

Midollo spinale

Intro :

- Il midollo spinale è una componente importante del sistema nervoso centrale. Ha una forma cilindrica e occupa uno spazio all'interno delle vertebre della colonna vertebrale: diametro 1 cm, lunghezza 40-45 cm. Si origina al livello del ponte encefalico e risulta una continuazione dell'encefalo.
- La lunghezza del midollo spinale è inferiore rispetto a quella della colonna in età adulta: termina a livello della prima-quarta vertebra lombare (L4).
- È un insieme di neuroni dalla forma allungata che fungono da "ascensore" per le informazioni

STRUTTURA

- Dà origine a 31 paia di nervi spinali. (Formati dagli assoni di neuroni sia sensitivi che motori)
- Presenta dei rigonfiamenti cervicale e lombare dove i nervi destinati agli arti entrano ed escono dal midollo.
- I nervi della porzione caudale del midollo spinale formano la cosiddetta **cauda equina**.

- per mantenerlo fermo nel canale vertebrale e separarlo dall'osso sono presenti delle "strutture a cuscinetto" dette **MENINGI SPINALI**
- 3 meningi circondano il midollo spinale: la **dura madre**, l'**aracnoide** e la **pia madre**.
- LA PIA MADRE è un sottile strato di tessuto connettivo a diretto contatto con il midollo
- ARACNOIDE è la struttura intermedia filamentosa formata da tessuto connettivo e tessuto epiteliale
- LA DURA MADRE è lo strato più esterno formato sempre da tessuto connettivo
- Tra le meningi spinali e il periostio è presente TESSUTO ADIPOSITO che ha solo funzione di protezione (e non metaboliche)

IN SEZIONE TRASVERSALE

- In sezione trasversale troviamo la sostanza bianca all'esterno e la sostanza grigia all'interno, all'inverso dell'encefalo.
- La **sostanza grigia** è costituita dai corpi neuronali organizzati in nuclei (corpi neuronali del SNC raggruppati e collegati). Ha la forma di una H Oppure di una farfalla
- È suddivisa in corna.
- Corna dorsali – sono il luogo dove le fibre nervose sensitive sinaptano con interneuroni.
- Corna ventrali – contengono i corpi cellulari dei motoneuroni con funzioni motorie
- Corna laterali – contengono i corpi cellulari dei neuroni autonomi. Lo troviamo a livello

- toracico.
- Mentre, la **sostanza bianca** è costituita dagli assoni e assume questa colorazione per la presenza di mielina.
- La **sostanza bianca** è suddivisa in cordoni e fasci che trasportano potenziali d'azione da e verso l'encefalo. I fasci si suddividono in due categorie:
 - Fasci che mettono in comunicazione il midollo spinale con SNC: **cordoni anteriori, laterali e posteriori; (SPIEGAZIONE SOTTO)**
 - Fasci che mettono in comunicazione il midollo spinale con il sistema propriospinale.
- La sostanza bianca, in ogni caso, si suddivide in fibre ascendenti (o sensitive) e fibre discendenti (o efferenti)
- CORDONE POSTERIORE** si trova tra radice (o corno) posteriore e solco longitudinale posteriore
- 2 CORDONI LATERALI** tra radice posteriore e anteriore
- CORDONE ANTERIORE** tra radice anteriore e fessura longitudinale mediana
- Commessura grigia e commessura bianca** – collegano le 2 metà del midollo spinale.

SVILUPPO EMBRIONALE DEL MIDOLLO SPINALE

- ##### Origine e Sviluppo Iniziale
- Il midollo spinale si sviluppa a partire dall'ectoderma, uno dei tre foglietti embrionali. Durante la gastrulazione, il mesoderma e l'endoderma si formano e l'ectoderma si differenzia in tessuti nervosi. L'ectoderma si ispessisce formando la ****piattaforma neurale****, che è la precursore del sistema nervoso.
- 1. ****Formazione del Tubo Neurale****:
 - La piattaforma neurale si piega e si chiude per formare il ****tubo neurale****, che è la struttura da cui si svilupperà sia il cervello che il midollo spinale. Questo processo di chiusura avviene in diverse fasi e in regioni specifiche lungo l'asse antero-posteriore dell'embrione.
 - La chiusura del tubo neurale avviene in modo cranio-caudale e inizia intorno alla 3^a settimana di gestazione. Se la chiusura non avviene correttamente, possono verificarsi malformazioni come la spina bifida.
- 2. ****Segmentazione del Tubo Neurale****:
 - Una volta chiuso, il tubo neurale si segmenta in ****somiti****, che sono strutture derivanti dal mesoderma. Ogni somito dà origine a segmenti di midollo spinale, e questo è fondamentale per la formazione delle radici spinali dei nervi periferici.

