero, vasi
 - cellule accoppiate elettricamente = formano un sincizio funzionale e si contraggono in sincro
- multiunitario
 - muscolo ciliare, iride
 - assenza di accoppiamento elettrico = cellule stimulate in maniera indipendente
 - controllate dal SNA
- morfologia = - miofilamenti disposti in fasci a disposizione diagonale
 - filamenti sottili si attaccano ai corpi densi (analoghi alle linee Z)
 - non contengono troponina ma caldesmone e calponina in azione inibitoria sull'interazione actina-miosina
 - filamenti di miosina presenti in fasci tra le fibre di actina e lungo tutto il filamento (scorrimiento per distanze maggiori rispetto allo scheletrico)
- pda Ca^{++} dipendente = - Ca^{++} che entra nella cellula durante il pda determina la contrazione
 - canali Ca^{++} controllati anche da altri stimoli perciò la contrazione può avvenire anche indipendentemente dal pda
- contrazione determinata da = - neurotrasmettitori del SNA
 - ormoni
 - segnali paracrini
 - stiramenti muscolari
- onde lente
 - cicli spontanei di depolarizzazione/iperpolarizzazione che possono essere associate a contrazione
 - dipendono da variazioni intracellulari di ATP che regolano l'apertura/chiusura di canali K^+ presenti sul sarcolemma
- potenziali pacemaker = depolarizzazioni spontanee che raggiungono la soglia per la nascita del pda a cui segue contrazione
- accoppiamento elettrico-meccanico per contrazione
 - 1. Ca^{++} dall'esterno + Ca^{++} dal RS = legame $4Ca^{++}$ - calmodulina (CaM)
 - 2. complesso Ca^{++} -CaM attiva la chinasi della catena leggera della miosina (MLCK) e si lega al caldesmone (CaD) spostando il filamento sottile
 - 3. MLCK attivata = fosforilazione catena leggera della miosina e inizio dell'attività ATPasica
 - 4. interazione miosina-actina causa lo scorrimenti dei filamenti e il conseguente sviluppo di tensione
- due cicli
 - veloce = - muscolo sviluppa forza e si accorcia utilizzando ATP (dipende da concentrazione di Ca^{++})
 - causa contrazioni fasiche
 - lento = - muscolo sviluppa forza per lunghi periodi senza ulteriore consumo di ATP ma non si accorcia (si realizza con ridotta concentrazione di Ca^{++})
 - causa contrazioni toniche

SISTEMI MOTORI

- trasformano informazione nervosa in energia fisica
- controllano movimento e postura
- devono essere = - intimamente correlati con l'informazione sensoriale
 - organizzati gerarchicamente
- sono in grado di eseguire a elevata velocità e con grande accuratezza diversi atti motori

- ORGANIZZAZIONE: 1. analisi delle informazioni avviene in modo gerarchico = - corteccia cerebrale
 - tronco encefalico
 - midollo spinale
2. i tre livelli operano in parallelo = possono agire indipendentemente sulla via finale comune

- MOVIMENTO E POSTURA: - dipendono da
- azioni riflesse = coordinate dal midollo spinale
 - azioni volontarie = coordinate dai centri superiori

- MIDOLLO SPINALE: - livello più basso dell'organizzazione gerarchica
- contiene circuiti neurali che mediano varie attività automatiche e stereotipate e molti riflessi
 - alla fine tutti i segnali di controllo convergono sui motoneuroni che innervano i muscoli scheletrici

- TRONCO ENCEFALICO: - contiene due sistemi principali = - mediale
 - controllo della postura
 - laterale
 - controlla prevalentemente i muscoli distali degli arti
 - nuclei del tronco controllano anche i movimenti del capo degli occhi

- AREE CORTICALI MOTORIE: - corteccia motoria primaria, corteccia premotoria, area motoria supplementare = costituiscono il livello gerarchicamente più elevato
- proiettano al midollo spinale direttamente e tramite il tronco encefalico
 - fondamentali per la pianificazione dei movimenti

ATTIVITÀ MOTORIA BASATA SUI RIFLESSI

- risposte motorie involontarie attivate da stimoli specifici, che possono essere modulate dai centri superiori
- circuito neuronale alla base dei riflessi è l'arco riflesso

- ELEMENTI: - recettori
- fibre afferenti sensitive = neuroni sensitivi primari che trasmettono l'informazione proveniente dai recettori
 - centro di integrazione = nel midollo spinale, per arti e tronco, e nel tronco encefalico, per la testa
 - fibre efferenti motorie = motoneuroni alfa che inviano il comando al muscolo per la contrazione
 - effettori

- TIPICI RIFLESSI: - monosinaptici = - circuito più semplice
- composto da un solo neurone sensitivo primario e un motoneurone
 - la fibra afferente fa sinapsi direttamente con il motoneurone alfa (una sola sinapsi)
- plurisinaptici = - tra fibra afferente e motoneurone alfa sono interposti uno o più interneuroni (più sinapsi)
- gli interneuroni e i motoneuroni ricevono anche connessioni da assoni dei centri superiori
 - hanno la capacità di modificare e coordinare le risposte riflesse agli stimoli periferici
 - ex. se viene flessa un'articolazione, viene attivato un motoneurone, l'interneurone che ad esso è connesso inibisce il muscolo antagonista estensore
- i riflessi mediati dai fusi neuromuscolari possono essere = - fasici
 - ex. riflessi tendinei (patellare)
 - il muscolo si contrae solo quando viene allungato bruscamente e poi al cessare dello stimolo si rilaccia
 - tonici
 - ex. riflesso miotatico
 - il muscolo mantiene la contrazione nel tempo perché il fuso neuromuscolare rimane allungato, quindi attivo nonostante il muscolo sia in stato di accorciamento
 - indispensabile è l'innervazione del fuso da parte dei motoneuroni gamma = - fa contrarre le parti polari del fuso e mantiene la porzione sensitiva centrale allungata durante la fase di accorciamento del muscolo
 - consente il funzionamento a tutte le lunghezze del muscolo durante i movimenti e gli aggiustamenti posturali

