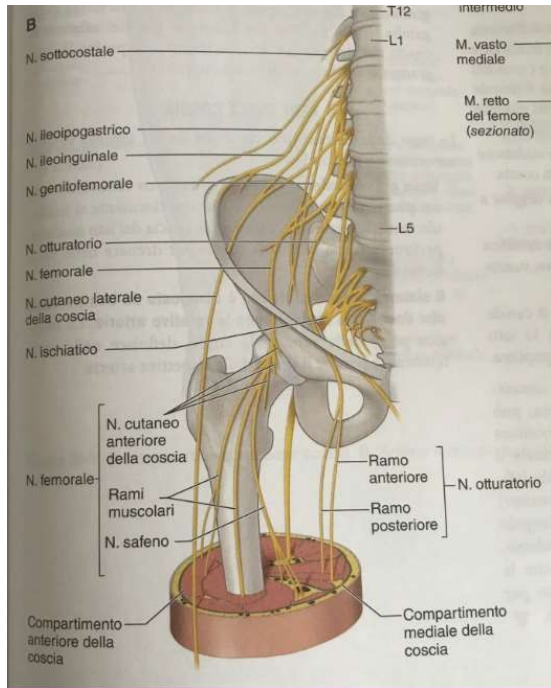


Sbodinatori: Raffaella Sconza Testa e Azzurra Mandolito

Argomenti: Breve riepilogo sui nervi della zona lombosacrale.



Nervi che originano anteriormente:

- **Cutaneo laterale della coscia:** la cui compressione genera la meralgia parestetica, spesso associata all'uso di indumenti o cinture molto strette (il nervo passa al di sotto del legamento inguinale). È compreso tra l'osso del bacino (che fa da tetto) ed il legamento inguinale (che fa da pavimento)
- **Femorale:** passa anch'esso al di sotto del legamento inguinale).

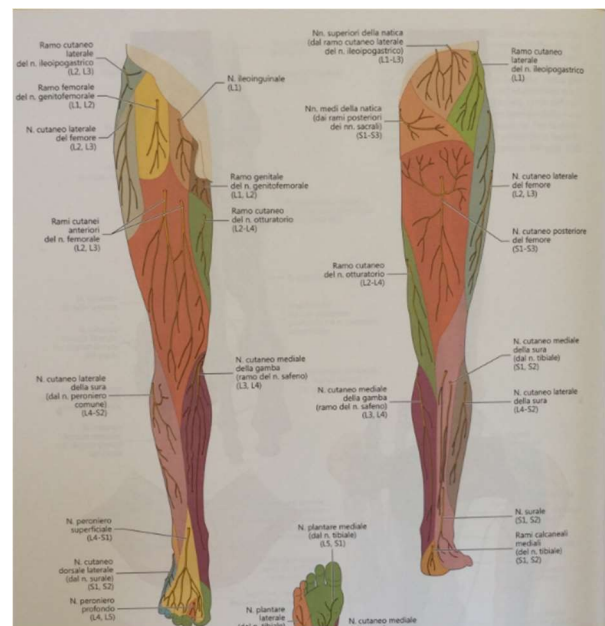
Nervi che originano posteriormente:

- **Ischiatico (o sciatico)** : che si trova nella regione glutea, tra il piriforme (superiormente) ed il gemello superiore (inferiormente). Una compressione del nervo sciatico compromette la funzionalità dei due muscoli sopracitati e genera la “neuropatia da portafoglio”. Dal nervo ischiatico originano il **nervo tibiale** ed il **nervo peroneo comune**.

Nell'immagine sono raffigurati i dermatomeri dell'arto inferiore. Il peroneo comune ed il tibiale scendono lungo la coscia per innervare: il **semitendinoso**, il **semimembranoso**, il **bicipite femorale** (innervati dal tibiale) ed il **capo breve** del muscolo bicipite femorale (innervato dal peroneo comune). Il peroneo comune innerva la parte posteriore della coscia, scende fino alla losanga poplitea (regione posteriore del ginocchio), gira attorno alla testa della fibula (a volte, in questa zona, si prende la scossa perché il nervo è superficiale), per poi dividersi in:

- **Peroneo superficiale;**
- **Peroneo profondo** (o tibiale anteriore).

Il nervo tibiale viene spesso chiamato tibiale posteriore, per evitare di confonderlo con il tibiale anteriore, chiamato anche peroneo profondo.



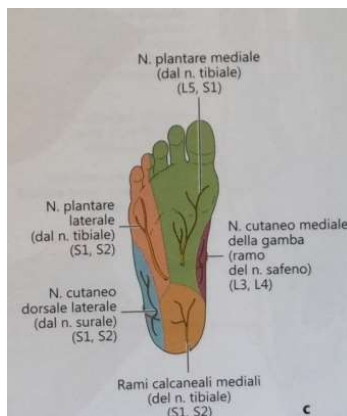
La muscolatura della gamba è divisa in tre logge dai setti intermuscolari:

- **La loggia anteriore:** il peroneo comune buca la membrana interossea tra tibia e perone e va nella loggia anteriore, diventando peroneo profondo (o tibiale anteriore), per innervare i muscoli anteriori, flessori dorsali o estensori.
- **La loggia laterale:** contiene il peroneo lungo ed il peroneo breve (pronatori ed abduttori), innervati dal peroneo superficiale.
- **La loggia posteriore:** il tibiale innerva i muscoli posteriori, che sono flessori plantari.

Un deficit al nervo peroneo profondo intacca la funzionalità dei muscoli anteriori (si ha il così detto piede equino): il soggetto ha un'andatura steppante, data dall'impossibilità di staccare da terra l'avampiede dell'arto portante.

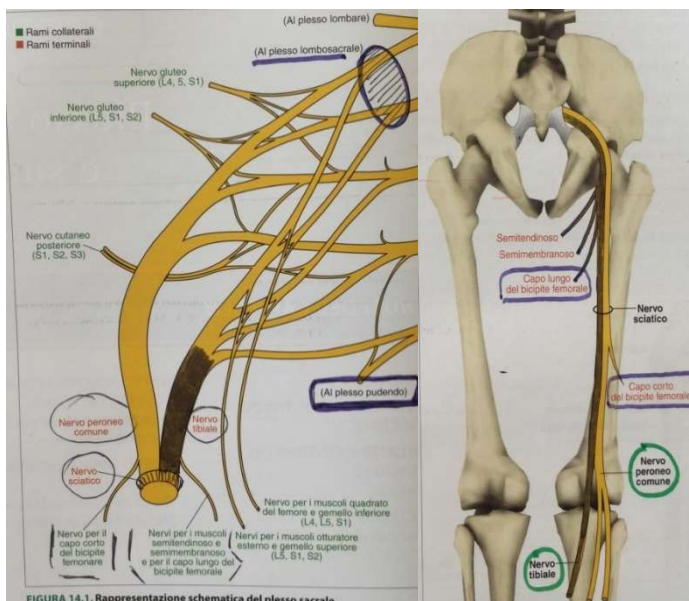
Un deficit al nervo tibiale provoca danni ai muscoli della loggia posteriore: il soggetto non può spingere, ma solo flettere dorsalmente, per cui avrà il piede che poggia continuamente sul calcagno (piede talo).

Il nervo tibiale passa al di sotto del malleolo mediale della tibia, dove può esserci un "intrappolamento": si andrebbe incontro a patologie compressive analoghe a quelle del tunnel carpale o dello stiramento del nervo radiale o ulnare.



L'innervazione sensitiva della pianta del piede non è uniforme:

- Tutta la superficie della pianta del piede è innervata da rami sensitivi del tibiale;
- Il margine mediale viene innervato dal **nervo safeno**, un ramo sensitivo del nervo femorale;
- Il margine laterale viene innervato dal **nervo surale** dato dall'anastomosi del ramo tibiale con il peroneo comune.



Nell'immagine è possibile osservare il decorso del nervo ischiatico formato dal peroneo comune e dal tibiale. Lo schema a sinistra mostra il capo corto del bicipite femorale (**unico muscolo innervato dal peroneo comune**, assieme al tibiale, che innerva invece molteplici muscoli). Al livello del ginocchio è possibile osservare la divisione del peroneo comune sopracitata.

Visione anteriore e posteriore dell'innervazione dell'arto inferiore.