Sviluppo del Midollo Spinale

Dopo la formazione del tubo neurale, il midollo spinale continua a svilupparsi attraverso vari stadi:



1. ****Neuroni e Glia****:



- Le cellule della neuroectoderma si differenziano in neuroni e cellule gliali. I neuroni motori si formano nella ****zona ventrale**** del tubo neurale, mentre i neuroni sensoriali si sviluppano dalla ****cresta neurale****, che è una struttura derivata dal bordo del tubo neurale.



2. ****Formazione delle Corna Spinali****:



- Il midollo spinale presenta un'organizzazione a "farfalla" quando visto in sezione trasversale, con corna anteriori (ventrali) e posteriori (dorsali). Le corna anteriori ospitano i neuroni motori, mentre le corna posteriori contengono neuroni sensoriali.



3. ****Sviluppo dei Fibre Nervose****:



- Durante il periodo embrionale, si formano anche le fibre nervose, che collegano il midollo spinale con il resto del corpo. Queste fibre si organizzano in fasci e iniziano a mielinizzarsi, processo che migliora la conduzione degli impulsi nervosi.



Differenziazione Regionale



Il midollo spinale è diviso in diverse regioni (cervicale, toracica, lombare, sacrale e coccigea), ognuna delle quali ha una specifica innervazione e funzione. La differenziazione regionale è influenzata da fattori genetici e segnali morfogenetici.

I RIFLESSI



L'arco riflesso mostra i 5 stadi coinvolti in un riflesso nervoso

1. arrivo dello stimolo e attivazione del recettore
2. Attivazione di un neurone sensitivo (linea rossa che viene stimolata)
3. Elaborazione dell'informazione nel SNC
4. Attivazione del moto neurone (linea nera che viene stimolata)
5. Risposta mediante un organo effettore



I riflessi possono essere classificati :

- in base allo sviluppo in : INNATI E ACQUISITI

-in base alla risposta motoria in: SOMATICI (controllano la contrazione muscolare e scheletrica)E VISCERALI (controllano l'azione della muscolatura liscia cardiaca e delle ghiandole)

-in base al sito di elaborazione in: SPINALI (elaborati nel midollo spinale)E CRANICI

(elaborati nell'encefalo)

- in base alla complessità del circuito in : MONOSINAPTICI E POLISINAPTICI (da due sinapsi a centinaia)

ENCEFALO

SVILUPPO EMBRIONALE DELL'ENCEFALO:

- 3^a SETTIMANA -> il SNC è formato da 3 regioni : PROSENCEFALO, MESENCEFALO E ROMBENCEFALO . Ricordando il midollo spinale, prima che la formazione del tubo neurale si completi, la parte cefalica inizia ad allargarsi e si formano le tre sezioni sopra indicate
- Differenza dello sviluppo embrionale tra encefalo e midollo:
 1. precoce separazione tra sostanza grigia e bianca nell'encefalo
 2. Comparsa di aree di corteccia nervosa
 3. Crescita differenziate tra regioni specifiche
 4. Comparsa di fessure e scissure
 5. Perdita di evidente organizzazione segmentale
- 4^a SETTIMANA -> dal rombencefalo si originano : METENCEFALO E MIELENCEFALO
- > dal prosencefalo si originano TELENCEFALO E DIENCEFALO
- 5^a SETTIMANA -> iniziano a svilupparsi i nervi cranici sottoforma di gangli sensitivi connessi ai recettori & alle fibre motorie
- I nervi della sensibilità speciale si sviluppano in stretta correlazione con i recettori
- I nervi motori somatici si dirigono verso i muscoli oculari
- I nervi misti innervano gli **archi faringei**
- Lo sviluppo del **mesencefalo** produce piccole masserelle di tessuto nervoso e contiene al suo interno il **neurocele** : così si formerà " l'acquedotto mesencefalico"
- 8^a SETTIMANA -> DIENCEFALO E MIELENCEFALO terminano di svilupparsi lasciando un sottile strato ependimale a contatto con le meningi in via di sviluppo . Ora si creano i **plessi corioidei** perchè i vasi sanguigni irrorano queste regioni
- 11^a SETTIMANA -> gli emisferi cerebrali in espansione hanno coperto il diencefalo. Inizia a crescere il cervelletto che sovrasta tratti del ponte
- Nell'adulto dal punto di vista anatomico lo dividiamo in :
 - 1) TRONCO ENCEFALICO
 - 2) CERVELLETTO
 - 3) CERVELLO (O TELENCEFALO)