- ORGANI TENDINEI DEL GOLGI: - localizzati nella giunzione muscolo-tendinea
- sono stimolati dall'aumento della tensione muscolare durante la contrazione

- le fibre afferenti attivano nel muscolo = - interneuroni che inibiscono i motoneuroni alfa dello stesso muscolo (rilasciamento)
- interneuroni che eccitano i motoneuroni alfa del muscolo antagonista (contrazione)

ESEMPLI DI RIFLESSI: per l'esecuzione di un movimento è necessaria la contrazione dei muscoli antagonisti e il rilascio dei muscoli antagonisti

RIFLESSO FLESSORIO: - riflesso plurisinaptico attivato da stimoli nocicettivi (dolore)

- caratterizzato dalla flessione dell'arto stimolato per l'allontanamento dallo stimolo doloroso
- i riflessi flessori degli arti inferiori sono accompagnati dal riflesso estensorio crociato finalizzato a mantenere l'equilibrio
- fibre afferenti nocicettive (midollo spinale) determinano = - ipsilaterale allo stimolo
 - attivazione motoneuroni alfa dei muscoli flessori (via interneuroni eccitatori)
 - inibizione motoneuroni alfa dei muscoli estensori (via interneuroni inibitori)
- controlaterale allo stimolo
 - attivazione estensore
 - rilasciamento flessore

RIFLESSI ATTIVATI DAI PROPRIOCETTORI MUSCOLARI: - fusi neuromuscolari e corpuscoli tendinei di Golgi

- riflesso da stiramento (fasico) = fusi neuromuscolari
- riflesso miotatico (tonico) = fusi neuromuscolari
- riflesso miotatico inverso = corpuscoli tendinei di Golgi

FUSI NEUROMUSCOLARI: - localizzati in profondità all'interno del muscolo parallelamente alle fibre muscolari (extrafusali)

- fibre afferenti (parte centrale del fuso) = mandano informazioni al midollo spinale dove attivano i motoneuroni alfa che innervano lo stesso muscolo
- fibre efferenti (assoni dei motoneuroni gamma) = innervano la parte polare del fuso costituita da elementi contrattili (fibre muscolari intrafusali)

RIFLESSO DA STIRAMENTO: - monosinaptico

- contrazione del muscolo in risposta al suo allungamento
- allungamento del muscolo (allungamento del fuso) = fibre afferenti attivate eccitano i motoneuroni alfa del muscolo stimolato e dei muscoli sinergici
 - inibiti (via interneuroni inibitori) i motoneuroni alfa dei muscoli antagonisti causando rilasciamento

RIFLESSI TENDINEI: - il riflesso da stiramento può essere provocato dalla percussione del tendine che determina allungamento del muscolo corrispondente (riflesso tendineo)

- i medici utilizzano questi riflessi per esaminare le condizioni del sistema nervoso e dei muscoli
- la mancanza di un riflesso o una sua alterazione (troppo lento o iperattivo) segnala una patologia

RIFLESSO PATELLARE: - contrazione del muscolo quadricipite (estensione gamba) provocata dalla percussione del tendine patellare

RIFLESSO MIOTATICO INVERSO: - plurisinaptico

- sviluppo tensione nel muscolo → attivazione corpuscoli tendinei di Golgi → rilasciamento dello stesso muscolo e contrazione dell'antagonista

CONDIZIONI NORMALI: - attività riflesse non sono del tutto autonome ma sottoposte al controllo continuo di strutture sovraspinali = tronco dell'encefalo e corteccia motoria

- il controllo dei centri superiori è esercitato attraverso vie discendenti che terminano a tutti i livelli della sostanza grigia midollare

ATTIVITÀ MOTORIE RITMICHE: - i circuiti preposti a queste attività motorie ritmiche ripetitive si trovano nel = - midollo spinale

- i movimenti ritmici comprendono = - masticazione
- deglutizione
- grattamento
- contrazioni alternate dei flessori e degli estensori (contrazioni cicliche posturali)
- tronco encefalico (per i muscoli del capo e della faccia)

MOVIMENTI VOLONTARI: - richiedono l'integrazione a livello della corteccia cerebrale motoria

- possono essere iniziati anche in assenza di stimoli esterni
- tre fasi = - programmazione (corteccia premotoria e motoria supplementare)
 - inizio (corteccia motoria primaria)
 - esecuzione
- corteccia motoria primaria e aree premotorie = coordinano e pianificano le sequenze motorie complesse proiettando al midollo spinale attraverso il tratto corticospinale
- cervelletto e nuclei della base = - partecipano alla pianificazione e all'esecuzione del movimento
 - i nuclei della base motivano l'azione e fanno scegliere i piani comportamentali
 - il cervelletto seleziona le caratteristiche temporali e coordina i movimenti in via di svolgimento
- omuncolo motorio = la corteccia motoria possiede una rappresentazione somatotopica dei distretti muscolari periferici