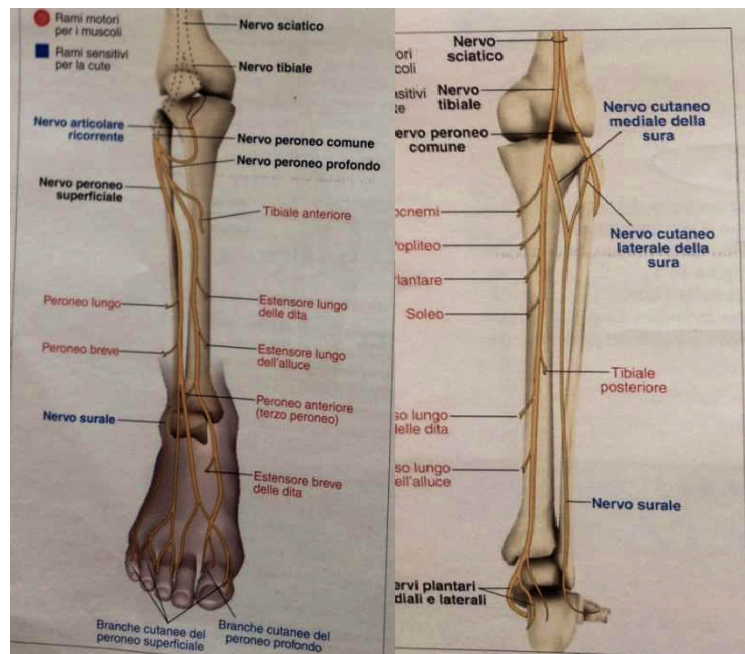


Tavola riepilogativa dei nervi dell'arto inferiore (seguito)			
NERVO	ORIGINE	RAMIFICAZIONI	DISTRIBUZIONE
gluteo inferiore (L4, L5, S1, S2)	Plesso sacrale, radici anteriori del quarto e quinto nervo lombare e del primo nervo sacrale	Filamenti	Muscolo grande gluteo
gluteo superiore (L4, L5, S1, S2)	Plesso sacrale, radici anteriori del quarto e quinto nervo lombare e del primo nervo sacrale	Filamenti	Muscoli medio e piccolo gluteo e tensore della fascia lata
ileoinguinale (L1, L2)	Plesso lombare, ramo anteriore del primo nervo lombare	Rami genitale, cutanei, muscolari, scrotali anteriori ♂ e labiali anteriori ♀	Cute della natica e della faccia mediale della coscia; parte anteriore dello scroto o della grandi labbra; cute della regione pubica e muscoli della parete addominale
ileoipogastrico (ileoipubico) (T12, L1)	Plesso lombare, ramo anteriore del primo nervo lombare	Rami cutanei anteriore e laterale, genitale e muscolari	Cute della natica (innervata dal ramo cutaneo laterale), degli organi genitali esterni e della regione ipogastrica; muscoli obliquo esterno, obliquo interno, trasverso dell'addome, retto dell'addome e piramidale
inferiori delle natiche (clunee inferiori) (S1, S2, S3)	Cutaneo posteriore del femore	Filamenti	Cute delle parti inferiore e laterale della natica
interosseo della gamba (interosseo crurale) (L4, L5, S1, S2)	Tibiale	Filamenti	Membrana interossea della gamba e articolazione tibiofibulare distale
ischiatico (sciatico o grande ischiatico) (L4, L5, S1, S2, S3)	Plesso sacrale, radici anteriori del quarto e quinto nervo lombare e del primo, secondo e terzo nervo sacrale	Nervi tibiale e peroneo comune; rami muscolari	Muscoli della regione posteriore della coscia, della gamba e del piede; cute della gamba e del piede, eccetto una striscia mediale alla quale si distribuisce il nervo safeno; articolazioni dell'anca e del ginocchio
medi delle natiche (clunee medi) (S1, S2, S3)	Rami posteriori del primo, secondo e terzo nervo sacrale (con possibile variabilità anche del quarto e del quinto)	Filamenti	Cute della parte media delle natiche
otturatorio (L2, L3, L4)	Plesso lombare, rami anteriori del secondo, terzo e quarto nervo lombare	Rami anteriore e posteriore, cutaneo, articolare e muscolari	Muscoli adduttori (adduttore lungo, adduttore breve e grande adduttore), gracile e otturatore esterno; cute della faccia mediale della coscia; articolazioni coxofemorale e del ginocchio
otturatorio accessorio (L3, L4)	Plesso lombare, rami anteriori del terzo e quarto nervo lombare	Filamenti	Muscolo pettineo e articolazione dell'anca
per il muscolo otturatore interno (L5, S1, S2)	Plesso sacrale, ramo anteriore	Filamenti	Muscoli otturatore interno e gemello superiore
per il muscolo piriforme (S1, S2)	Plesso sacrale, radici anteriori del primo e secondo nervo sacrale	Filamenti	Muscolo piriforme
per il muscolo quadrato del femore (L4, L5, S1)	Plesso sacrale, radici anteriori del quarto e quinto nervo lombare e del primo nervo sacrale	Filamenti	Muscolo quadrato del femore e gemello inferiore; articolazione coxofemorale
peroneo comune (fibulare comune e popliteo esterno) (L4, L5, S1)	Ramo di divisione laterale del nervo ischiatico	Nervi cutaneo laterale del polpaccio, peroneo superficiale (da cui originano rami muscolari e i nervi cutaneo dorsale mediale e cutaneo dorsale intermedio, con nervi digitali dorsali del piede) e peroneo profondo (da cui originano rami muscolari e nervi digitali dorsali del piede); ramo comunicante peroneo o surale	Muscoli anteriori e laterali della gamba ed estensore breve delle dita; cute della metà laterale della gamba, del collo e del dorso del piede (esclusi i margini); faccia dorsale delle dita fino alla base della falange distale, con l'eccezione della parte laterale della faccia dorsale del quinto dito; articolazioni del ginocchio, tibiofibulari proximale e distale, talocrurale e del piede
peroneo profondo (tibiale anteriore) (L4, L5, S1)	Ramo mediale di divisione del nervo peroneo comune	Nervi digitali dorsali del piede e rami muscolari	Muscoli tibiale anteriore, estensore lungo delle dita, peroneo anteriore, estensore breve delle dita ed estensore lungo dell'alluce; cute del dorso dell'alluce e del secondo dito

Schemi riassuntivi sull'innervazione dell'arto inferiore

Tabella 8.1 (continuazione)			
NERVO	MUSCOLO (I)	FUNZIONE DEL MUSCOLO (I)	RADICI NERVOSE*
Nervo peroneale profondo (ramo del nervo sciatico) TIBIALE ANT.	Tibiale anteriore	Dorsiflette e ruota internamente il piede	L4, L5
	Estensore lungo delle dita	Estende le falangi, dorsiflette il piede	L5, S1
	Estensore lungo dell'alluce	Estende l'alluce, aiuta la dorsiflessione	L5, S1
	Terzo peroneo	Flessione plantare del piede in pronazione	L4, L5, S1
Nervo gluteo superiore	Estensore breve delle dita	Estende le dita	L5, S1
	<u>Gluteo medio</u>	Abduce e ruota medialmente la coscia	L4, L5, S1
	<u>Piccolo gluteo</u>	Abduce e ruota medialmente la coscia	L4, L5, S1
Nervo gluteo inferiore	<u>Tensore della fascia lata</u>	Abduce e ruota medialmente la coscia	L4, L5, S1
	<u>Grande gluteo</u>	Estende, abduce, e ruota lateralmente la coscia, estende il tronco	L5, S1, S2

Fonte: Modificato e riprodotto con il permesso da Devinsky O and Feldmann E. 1988. Examination of the Cranial and Peripheral Nerves. Churchill Livingstone, New York.
*Testo in grassetto indica le radici nervose più importanti, dove applicabile.

L'**ernia del disco (o ernia discale)** è una patologia abbastanza frequente, in grado di comprimere le radici dei nervi cranici che fuoriescono dal midollo spinale intaccandone la funzione.

Essa può essere causata da innumerevoli patologie, quali:

- **Tumori**;
- Una **spondilolisi** (la rottura della lamina di una vertebra), che provoca una spondilolistesi (il corpo della vertebra colpita da spondilolisi "scivola" sulla vertebra sottostante).

A seguito della rottura di un disco vertebrale, vi è la fuoriuscita del nucleo polposo che va a comprimere i nervi della colonna vertebrale circostanti

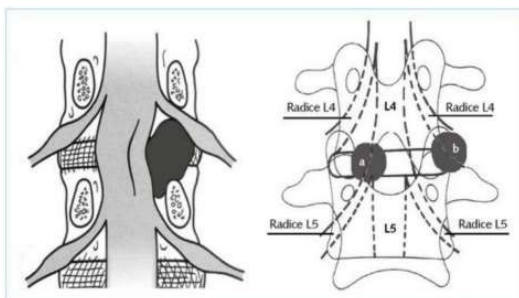


Figura 10.13 La sede e la morfologia dell'ernia discale condizionano il livello di radiculopatia. Nelle più comuni ernie postero-laterali la radice compressa è quella che emerge dal forame di coniugazione sottostante, per cui la compressione a livello dello spazio L4-L5 interessa la radice L5 (a). Nelle ernie intraforaminali, più laterali, la compressione viene esercitata sulla radice in uscita dal forame di coniugazione dello stesso livello, per cui la compressione in sede L4-L5 viene esercitata sulla radice L4 (b).

Nell'immagine è possibile osservare la faccia posteriore dei corpi delle vertebre (sono state tagliate le lamine, in modo da vedere, posteriormente, il contenuto del canale vertebrale).

In entrambe le raffigurazioni i nervi spinali sono intaccati da ernie del disco.

Nonostante le ernie possano essere presenti in ogni punto del disco (anteriormente, posteriormente, lateralmente...), **le più comuni sono le ernie postero-laterali**. Infatti, il legamento longitudinale posteriore è meno consistente lateralmente rispetto al centro: è più semplice, quindi, che i nuclei polposi fuoriescano postero-lateralmente, piuttosto che posteriormente o lateralmente.

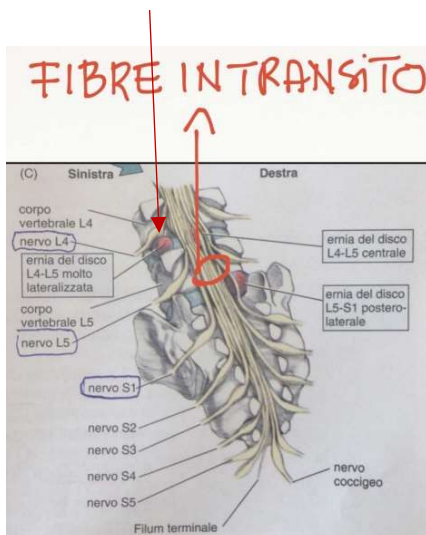
Osserviamo, ora, da dove fuoriescono i vari nervi spinali.

In particolare:

- i nervi della **zona cervicale** passano **sopra** la corrispondente vertebra. L'unica eccezione è per la radice C8 (essendoci solo 7 vertebre cervicali, l'ottavo nervo cervicale è obbligato a fuoriuscire "da sotto" passando al di sopra della vertebra T1).
- I nervi di tutto il resto del midollo spinale fuoriescono **"da sotto"**: passano, cioè, al di sotto della vertebra corrispondente.

Esaminiamo ora i nervi della zona toracica, lombare e sacrale.

Prendiamo, ad esempio, il disco compreso tra L4 ed L5 e supponiamo di avere un'ernia laterale al livello di L4: è molto più probabile che tale ernia intacchi la radice L4 che emerge al di sotto della vertebra L4 (dunque in prossimità del disco intervertebrale tra L4 ed L5).