4) DIENCEFALO

TRONCO ENCEFALICO

- È una struttura a forma di cono e si trova nel punto in cui il midollo spinale entra nel cranio
- Considerando la sua posizione intermedia lo possiamo considerare un punto di passaggio, infatti, tutte le vie nervose che provengono oppure che vanno verso il cervello, passano per il tronco
- Da esso si originano 10 dei 12 nervi cranici o encefalici (sono esclusi quelli dell'olfatto e della vista)
- È l'area del sistema nervoso ove sono localizzati i centri responsabili della regolazione di molte funzioni essenziali, tra cui, il controllo del respiro e della deglutizione
- È costituito da :
- 1) **MIDOLLO ALLUNGATO O BULBO**
- 2) **PONTE**
- 3) **MESENCEFALO**

MIDOLLO ALLUNGATO

- è la continuazione del midollo spinale e contiene tratti di fibre nervose ascendenti e discendenti.
- Nuclei del midollo allungato – regolano l'attività cardiaca, dei vasi sanguigni, la respirazione, la deglutizione, il vomito, la tosse e lo starnuto.

PONTE

- Il ponte è localizzato superiormente al midollo allungato.
- Il ponte è attraversato da tratti di fibre ascendenti e discendenti.
- Nuclei pontini – regolano sonno e respiro.
- Tutte le informazioni che arrivano al cervelletto passano per il ponte

MESENCEFALO

- Il mesencefalo è localizzato superiormente al ponte.
- È costituito da 4 **TUBERCOLI QUADRIGEMINI** : 2 SUPERIORI (sono le stazioni delle vie ottiche, ricevono informazioni dalle vie aortiche) E 2 INFERIORI (sono le stazioni delle vie uditive, ricevono informazioni dalle vie uditive) . Entrambi coordinano le risposte riflesse a stimoli visivi e uditivi .
- Esempio per capire: alcune informazioni visive non arrivano alla corteccia , vanno ai tubercoli superiori, lo stimolo si traduce in riflessi spontanei. Grazie ai tubercoli inferiori, invece, sono capace di percepire il verso da cui arriva il suono e di conseguenza ho il riflesso spontaneo di girarmi
- contiene tratti di fibre nervose ascendenti; i **nuclei rossi** sono coinvolti nell'attività motoria.

Sostanza nera – è parte del complesso dei gangli della base ed è coinvolta nella regolazione del tono muscolare e del movimento. Questo nucleo produce un mediatore chimico: DOPAMINA

[RICORDA!!!!]

- Sopra il tronco encefalico c'è il DIENCEFALO diviso in TALAMO ED IPOTALAMO;

- dietro il tronco c'è IL CERVELLETTO]

CERVELLETTO

Organo posteriore al tronco

Riceve tutte le informazioni che partono dall'apparato locomotore , le elabora , e le ridistribuisce al resto del sistema nervoso

Riceve fibre della **SENSIBILITÀ PROPRIOCETTIVA**

Le sue funzioni sono quelle di:

1) mantenere l'equilibrio dei muscoli posturali

2) programma e regola i movimenti volontari e involontari e ricorda i movimenti già acquisiti

È costituito da 3 parti e controlla l'equilibrio e la coordinazione motoria fine e grossolana.

• Il cervelletto corregge le discrepanze fra i movimenti che si vorrebbero realizzare e quelli che sono attuati.

• Il cervelletto può apprendere complesse attività motorie estremamente specifiche.

DIENCEFALO

Il diencefalo è localizzato tra il tronco cerebrale e gli emisferi cerebrali.

Formato da : **TALAMO , IPOTALAMO , EPITALAMO E SUBTALAMO**

TALAMO

è costituito da 2 lobi uniti da una massa intermedia.

• Il talamo funziona come un centro di integrazione.

• La maggior parte degli impulsi sensoriali sinaptano a livello del talamo, cioè, è la stazione che tutte le informazioni sensitive incontrano prima di arrivare alla corteccia, tranne le informazioni olfattive !!

• Il talamo possiede anche delle funzioni motorie.

IPOTALAMO

è situato sotto il talamo

L'ipotalamo contiene numerosi nuclei e tratti di fibre nervose.

- Corpi mammillari – sono centri di riflesso olfattivi.
- L'ipotalamo regola molte funzioni endocrine (metabolismo, riproduzione, produzione di urina, ecc.).
- Ipofisi – è connessa tramite l'infundibolo all'ipotalamo.
- L'ipotalamo regola temperatura del corpo, fame e sazietà, deglutizione ed emozioni.
- Controlla le funzioni viscerali
- Funge da collegamento tra sistema endocrino e SN
- controlla i RITMI CIRCADIANI. Attenzione ! Per quanto riguarda il sonno lo controlla solo ma non lo regola !

CERVELLO -> dagli altri appunti

- Il telencefalo è la parte del sistema nervoso a cui comunemente ci si riferisce menzionando il termine cervello.
- il telencefalo contribuisce alla maggior parte del peso dell'encefalo in toto (circa 1400 g nell'uomo e 1200 g nella donna).
- Corteccia cerebrale – è ripiegata in creste chiamate **CIRCONVOUZIONI** ed in cavità dette solchi o fessure. In questo aumenta la superficie
- Fessura longitudinale . divide il telencefalo in 2 emisferi quasi uguali.
- **Fibre di associazione** – sono tratti di fibre nervose che connettono aree della corteccia cerebrale all'interno dello stesso emisfero.
- **Fibre commisurali** – sono tratti di fibre nervose che connettono aree della corteccia cerebrale tra emisferi diversi.
- **Fibre di proiezione** – sono tratti di fibre nervose che connettono aree della corteccia cerebrale con le altre parti dell'encefalo e del midollo spinale.
- Ogni emisfero è suddiviso in 4 lobi:
- **Lobi frontali** – sono coinvolti nella percezione dell'olfatto, nella motilità volontaria ed in comportamenti quali motivazione, aggressività ed umore.
- **Lobi parietali** - contengono importanti aree sensoriali e sono i centri di percezione della sensibilità generale, del gusto e dell'equilibrio.
- **Lobi occipitali** – contengono i centri visivi. È suddiviso in :
 - AREA PRIMARIA -> mi permette di vedere (un danno a quest'area mi provoca una cecità fisica)
 - AREA SECONDARIA-> attribuire il significato di ciò che vedo (cecità psichica)
- **Lobi temporali** – ricevono afferente olfattive e sono il centro di percezione della sensibilità uditiva. In realtà, sono presenti diversi centri di controllo, come quello del linguaggio scritto e parlato, che ci permette di associare una parola ad un concetto o ad un oggetto

- Lobo dell'insula** Elabora memoria, pensiero astratto e giudizio. È posizionati tra il parietale e il temporale

Nuclei o gangli della base

- All'interno della sostanza bianca c'è altra sostanza grigia (oltre a quella intorno) organizzata in nuclei chiamati "nuclei alla base"

- Sono AMIGDALA, CLAUSTRO E CORPO STRIATO

- FUNZIONI :

- 1) controllo inconscio del tono della muscolatura scheletrica
2. stazione tra la corteccia telencefalica e il talamo
3. **Amigdala** (è un antico nucleo , abbina alle immagini una sensazione di pericolo , ne esistono di diversi tipi , perciò , c'è chi una sensazione maggiore e chi minore) .
L'amigdala fa parte del Sistema limbico assieme al **claustr**o e sono coinvolti nell'elaborazione delle informazioni visive.

Sistema limbico

- Il sistema libico comprende parti della corteccia cerebrale, nuclei della base, talamo, ipotalamo e corteccia olfattiva.
- Il sistema libico controlla funzioni viscerali attraverso il sistema nervoso autonomo ed il sistema endocrino.
- Il sistema libico è coinvolto nella elaborazione delle emozioni e della memoria.

Meningi e liquido cerebrospinale (liquor)

Meningi

- L'encefalo ed il midollo spinale sono ricoperti dalla dura madre, dall'aracnoide e dalla pia madre.
- Dura madre – aderisce al cranio e può sdoppiarsi per formare i seni durali.
- Spazio subaracnoideo – è lo spazio al di sotto dell'aracnoide che contiene liquido cerebrospinale che fornisce protezione al sistema nervoso centrale.
- Pia madre – aderisce direttamente al parenchima cerebrale.