Generalizzando:

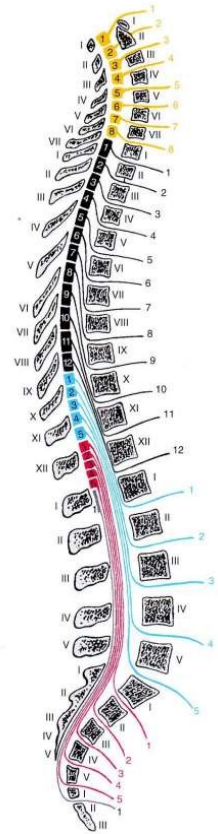
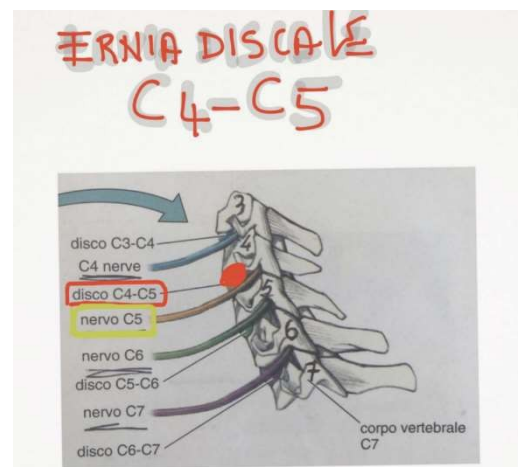
- **Quando si ha un'ernia postero-laterale:** essa intacca la radice inferiore (riprendendo l'esempio precedente, dunque, verrebbe intaccata L5);
- **Quando si ha un'ernia laterale:** essa va ad intaccare la radice superiore (L4 nell'esempio precedente).

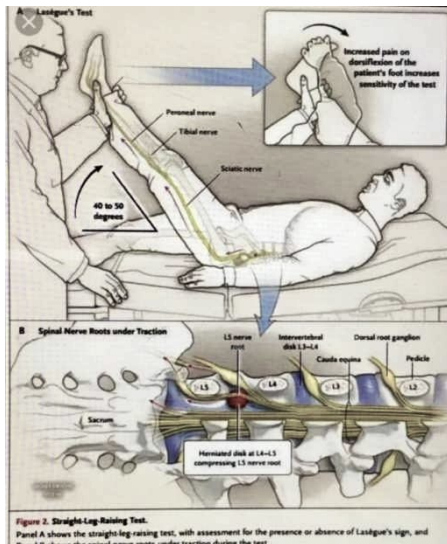
Nella figura a sinistra, è possibile osservare un'ernia postero-laterale tra L5 ed S1: essa, dunque, andrà ad intaccare S1, la radice inferiore.

Analizziamo ora il caso delle **radici cervicali**: un'ernia laterale al livello cervicale comprime la radice inferiore (nell'immagine è possibile vedere un'ernia tra C4 e C5 che comprime, appunto, in nervo C5).

Infatti, ad eccezione di C8, tutti i nervi cervicali emergono al di sopra della vertebra cervicale corrispondente.

L'ernia laterale nella zona cervicale è analoga all'ernia postero-laterale nel resto della colonna.

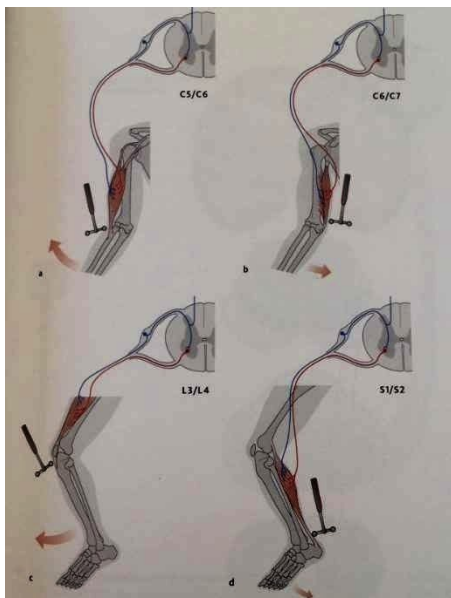




Quella mostrata è la **manovra di Lasègue**.

Essa permette di individuare la gravità dell'ernia discale del paziente. Il medico estende l'arto inferiore del paziente affetto da ernia discale (in questo caso, l'ernia è compresa tra L4 ed L5):

- Nel caso in cui l'ernia comprima molto il nervo, il dolore è quasi immediato;
- Al contrario, maggiore è l'angolo di apertura dell'arto inferiore, minore è la compressione esercitata dall'ernia sul nervo (meno grave è dunque la condizione del paziente).



Riepilogo sui **riflessi spinali** (l'immagine a sinistra raffigura quattro riflessi spinali fondamentali):

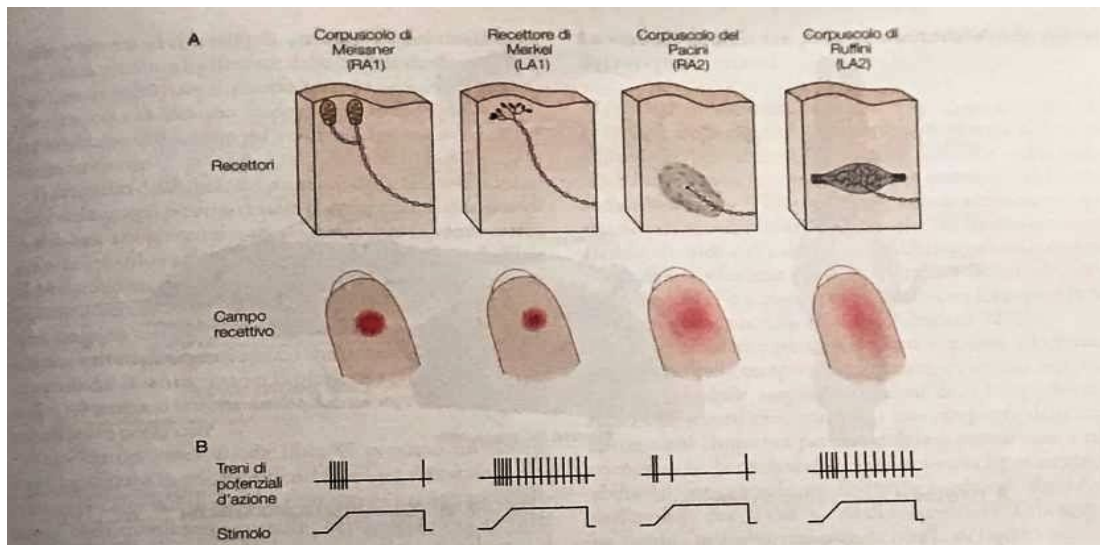
- **Riflesso Bicipitale**: flessione dell'avambraccio data dal muscolo bicipite brachiale (Radici C5/C6);
- **Riflesso del Tricipite**: estensione dell'avambraccio data dal muscolo tricipite brachiale (Radici C6/C7/C8);
- **Riflesso Patellare**: estensione della gamba data dal muscolo quadricipite femorale (Radici L2/L4);
- **Riflesso Achilleo**: flessione plantare data dal muscolo tricipite della sura (Radici S1/S2).

Sono riflessi propriocettivi, profondi, che nascono dal muscolo e tornano al muscolo: per questo si colpisce il tendine.

Nell'immagine a destra sono indicate le radici più importanti per ogni muscolo/zona degli arti.



Recettori tattili



I vari recettori differiscono per:

- La morfologia;
- La tipologia delle fibre che li innervano;
- La sede a livello cutaneo;
- Le dimensioni del campo recettivo;
- Le risposte fisiologiche degli stimoli tattili.

Gli strati superficiali e profondi della cute della glabra della mano contengono **diversi tipi di meccanorecettori**.

Gli **strati superficiali** contengono recettori di piccole dimensioni:

- **Corpuscoli di Meissner**-> velocità, definizione del movimento;
- **Corpuscoli di Merkel**-> durata dello stimolo, sensibilità spaziale, intensità della deformazione cutanea.

Le fibre sensitive che innervano questi recettori si ramificano in corrispondenza della loro terminazione, per cui ogni fibra innerva più recettori dello stesso tipo.

Gli **strati profondi ed il tessuto sottocutaneo** contengono recettori di grandi dimensioni:

- **Corpuscoli del Pacini**: vibrazione;
- **Corpuscoli di Ruffini**: conformazione della mano.

Ogni corpuscolo è innervato da un'unica fibra nervosa e ogni fibra innerva un solo recettore.

I recettori tattili degli strati superficiali hanno un campo recettivo più piccolo di quelli degli strati profondi.

I recettori tattili hanno caratteristiche istologiche che li contraddistinguono: sono tutti rivestiti da una guaina (sono **recettori capsulati**; a differenza dei recettori dolorifici che sono terminazioni nervose libere) ed una specifica conformazione.

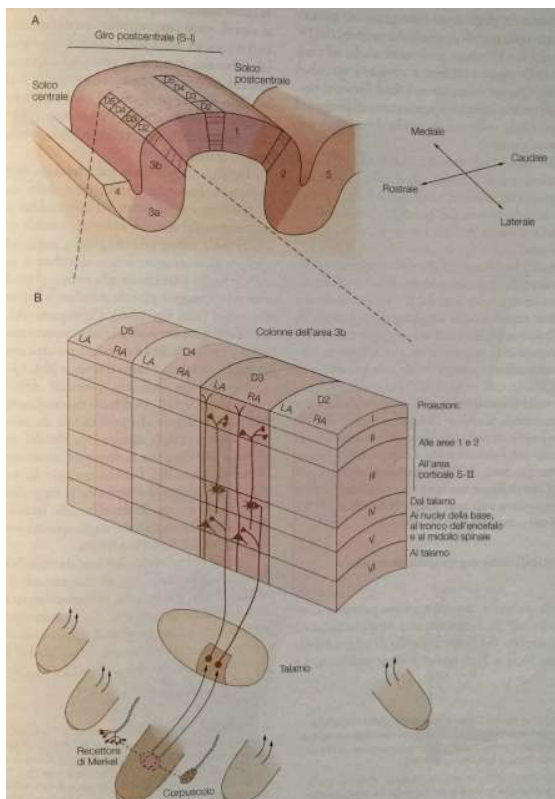
I recettori possono essere suddivisi in:

- **Recettori a lento adattamento (LA):** rispondono all'infossamento stazionario della cute con una scarica prolungata (rispondono sempre, senza bisogno di uno stimolo continuo)
- **Recettori a rapido adattamento (RA):** cessano di scaricare subito dopo che l'infossamento della cute è diventato stazionario (rispondono solo "stimolando e poi rilasciando")

Di conseguenza, le sensazioni meccaniche prolungate provenienti dalla mano vengono prodotte dalle fibre LA, mentre la sensazione di movimento sulla cute viene segnalata dalle fibre RA.