ATTENZIONE! Differenze con il midollo spinale

- La dura madre nell' encefalo prosegue con il periostio, quindi, non c'è tessuto connettivo (come a livello spinale). Inoltre, in alcuni punti, è attraversata da vasi sanguigni (venosi)
- A livello dell'aracnoide, nell'encefalo, ci sono le GRANULAZIONI ARACNOIDEE. Questa perfora la dura madre e il liquido che trasporta è riversato nel sangue, in questo modo viene smaltito.

Ventricoli cerebrali

All'interno del SN ci sono delle cavità dette ventricoli

- Ventricoli laterali - sono annessi al telencefalo e sono connessi al terzo ventricolo, localizzato nel diencefalo, dal forame interventricolare.

- **Terzo ventricolo** - è connesso al quarto ventricolo, localizzato nel ponte, dall'acquedotto mesencefalico.

Tali ventricoli formano il :

- **Canale centrale del midollo spinale** - è connesso al quarto ventricolo.

All'interno dei ventricoli c'è:

Liquido cerebrospinale (liquor)

- Il liquido cerebrospinale è prodotto dal sangue nei plessi corioidei di ogni ventricolo.
- Il liquor decorre in senso supero-inferiore andando dai ventricoli laterali al terzo ventricolo e da quest'ultimo al quarto ventricolo.
- Dal quarto ventricolo il liquido entra nello spazio subaracnoideo attraverso 3 fori.
- Il liquor lascia lo spazio subaracnoideo attraverso granulazioni dell'aracnoide e tramite questi raggiunge il sangue, nei seni della dura madre.

- Il suo volume è pari a 150 ml
- Viene continuamente prodotto e smaltito
- La sua produzione avviene a livello dei **plessi aracnoidei**

PROCESSO DI FORMAZIONE :

- Si pone prossimo alle cellule ependimali
- Qui, i vasi sanguigni cedono acqua
- Quest'acqua arriva in tutto il tessuto, quindi, entra nelle cellule e nel ventricolo dove si forma il liquido formato da acqua e al cui interno sono sciolti sali minerali, gas ecc..
- I plessi corioidei filtrano il sangue per produrre il liquido attraverso un processo di filtrazione
- [Grazie alla differenza di osmosi è permesso lo scambio]
- In questo caso , sarebbe meglio parlare di siero, e non di acqua, per il **FENOMENO DELLA DIALISI**, perché si tratta di una filtrazione con gradiente; lo scambio avviene tra il sangue e il liquido
- Il suo smaltimento, invece, avviene a livello delle **meningi encefaliche**

PROCESSO DI SMALTIMENTO:

- A partire dai ventricoli, passando attraverso la fessura, entra nelle meningi , laddove , una volta svolte le sue funzioni, può essere smaltito

FUNZIONI:

1. entra nelle meningi e le bagna
2. Funge da "cuscinetto " , ossia, da protezione per le meningi
3. Nutrimiento di H₂O , sali minerali...
4. Trasporto di gas

5. Funzione immunitaria

VIE SENSIBILI E MOTRICI SOMATICHE-> dagli appunti PAG 18-19

SISTEMA NERVOSO AUTONOMO

Differenze fra sistema nervoso somatico e sistema nervoso autonomo

- I **corpi cellulari** dei neuroni somatici sono localizzato nel **SNC** ed i loro **assoni** raggiungono i **muscoli scheletrici**. Gli impulsi nervosi ai muscoli scheletrici, che sono prevalentemente di natura eccitatoria, sono volontari.
- I **corpi cellulari** dei neuroni del SNA sono localizzati nel **SNC** ed i loro **assoni** raggiungono i **gangli**, dove contraggono sinapsi con neuroni postgangliari. Gli **assoni postgangliari** innervano la **muscolatura liscia**, il **muscolo cardiaco**, o le **ghiandole** e possono essere eccitatori o inibitori e sono involontari.