Le fibre nervose RA innervano i corpuscoli di Meissner e Pacini e si adattano rapidamente a stimoli di intensità costante.

Le fibre nervose LA innervano Merkel e Ruffini e si adattano lentamente.



In ciascuna regione della corteccia somatosensitiva le afferenze provenienti dalla cute dei tessuti profondi sono organizzate in **colonne di neuroni**: ciascuna colonna riceve afferenze da una specifica parte del corpo.

Nell'immagine a sinistra è mostrata l'**organizzazione delle afferenze di natura tattile** provenienti dalle dita. Colonne contigue rappresentano dita contigue. Per ciascun dito si alternano colonne di neuroni che ricevono afferenze da recettori a rapido adattamento e recettori a lento adattamento.

Dunque, anche al livello della corteccia viene mantenuta la suddivisione tra lento e rapido adattamento, in modo da riuscire a distinguere con precisione i due tipi di stimolo.

Zone distinte hanno sensibilità differenti: determinate parti del corpo (quali la mano o i polpastrelli) sono ben rappresentate al livello della corteccia per cui sono in grado di percepire sensibilità più complesse e precise.

La mano è la parte con maggiore sensibilità tattile.

Per percepire concretamente tali differenze c'è bisogno esclusivamente di un compasso: effettuiamo, dunque, la **manovra dei due punti**.

Il compasso viene poggiato sulla cute del soggetto senza che esso possa vederlo. Viene chiesto quanti sono i punti percepiti: si riduce, dunque, l'angolo di apertura del compasso, fin quando non si arriva a percepire un solo punto.

- Quando tale manovra viene effettuata su una mano (zona ad alta sensibilità) è possibile discriminare i due punti anche se estremamente vicini (l'angolo di apertura del compasso è molto piccolo). La mano, infatti, occupa un'area molto grande nella corteccia sensitiva: ciò permette di discriminare i due punti con enorme precisione.
- Facendo questo esperimento in zone differenti (come la zona glutea o dorsale) si percepisce un solo punto ad angoli di apertura del compasso molto maggiori (percepriamo un solo punto "molto prima").

Avendo, dunque, due punti distinti posti ad una determinata distanza, essi potrebbero essere percepiti come un unico punto se posti sul dorso, ma discriminati come due punti sulle mani.

La soglia dei due punti è quindi una misura della distanza minima che devono avere due stimoli perché siano percepiti come distinti: questa distanza è diversa nelle varie regioni del corpo. La massima capacità discriminativa è posseduta dalla punta delle dita

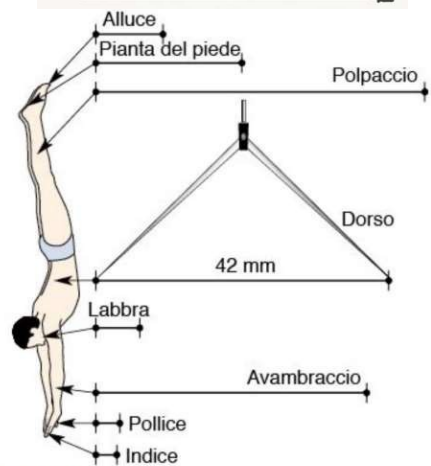
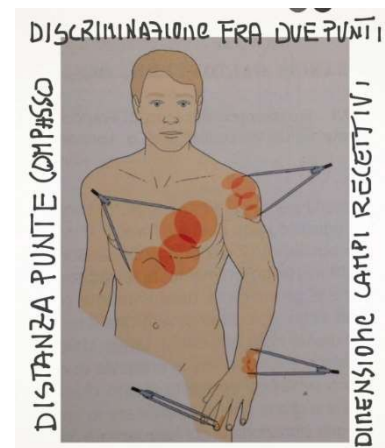
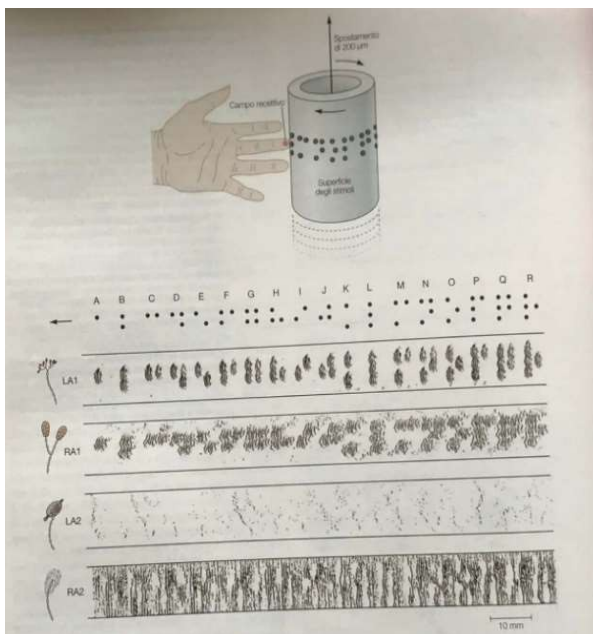


FIGURA 12.7

Discriminazione di due punti sulla superficie del corpo. Le coppie di punti indicano la distanza minima necessaria per discriminare tra due punti che toccano il corpo simultaneamente. Si noti la sensibilità dei polpastrelli rispetto a quella del resto del corpo. Tutte le misurazioni sono mostrate nella loro scala reale.

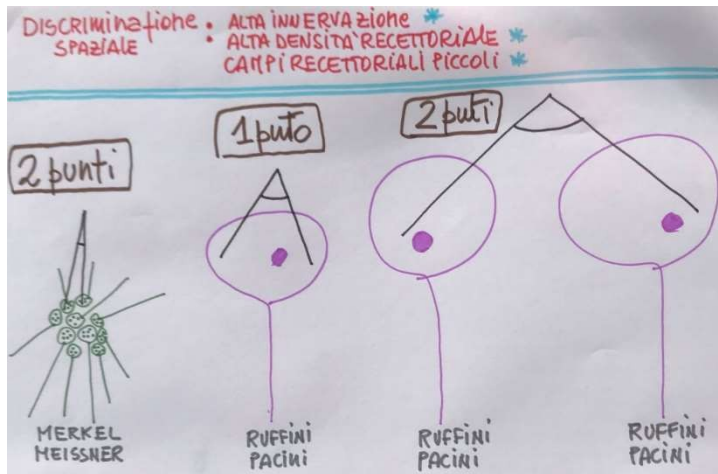
La discriminazione di due punti varia di venti volte sul nostro corpo. I polpastrelli hanno la più alta risoluzione. I punti Braille hanno un'altezza di 1 mm e sono distanziati fra loro di 2,5 mm, e una lettera Braille arriva



Tale sensibilità è alla base della lettura dell'alfabeto Braille che permette ai non vedenti di percepire tali "scanalature" con precisione e velocità.

I recettori LA1 registrano le immagini più nitide dei simboli Braille diventando silenti quando lo spazio fra i simboli Braille non genera alcuna stimolazione. I recettori RA1 forniscono un'immagine sfocata dei simboli Braille, perché i loro campi recettivi sono più grandi, anche se la distribuzione dei puntini è ancora riconoscibile. Sia i recettori RA2 che LA2 non sono in grado di codificare la distribuzione spaziale dei puntini Braille, perché i loro campi recettivi sono di dimensioni maggiori della distanza fra i puntini. L'elevata frequenza di scarica delle

fibre RA2 dipende dall'elevata sensibilità dei corpuscoli del Pacini agli stimoli vibratorii.



La capacità di percepire due punti come distinti dipende dalla dimensione dei campi di sensibilità dei recettori.

Per percepire due punti come distinti, infatti, è necessario che il compasso colpisca due campi di sensibilità diversi (quindi due recettori diversi).

Le fibre di Merkel e Meissner trasportano la sensibilità specifica, dunque, permettono di apprezzare due punti come distinti anche con un angolo del compasso molto piccolo. Questo perché ogni fibra ha il proprio piccolissimo campo di sensibilità: ho, quindi, una maggiore probabilità di colpire di campi distinti anche ad angoli molto piccoli del compasso.

I recettori di Ruffini e del Pacini hanno un campo di sensibilità più grande: per colpire, dunque, due fibre distinte, l'angolo di apertura del compasso deve essere maggiore.

Grafestesia: capacità di riconoscere lettere, cifre e figure geometriche tracciate sulla cute.

Tabella 22-2 Tipi di recettori che mediano la sensibilità somatica

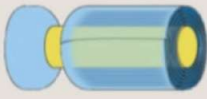
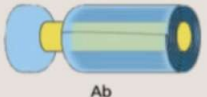
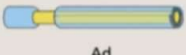

Tipo di recettore	Gruppo di fibre ¹	Nome delle fibre	Modalità
Meccanocettori cutanei e sottocutanei			
Corpuscolo di Meissner	A α , β	RA1	Tatto
Recettore di Merkel	A α , β	LA1	Strofinamento, tremolio
Corpuscolo del Pacini ²	A α , β	RA2	Pressione, caratteristiche della superficie degli oggetti
Corpuscolo di Ruffini	A α , β	LA2	Vibrazione
Recettori annessi ai peli robusti e della giarda	A α , β	G1, G2	Deformazione della cute
Recettori annessi alla lanugine	A δ	D	Strofinamento, tremolio
Recettore di campo	A α , β	F	Strofinamento leggero
Meccanocettore C	C		Deformazione della cute
Termocettori			
Recettori per il freddo	A δ	III	Strofinamento della cute, contatto erotico
Recettori per il caldo	C	IV	Sensibilità termica
Recettori per il caldo intenso	A δ	III	Raffreddamento della cute (<25 °C)
Recettori per il freddo intenso	C	IV	Riscaldamento della cute (>35 °C)
Nocicettori			
Meccanici	A δ	III	Dolore
Termo-meccanici (caldo intenso)	A δ	III	Dolore puntorio, acuto
Termo-meccanici (freddo intenso)	C	IV	Dolore urente
Polimodali	C	IV	Dolore da freddo intenso
Meccanocettori muscolari e scheletrici			
Terminazioni fusali primarie	A α	Ia	Dolore urente, lento
Terminazioni fusali secondarie	A β	II	Propriocezione degli arti
Organo tendineo del Golgi	A α	Ib	Lunghezza e velocità di allungamento dei muscoli
Recettori delle capsule articolari	A β	II	Stiramento dei muscoli
Terminazioni nervose libere sensibili allo stiramento	A δ	III	Contrazione dei muscoli
			Angoli articolari
			Stiramenti o forze eccessive

¹ Vedi tabella 22-1.

Vicarianza: quando una parte della corteccia è danneggiata e non funziona, essa viene popolata da altri neuroni, provenienti da zone adiacenti.

Si fa spesso l'esempio dei geni matematici non vedenti: quando poniamo tali soggetti davanti ad un compito di matematica, si accendono anche le zone occipitali (danneggiate). Il lobo occipitale, dunque, non è morto, ma viene riutilizzato per altre funzioni specifiche (nell'esempio preso sono funzioni correlate alla matematica).

Fibre che collegano i recettori al SNC

Tipo di recettore	Tipo di assone	Diametro (μm)	Velocità di conduzione (m/s)
Precettori dei muscoli scheletrici	 Aa	13-20	80-120
Meccanocettori della pelle	 Ab	6-12	35-75
Dolore, temperatura	 Ad	1-5	5-30
Temperatura, dolore, prurito	 C	0,02-1,5	0,5-2

Nocicettori = recettori del dolore.

Sono terminazioni nervose libere (non hanno le caratteristiche morfologiche di un recettore) e possono essere di due tipi:

- **Ad (A delta)**: trasportano il dolore puntorio, acuto;
- **C**: trasportano il dolore cronico.

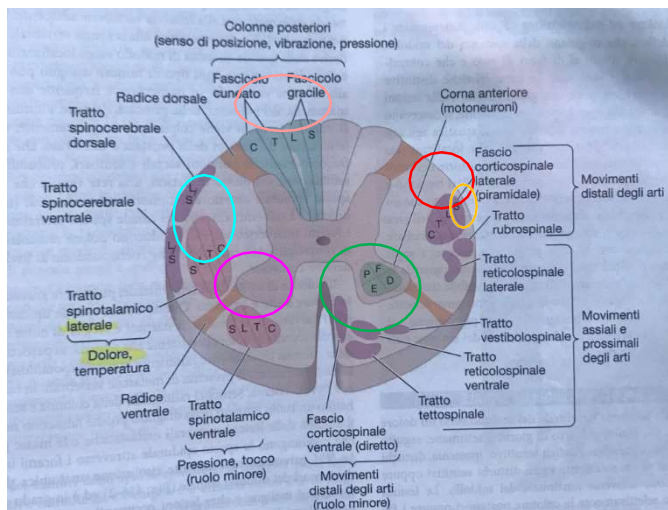
Oppioidi e analgesici vengono utilizzati soprattutto per contrastare il dolore cronico, trasportato dalle fibre C. Tale terapia specifica si basa sulla presenza, per queste fibre, di una più alta concentrazione del recettore mu (μ), recettore di oppioidi.

Gli approcci terapeutici per neutralizzare i due tipi di dolore portati da queste fibre sono quindi molto diversi.

La velocità di un recettore dipende da due caratteristiche:

- Il **diametro**: più grande è il diametro, maggiore è la velocità delle fibre. Le A delta hanno un diametro minore rispetto ai recettori del tatto per cui, queste ultime, sono più veloci. A loro volta, le C hanno un diametro minore delle A delta. Per cui la velocità dei recettori tattili è maggiore dei recettori A delta, che a sua volta è maggiore della velocità dei recettori c.
- La **presenza di mielina**: una grande quantità di mielina porta ad una maggiore velocità di trasmissione dello stimolo. Le fibre dolorifiche, di fatti, hanno pochissima mielina per cui sono molto lente, al contrario dei recettori tattili, la cui velocità di trasmissione arriva anche a 120 m/s.

Midollo spinale – sezione trasversale.



È possibile identificare zone specifiche nel quale troviamo:

- **Fasci di fibre sensitive** (che si dirigono alla corteccia);
- **Fasci di fibre motorie** (che si dirigono ai muscoli).

Dunque, un ipotetico danno al midollo spinale andrà a compromettere esclusivamente alcuni fasci.

In questa lezione saranno analizzate le “fibre che salgono” (fibre sensitive) con particolare attenzione sulle fibre del dolore.

Nell’immagine è possibile osservare:

- Tutte le fibre “che scendono” nell’ emifaccia di destra;
- Tutte le fibre “che salgono” nell’ emifaccia di sinistra.

Fascio piramidale (o corticospinale laterale o della motricità volontaria):

- Permette il movimento dei muscoli scheletrici (permette movimenti fini e precisi);
- Si trova nel cordone laterale, assieme al **fascio rubrospinale** (non molto sviluppato nell’uomo).

Le fibre del **fascio rubrospinale** partono dal nucleo rosso, un agglomerato di nuclei di neuroni presente nel mesencefalo. Tali fibre, poi, incrociano, giungendo fino al cordone laterale del midollo spinale.

Il **fascio piramidale**, invece, origina dalla corteccia motoria. Gli assoni attraversano, poi, il centro semiovale (sostanza bianca del cervello).

Il **centro semiovale** è attraversato da innumerevoli fibre, che fanno parte di vie distinte.

Le fibre che riguardano il **fascio piramidale** si trovano in una zona precisa del centro semiovale, che prende il nome di **corona radiata**.

Attraversato il centro semiovale, le fibre entrano in una sorta di strettoia (la **capsula interna**) compresa tra:

- Il talamo (medialmente);
- Il nucleo caudato;
- Il putamen (lateralmente).

Un danno alla capsula interna porta a paralisi totale di una metà corporea (difatti coinvolge tutte le fibre in essa comprese).

Attraversano, poi, il tronco dell’encefalo e, alla fine del bulbo, incrociano.

Anche la disposizione delle fibre non è casuale (**disposizione somatotopica**) : i fasci sacrali (s) sono i più laterali, mentre i fasci cervicali (c) sono i più mediali. In tal modo le fibre che innervano gli arti inferiori non possono essere confuse, ad esempio, con quelle che innervano gli arti superiori (hanno zone di passaggio distinte).

I **fasci discendenti in posizione antero-laterale** sono soprattutto posturali ed innervano, in particolare, i muscoli assili del tronco.

Individuiamo quattro fasci:

- **Tettospinale**: origina dal tetto del mesencefalo (in riferimento ai tubercoli quadrigemini);
- **Reticolospinale** (bulbare e pontino);
- **Vestibolospinale** (laterale e mediale);
- **Rubrospinale**.

Zona delle fibre che salgono (sensitive).

Tratto spinotalamico:

- Laterale-> è il fascio del dolore (che incrocia subito);
- Anteriore.

Si parla spesso di **tratto spinotalamico antero-laterale**.

- **Ventrale**: trasporta la sensibilità protopatica (opposto della sensibilità dei due punti. Essa permette di apprezzare stimolazioni intense, senza però consentire la localizzazione **dei punti** di applicazione).

La sensibilità epicritica, al contrario, permette di apprezzare solo con il tatto (tenendo, ad esempio, gli occhi chiusi) la durezza, la forma e le caratteristiche della superficie di un oggetto (è una **sensibilità discriminativa**). Essa si trova nei **cordoni posteriori**.

Ricordiamo i tre tipi di sensibilità:

- **Propriocettiva**: origina dagli organi tendinei del Golgi e dai fusi neuromuscolari;
- **Enterocettiva**: da un dolore che proviene dall'interno del corpo (ad esempio una colicarenale);
- **Esterocettiva**: proviene dall'esterno. Ne è un esempio la sensibilità tattile.

La sensibilità propriocettiva è sia di tipo **cosciente** che **incosciente** ed è resa possibile dalla presenza di specifici recettori, detti, appunto, *propriocettivi*.

Essi sono organi sensitivi specializzati, sensibili alle variazioni delle posizioni dei segmenti corporei, delle tensioni muscolari e tendinee, della temperatura, della pressione cutanea e delle vibrazioni.

I **proprioettori** sono localizzati in zone specifiche, a seconda della funzione che rivestono e possono essere distinti in:

- **Corticali:** attivano la sensibilità propriocettiva cosciente che informa sulla posizione e sull'atteggiamento dei vari segmenti corporei;
- **Cerebellari:** coinvolgono il cervelletto (che ha anche la funzione di regolare e controllare il tono muscolare) e gestiscono la sensibilità propriocettiva incosciente e quella tattilo -pressoria.