FUNZIONE DEL SISTEMA NERVOSO AUTONOMO O VEGETATIVO

- Regola funzioni fisiologiche non percepite dalla coscienza dell'uomo, ma necessarie alla sua sopravvivenza !
- Esempio: percepisce una modificazione pressoria a livello sanguigno che ovviamente l'uomo non percepisce

ANATOMIA DEL SISTEMA NERVOSO AUTONOMO

Lo suddividiamo in :

1. **SISTEMA ORTOSIMPATICO**
2. **SISTEMA PARASIMPATICO** (i primi due agiscono sullo stesso organo ma in senso opposto)
3. **SISTEMA NERVOSO ENTERICO**

Il sistema ortosimpatico

- Innerva i visceri (così come quello para)
- L'attività dei visceri dipende proprio se sono avvolti dall'orto o dal para
- In condizioni di normalità i due sistemi sono in equilibrio (invece in condizioni di paura aumentano il loro tono)
- L'ORIGINE DEI NEURONI DELL'ORTO: **A LIVELLO TORACICO**
- I corpi cellulari dei neuroni pregangliari sono localizzati nelle corna laterali della sostanza grigia del midollo spinale. X ESAME
- Gli **assoni pre - gangliari** (hanno origine dal torace e giungono alla vertebra lombare)
- Gli **assoni pregangliari** sono **BREVI**, decorrono parallelamente al midollo e sono vicini tra loro, possono avere 4 destini diversi:

- 1) Contrarre sinapsi con neuroni postgangliari, i cui assoni raggiungeranno i nervi spinali.
- 2) Contrarre sinapsi con neuroni postgangliari, i cui assoni raggiungeranno nervi simpatici.
- 3) Passare attraverso i gangli della catena, senza contrarre sinapsi per formare i nervi splanchnici.
- 4) Contrarre sinapsi con le cellule della midollare del surrene.
- Gli **assoni post gangliari** sono **LUNGHI** perché devono arrivare a tutti gli organi
- IMPORTANTE!!** La **frequenza cardiaca e la contrazione** vengono amplificate dall'orto simpatico e il para agisce in senso opposto

SISTEMA PARASIMPATICO

- ORIGINE DEI NEURONI DEL PARA: **A LIVELLO SACRALE E DEI NERVI ENCEFALICI**
- gli assoni dei neuroni **pre - gangliari** sono **LUNGHI** (hanno origine da **NERVI CRANICI** e giungono alla **ZONA SACRALE DEL MIDOLLO SPINALE**)
- gli assoni dei neuroni **post-gangliari** sono **BREVI**
- I corpi cellulari dei neuroni pregangliari sono localizzato in nuclei del tronco encefalico o nelle corna laterali della sostanza grigia del midollo spinale. X ESAME
- Gli assoni pregangliari originatisi dai nuclei del tronco encefalico lasciano il SNC attraverso i nervi cranici per raggiungere i gangli parasimpatici.
- Gli assoni pregangliari raggiungono i gangli parasimpatici localizzati attorno all'organo innervato
- IMPORTANTE !!** Il parasimpatico determina la **vasodilatazione sui vasi dei muscoli scheletrici**, mentre l'orto determina la contrazione

SISTEMA NERVOSO ENTERICO

- Gli assoni simpatici raggiungono gli organi innervati attraverso i nervi spinali, i plessi nervosi della testa e del collo, i plessi nervosi del torace, i plessi nervosi addominopelvici.
- Avvolge il tubo digerente che in alcuni tratti è autonomo dal SNA

Cenni funzionali sul sistema nervoso autonomo

Neurotrasmettitori

- **L'acetilcolina** è rilasciata da neuroni **colinergici** (tutti i neuroni pregangliari, tutti i neuroni postgangliari *parasimpatici* ed alcuni neuroni postgangliari *Ortosimpatici*).
- La **noradrenalina** è rilasciata da neuroni **noradrenergici**, che rappresentano la maggior parte dei *neuroni postgangliari ortosimpatici*.

Recettori

- L'*acetilcolina* si lega a **recettori nicotinici** (presenti in tutti i neuroni postgangliari) e **recettori muscarinici** (espressi in tutti gli organi innervati dal sistema parasimpatico ed in alcuni organi innervati dal sistema ortosimpatico).
- La *noradrenalina* e l'*adrenalina* si legano a **recettori alfa- e beta- adrenergici** (espressi in tutti gli organi innervati dal simpatico).
- L'attivazione dei recettori nicotinici da luogo ad effetti eccitatori, quella dei recettori adrenergici ad effetti eccitatori o inibitori