Vi sono tre sistemi principali in cui vengono elaborate le informazioni provenienti dai recettori propriocettivi:

- **1° sistema incosciente:** deputato al controllo ed alla reazione a situazioni pericolose. Garantisce la salvaguardia immediata rispetto ad eventuali danni fisici ed è controllato prevalentemente dal *midollo spinale*;
- **2° sistema incosciente:** deputato al controllo dell'esecuzione dei progetti motori e degli automatismi. Garantisce in tutti i movimenti la massima precisione ed aderenza fra progetto motorio e movimento, allo scopo di ottenere il maggiore vantaggio possibile. Il sistema è prevalentemente controllato dal *cervelletto*.
- **3° sistema cosciente:** utilizza le informazioni sensitive provenienti dai recettori periferici a scopo cosciente. Attraverso questo meccanismo, ciascuno di noi si forma e gestisce la propria immagine corporea. Questo terzo sistema è prevalentemente controllato dalla *corteccia cerebrale*, che elabora, integrandole in vario modo, tutte le informazioni provenienti dalla periferia.

Gli organi di senso propriocettivi possono essere suddivisi in tre gruppi principali:

- i **recettori muscolari**: i fusi neuromuscolari, gli organi tendinei del Golgi, i recettori del Pacini a collocazione muscolare e le terminazioni muscolari presenti nel tessuto connettivo che avvolge le fibre muscolari;
- i **recettori articolari**: i sensori delle capsule articolari che informano sulla posizione articolare e sulla direzione del movimento;
- i **meccanocettori cutanei**: i corpuscoli di Merkel (danno la sensazione della pressione cutanea), i corpuscoli di Meissner (danno la sensazione di vibrazione localizzata, differente secondo la durata e la frequenza dello stimolo), i corpuscoli di Ruffini (a livello cutaneo sono sensibili a stimoli pressori e tattili prolungati e intensi riguardanti il movimento articolare) e i corpuscoli di Pacini (presenti a livello cutaneo profondo, danno la sensazione di vibrazioni diffuse).

I **fusi neuromuscolari e gli organi del Golgi** sono recettori sensibili allo stato di allungamento del muscolo, perché gestiscono contrazioni e allungamenti di muscoli e tendini.

Sono particolarmente utili nel definire i parametri per il sistema propriocettivo incosciente (facente capo al cervelletto) o per le risposte riflesse (midollo spinale). Svolgono un ruolo di primaria importanza sia nella **propriocezione** che nei **meccanismi del controllo motorio** e, inoltre, sembrano essere più adatti ad informare sulle caratteristiche meccaniche del movimento

che sullo stato di riposo dell'apparato locomotore. Essi codificano il *senso di movimento*.

I recettori articolari e cutanei, pur essendo fondamentali a livello di propriocezione incosciente, hanno un ruolo più importante nelle sensazioni statiche, quindi nel *senso di posizione* (propriocettività cosciente).

FASCICOLO GRACILE E CUNEATO, FASCI SPINO-CEREBELLARI

Il cordone posteriore contiene solo fasci ascendenti che sono due per lato: FASCICOLO GRACILE (in posizione mediale) e FASCICOLO CUNEATO (in posizione laterale). Nel **cordone laterale** c'è una prevalenza di fasci ascendenti. Nel **cordone anteriore** i fasci ascendenti sono molto scarsi poiché vi sono molti più fasci discendenti. Quindi, possiamo attribuire una funzione di **trasporto** di input motori al cordone anteriore, **sensitiva** al cordone posteriore e una funzione **mista** al cordone laterale.

Il **fascicolo gracile** e il **fascicolo cuneato** terminano nel talamo controlaterale (il che vuol dire che durante il loro percorso lungo il midollo spinale, attraversano la linea mediana e si portano nella posizione opposta a quella in cui si trova il fascio nel midollo). Per esempio, la sensibilità raccolta nel lato destro del corpo viene decodificata nel lato sinistro del SNC e così via.

Nel caso di questi due fascicoli le fibre sono raggruppate in base alla provenienza dal corpo: più medialmente si trovano le fibre provenienti dai segmenti sacrali, poi più lateralmente si trovano le fibre che provengono dai segmenti lombari, toracici e infine cervicali. Questa disposizione si deve al fatto che i fasci ascendenti cominciano dalle parti bassi del midollo spinale, quindi, dapprima troviamo le fibre sacrali e man mano che il fascio sale diventa più grosso perché si aggiungono le fibre dei livelli superiori.

Nei **fasci discendenti** troviamo una situazione opposta per cui medialmente si trovano i segmenti della zona cervicale, più lateralmente quelli della zona sacrale.

Altri due fasci sono quelli **spino-cerebellari** che trasportano le informazioni al cervelletto posto nell'encefalo e importantissimo per il controllo dei muscoli, per il controllo della postura e dell'equilibrio e per una serie di funzioni di base. Questi fasci sono distinti in: **FASCIO POSTERIORE DORSALE o DIRETTO** e **FASCIO VENTRALE o CROCIATO** che sono le vie della sensibilità propriocettiva incosciente poiché trasmettono informazioni che poi riguardano movimenti che noi compiamo in modo non cosciente. Sembra che il fascio dorsale trasporti stimoli che riguardano la distensione dei muscoli mentre quello crociato trasporti informazioni che riguardano la postura e il movimento.

Il fascio spino-cerebellare posteriore lo possiamo chiamare anche **diretto** perché mantiene sempre la propria direzione; mentre quello anteriore decussa la linea mediana.

VIE ASCENDENTI

Via ganglio-bulbo-talamo-corticale

La via ganglio-bulbo-talamo-corticale fa capo ai gangli spinali formati da neuroni a T, i cui neuriti si dividono in:

- **Una fibra periferica:** deputata a trasmettere gli impulsi provenienti dai recettori della sensibilità tattile epicritica e propriocettiva cosciente del tronco e degli arti;
- **Una fibra centrale:** entra nel midollo spinale.

Le fibre centrali si dividono in un *ramo ascendente* ed in uno *discendente*.

I **rami discendenti** si portano al corno posteriore del midollo spinale, mentre i **rami ascendenti** vanno a costituire il fascicolo mediale gracile ed il fascicolo laterale cuneato.

Il primo è formato dalle fibre molto lunghe delle radici più caudali (arto inferiore) che fanno tappa ai nuclei del fascio gracile del bulbo, mentre il secondo dalle fibre provenienti dalle radici più rostrali.

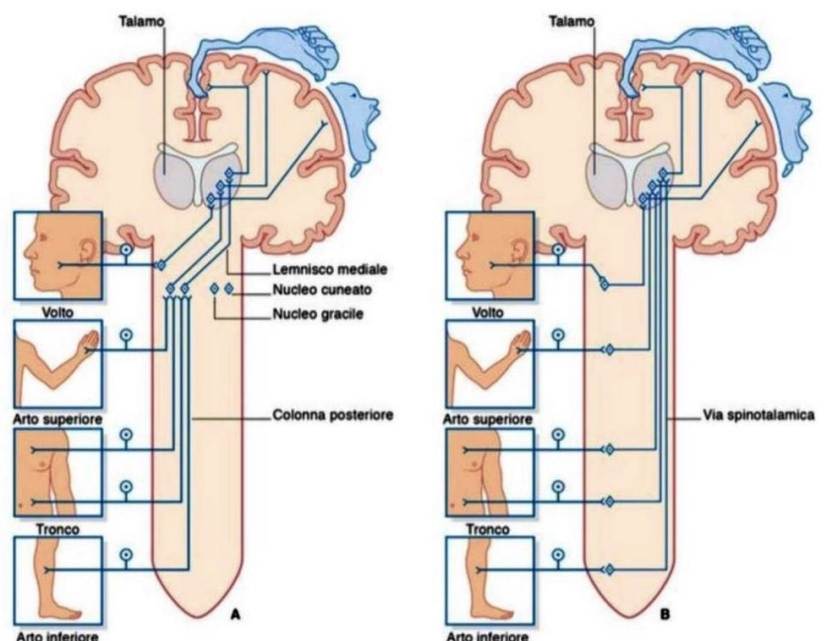
Il secondo neurite che deriva dal nucleo del f. gracile e, rispettivamente, da quello del f. cuneato, si incrocia al livello del bulbo con quello eterolaterale, formando il **lemnisco mediale**, per raggiungere il nucleo ventrale posteriore del talamo e terminare, poi, alla corteccia sensitiva.

La via, quindi, rimane **omolaterale** fino al bulbo, poi diviene **eterolaterale**. Nella corteccia sensitiva vi è una rappresentazione sensitiva somatotopica dei vari territori della metà eterolaterale del corpo, chiamata **omuncolo sensitivo**. Questa rappresentazione è relativa alle innervazioni, cioè alla quantità di unità sensitive per superficie. I territori corrispondenti ad organi come la lingua, i polpastrelli delle dita o il clitoride, sono ad esempio più grandi di quanto non dicano le loro dimensioni reali, dal momento che le loro innervazioni sono particolarmente abbondanti.

Via ganglio-spino-talamo-corticale

La via ganglio-spino-talamo-corticale nasce dai gangli spinali formati dai neuroni a T, i cui neuriti si dividono in:

- **Una fibra periferica:** reca gli impulsi della sensibilità tattile protopatica, di quella termica e dolorifica, del tronco e degli arti;
- **Una fibra centrale:** giunge al nucleo proprio del midollo spinale.



Dal nucleo proprio nascono fibre nervose che, dopo l'incrocio nella commessura bianca del midollo spinale, si portano nei cordoni anteriore e laterale eterolaterali, dove formano rispettivamente il **fascio spino-talamico anteriore** (che presiede agli impulsi della sensibilità tattile protopatica) ed il **fascio spino-talamico laterale** (che invece reca gli impulsi della sensibilità termica e dolorifica).

I due fasci spino-talamici risalgono nel midollo spinale affiancati l'uno all'altro, unitamente al fascio spino-tettale che è ad essi vicino, costituendo il **lemnisco spinale**, che percorre il midollo allungato giungendo al talamo. Da qui, le fibre talamo-corticali si portano alla corteccia cerebrale in corrispondenza dell'area sensitiva.

Se avviene una lesione delle fibre del fascio spino-talamico nel midollo, viene persa la sensibilità dolorifica nel lato opposto, perché le fibre si sono incrociate a livello midollare.

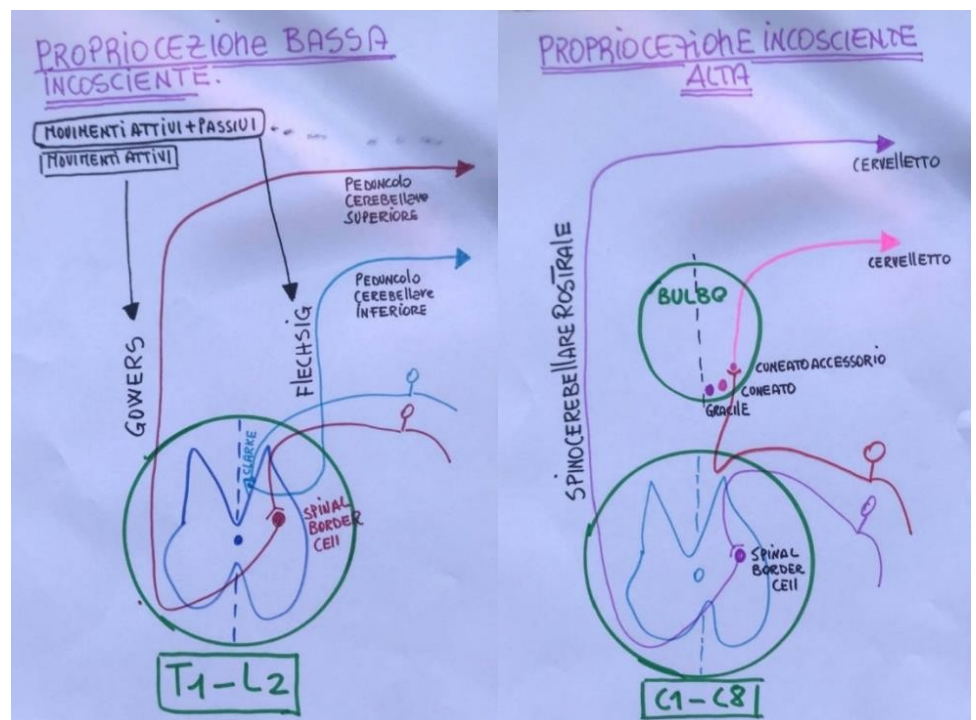
Altre vie ascendenti

Ci sono vie che non convergono ai nuclei ventrali posteriori del talamo, ma a quelli connessi al sistema limbico.

Queste sono molto importanti per il trasporto di stimoli relativi alla sensibilità dolorifica con una spiccata componente emotiva, come ad esempio stati d'ansia, angosciosi, o fenomeni eccitativi di particolare intensità (es. vomito, nausea).

Questo tipo di dolore è tipico dei soggetti affetti da tumore,

(specie nello stato terminale), ed è sensibile all'effetto della morfina.



Il prolungamento principale della fibra del fuso neuromuscolare entra nel cordone posteriore e va al motoneurone, mentre un ramo collaterale va all'interneurone, che ha il compito di inibire il muscolo antagonista. Poi ci sono anche altri prolungamenti che entrano nel fascio gracile della via ganglio-bulbo-talamo-corticale.

Gli stimoli relativi alla sensibilità propriocettiva inconsciente vengono trasmessi al cervelletto attraverso le **fibre del fascio ganglio-spino-cerebellare**.

Il fascio ganglio-spino-cerebellare è distinto in:

- Fascio ganglio-spino-cerebellare-dorsale (di **Flechsig**): omolaterale e diretto;
- Fascio ganglio-spino-cerebellare-ventrale (di **Gowers**): eterolaterale e crociato.

Il *primo* ha origine dalla **colonna del Clarke**, che è posta medialmente tra la base e il collo del corno posteriore, sale nel cordone laterale omolaterale del midollo spinale e si porta alla corteccia cerebellare, recando stimoli della sensibilità propriocettiva incosciente relativi ai fusi neuro-muscolari.

Il *secondo* ha origine dalla **colonna intermedio mediale** che è situata nella parte mediale della base del corno posteriore e si porta alla corteccia cerebellare, cui reca stimoli della sensibilità propriocettiva incosciente di tutti gli altri riflessi.

Ci sono altre fibre, chiamate **ganglio-spino-tettali**, che vanno al tetto del mesencefalo, centro riflesso della visione.

Altre vie ancora vanno alla sostanza reticolare e regolano il movimento. Ce ne sono altre deputate a regolare il movimento, per esempio quella **ganglio spino-olivare**.

Riassumendo: ci sono le vie ganglio-spino-cerebellari che vanno al cervelletto, poi ci sono altre vie distribuite tra il cordone anteriore e quello laterale in modo omogeneo che sono destinate a tutti i nuclei che regolano il movimento, aventi un neurone spinale (sono pertanto ganglio-spino- tettale, reticolare, olivare).

VIE DISCENDENTI

Le vie piramidali (cortico-spinali) derivano da fibre provenienti dalla zona corticale antistante la **scissura di Rolando**, quindi, dalle aree motorie, premotorie e supplementari e dalle **fibre** provenienti dalla **corteccia parietale**, allo scopo di regolare la trasmissione sensitiva.

Alcune vanno ai nuclei del corno posteriore, altre, più in alto ai nuclei del fascio gracile e cuneato. Queste ultime fibre (che provengono dall'area sensitiva) stimolano i nuclei a percepire meglio gli stimoli sensitivi, quindi, servono alla modulazione della recezione sensoriale.

Ci sono anche delle fibre che vanno direttamente ai nuclei del cordone posteriore, limitando il passaggio del dolore. *Per esempio, quando siamo molto stanchi non sentiamo più il dolore, perché la percezione del dolore viene bloccata dalla via piramidale. Così anche nelle condizioni di stress.*

Le fibre della via piramidale vanno ai motoneuroni situati nei nuclei del tronco encefalico o del midollo spinale. Tuttavia, tali fibre non innervano solo i motoneuroni, ma regolano tutti gli interneuroni del corno anteriore (comprese le cellule di Renshaw), in modo da permettere il movimento.

Ci sono poi altre vie che, sebbene siano influenzate dalla corteccia, provengono dai nuclei sottocorticali (come le vie reticolo-spinali, vestibolo-spinali, tetto-spinali). Queste sono tutte **vie extrapiramidali**, e, quindi, non passano per le formazioni del bulbo che si chiamano piramidi. Nelle piramidi, a livello del bulbo passano i fasci formanti le vie piramidali, che si incrociano e vanno a finire nel cordone laterale.

C'è un contingente minore di fibre, presente fino ai primi mielomeri toracici, che rimane dapprima diretto, ma poi si incrocia arrivando a destinazione: è il **fascio piramidale diretto**.

Tuttavia, nei cordoni laterali, un 10-15% di fibre (la percentuale varia da soggetto a soggetto) non si incrocia e si mantiene omolaterale.

Quando si ha una lesione alle vie piramidali di un lato, si ha un'emiplegia:

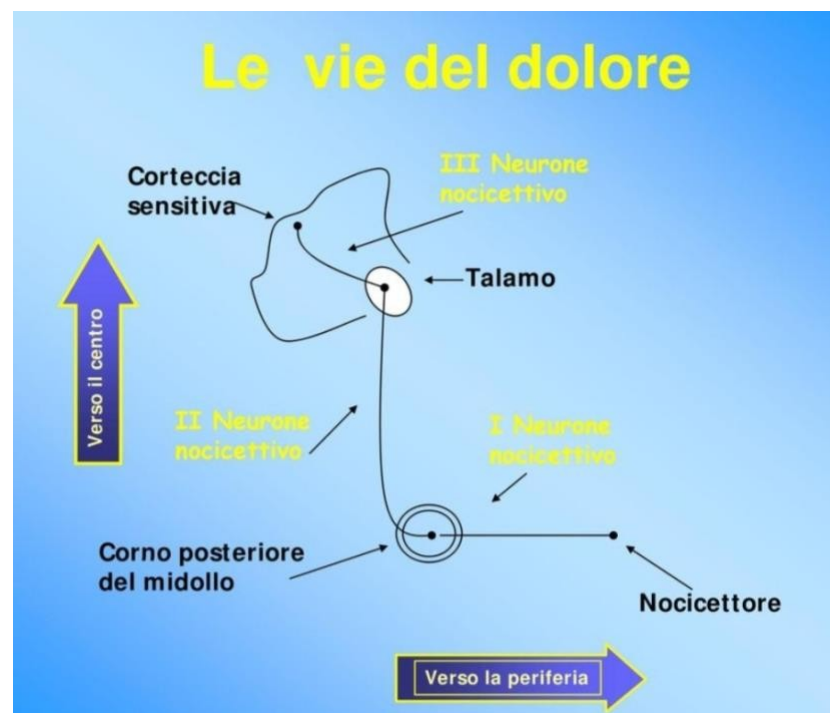
- Se la via piramidale viene colpita nella porzione soprabulbare del tronco encefalico, l'emiplegia sarà controlaterale;
- Se, invece, la lesione interessa la frazione sottobulbare, avrà un'emiplegia omolaterale.

Nel primo caso, avrò quindi una paralisi flaccida eterolaterale, con una perdita del tono muscolare di metà del corpo (emiplegia). Dopo circa dieci o venti giorni, però, inizia una fase di recupero, accompagnata da **fenomeni di spasticità**: l'emiplegia diventa emiparesi, la paralisi flaccida diventa paralisi spastica. I riflessi aumentano in modo progressivo, gli sfinteri riprendono parzialmente la loro attività, ma scompare il controllo volontario.

Si può ad esempio verificare una minzione automatica: l'individuo trattiene l'urina fino a quando questa non raggiunge un certo livello all'interno della vescica, ma poi è incapace di controllarsi (come avviene per i bambini). Vengono meno anche le capacità erettili (possibili solamente in caso di manipolazione dei genitali, ma non più dipendenti dagli stimoli visivi e uditivi). Certi soggetti, tuttavia, hanno un parziale recupero motorio, reso possibile grazie alle fibre che, non essendosi incrociate, rimangono omolaterali.

Quando la lesione avviene a livello della capsula interna, sono colpite solo le vie cortico-spinali, ma non quelle extrapiramidali. Se, invece, fossero danneggiate anche le fibre reticolo-spinali, la situazione sarebbe ben peggiore e si avrebbe una **paralisi spastica in flessione** (che impedirebbe al soggetto di camminare).

Il dolore non è solo nocicezione, in alcuni casi (allodinia ad esempio) si verifica la percezione di dolore senza danno periferico. Per cui il dolore non può essere ridotto al solo danno anatomico.



Ma quali sono effettivamente gli elementi che caratterizzano la neurofisiologia del dolore?

1. In primo luogo avviene la **RICEZIONE DELLO STIMOLO** da parte dei NOCICETTORI periferici;
2. Successivamente avviene la **TRASMISSIONE dello stimolo** lungo le FIBRE A δ e C che terminano in corrispondenza del secondo neurone della via del dolore posto nelle corna posteriori del

midollo spinale. Alcuni di questi neuroni sono specifici, mentre, altri sono WDR (wide dynamic range) ovvero neuroni ad ampio spettro dinamico capaci di essere stimolati o inibiti da un elevato numero di stimoli. Dalle fibre A δ e C si dipartono anche delle collaterali che arrivano alla sostanza grigia (vicino al WDR) a livello degli INTERNEURONI INIBITORI DELLA NOCICEZIONE, tramite sinapsi GABA-ergiche e glicinerghiche sui neuroni WDR. Questi interneuroni inibitori, secondo la teoria di Melzack e Wall, vengono inibiti dalle fibre amieliniche propriocettive (C) ed attivati dalle afferenze tattili e propriocettive (fibre A β);

3. A questo livello avvengono **meccanismi di SENSIBILIZZAZIONE PERIFERICA** (infiammazione neurogena) con rilascio di sostanza P (pain) da parte delle fibre nocicettive;

4. **Sistemi di INIBIZIONE CENTRALE.** Dal neurone WDR (secondo neurone della via del dolore) si arriva, tramite dei fasci NEOSPINALAMICO e PALEOSPINALAMICO, al terzo neurone della via del dolore situato a livello talamico. Il Neospinalamico rappresenta la **componente epicritica** del dolore, mentre il fascio Paleospinalamico ne rappresenta la **componente protopatica**, determinando, inoltre, reazioni emozionali, vegetative e comportamentali sottocorticali (come ad esempio la fuga). Dalla corteccia cerebrale parte il SISTEMA DISCENDENTE DI INIBIZIONE DEL DOLORE costituito da **fibre noradrenergiche e serotoninergiche** che eccitano a livello midollare gli interneuroni inibitori dei neuroni WDR. L'attivazione di questo sistema avviene la maggior parte a livello della SOSTANZA GRIGIA PERIACQUEDUTTALE, responsiva agli oppioidi endogeni (endorfine, diencefaline, encefaline);

5. **MECCANISMI DI SENSIBILIZZAZIONE CENTRALE.** La sensibilizzazione centrale può avvenire per WIND-UP (a breve termine) o LTP (potenziamento a lungo termine) che dura per alcune ore. Tutto ciò può portare ad una IPERECCITABILITA' PERMANENTE DELLA VIA DEL DOLORE che causa IPERALGESIA e ALLODINIA.

6. **La REAZIONE PSICOFISICA** al dolore è altrettanto importante e può diventare, alle lunghe, dannosa e favorire la cronicizzazione portando potenzialmente alla DEPRESSIONE, la quale a sua volta, per calo di sostanze come serotonina e dopamina, può potenziare il dolore e innescare un circolo vizioso.

L'ATTIVAZIONE MOTORIA mediata dagli alfa-motoneuroni in seguito al contatto con uno stimolo algogeno è una funzione protettiva che può a lungo termine portare alla riduzione della mobilità segmentale con soppressione dell'inibizione periferica per perdita della stimolazione dei meccanocettori.

Anche in questo caso si può instaurare un circolo vizioso DOLORE----CONTRATTURA-----DOLORE

Nel **dolore acuto** la RISPOSTA SIMPATICA ha anch'essa un effetto protettivo che serve per aumentare lo stato di allerta dell'individuo.

Nel **dolore cronico**, però, questa risposta tende ad esaurirsi salvo instaurazione di circoli viziosi a livello degli interneuroni midollari, con conseguente DISTROFIA FUNZIONALE E POI ORGANICA per modificazione di permeabilità e contrattilità del microcircolo e del trofismo tissutale con

liberazione di metaboliti attivi che modificano la sensibilità dei recettori (ALGODISTROFIA).

Nel **DOLORE CRONICO NEUROPATICO** si struttura una vera e propria “MEMORIA DEL DOLORE” espressa da un’iperattività della corteccia prefrontale (visibile alla RM).

Sulla base dei diversi meccanismi fisiopatogenetici il dolore può essere distinto in 3 categorie:

- *Dolore nocicettivo;*
- *Dolore neuropatico;*
- *Dolore misto.*

Dolore nocicettivo

È il dolore “fisiologico”. In determinate circostanze, infatti, il dolore è una risposta fisiologica appropriata che si prova quando i nocicettori delle unità sensoriali (meccaniche, termiche e chimiche) vengono attivate a trasmettere impulsi afferenti ad un livello conscio.

L’integrazione a vari livelli della nocicezione e la percezione finale da parte del Sistema Nervoso Centrale costituisce il dolore accusato dal paziente.

Il dolore è descritto come:

- Penetrante, urente o gravativo se somatico sordo;
- Non localizzabile, crampiforme se viscerale penetrante;
- Lancinante se su membrane periviscerali.

Per comprendere meglio questo tipo di dolore, andiamo a vedere cosa sono i “**nocicettori**”: sono terminazioni libere situate alla giunzione dermo-epidermica.

I nocicettori si possono distinguere in:

1. **Cutanei:** unimodali eccitabili da stimoli meccanici ad alta intensità, sono correlati a fibre A delta e amieliniche C. Hanno campo recettoriale piccolo.
2. **Polimodali:** eccitabili da stimolazione termiche, meccaniche e chimiche. Hanno campo recettoriale ampio e sono collegati a fibre amieliniche C e mieliniche A delta.

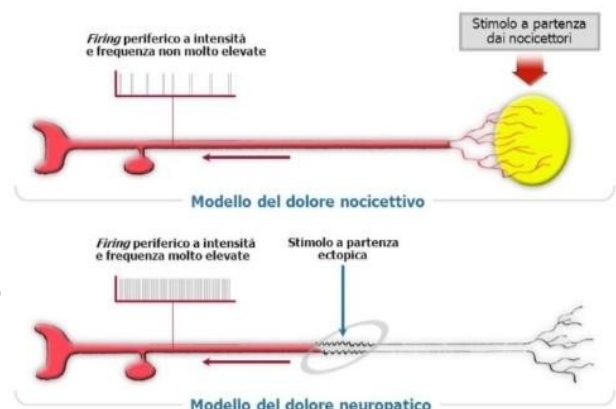
Dolore neuropatico

Il dolore neuropatico deriva da una lesione o malattia del sistema somatosensoriale.

Diversamente dal dolore nocicettivo, il dolore neuropatico non richiede la stimolazione di specifici recettori per manifestarsi. È un dolore dovuto ad un danno (che sia di origine traumatica o infiammatoria) dei nervi periferici, delle radici nervose, del midollo spinale o delle strutture ancora superiori fino alla corteccia.

Se la lesione si trova a livello del sistema nervoso centrale (SNC) si parla di dolore neuropatico centrale, se interessa il sistema nervoso

dolore nocicettivo e dolore neuropatico



periferico (SNP) si parla invece di dolore neuropatico periferico. *Il meccanismo che permette l'instaurarsi ed il mantenimento di questo tipo di dolore è molto complesso e non del tutto chiaro.* Sembra che i nervi danneggiati diventino in qualche modo ipereccitabili e cambino la loro forma e funzione, provocando una modifica dell'organizzazione di quella parte del midollo spinale che accoglie i segnali dal SNP e li veicola al cervello, ove peraltro pare si riscontrino modificazioni simili.

Il dolore neuropatico viene di solito espresso dal paziente come: "qualcosa che brucia, che punge...una scossa elettrica". Può essere **continuo o subcontinuo** o presentarsi con **esacerbazioni parossistiche**. Questo dolore esprime un'alterazione dell'informazione nervosa di tipo algico lungo le vie di trasmissione. Ha, di solito, un andamento che tende frequentemente a cronicizzare ed è di difficile gestione.

*Le disfunzioni e le alterazioni del sistema nervoso possono produrre sia sintomi che potremmo definire di tipo negativo (cioè una riduzione della risposta paragonata a quello che viene definito lo standard normale es: **ipoestesia, ipoalgesia**) oppure di tipo positivo (cioè una risposta esagerata paragonata sempre allo standard normale es: **disestesia, allodinia**).*

Studi recenti hanno dimostrato una cascata di modificazioni biologiche temporalmente correlate, successive al danno del sistema nervoso che alla fine sfociano in una sensibilizzazione degli elementi nervosi coinvolti nell'elaborazione dell'informazione. Vi è la dimostrazione, quindi, di modificazioni del sistema nervoso conseguenti ad uno stimolo nocivo protratto, che sono diverse dalla normale elaborazione delle informazioni dolorose.

Questa **plasticità del sistema nervoso** si manifesta a diversi livelli del neurasse, dal nocicettore periferico al midollo spinale ed anche alla corteccia cerebrale.

Dolore misto

Esistono, infine, situazioni in cui il quadro doloroso è frutto dell'intreccio di due o più meccanismi differenti, alcuni a prevalente **componente nocicettiva**, altri invece a **genesì neuropatica**.

Se la causa e l'origine del dolore rimangono sconosciute si parla di **dolore idiopatico**.