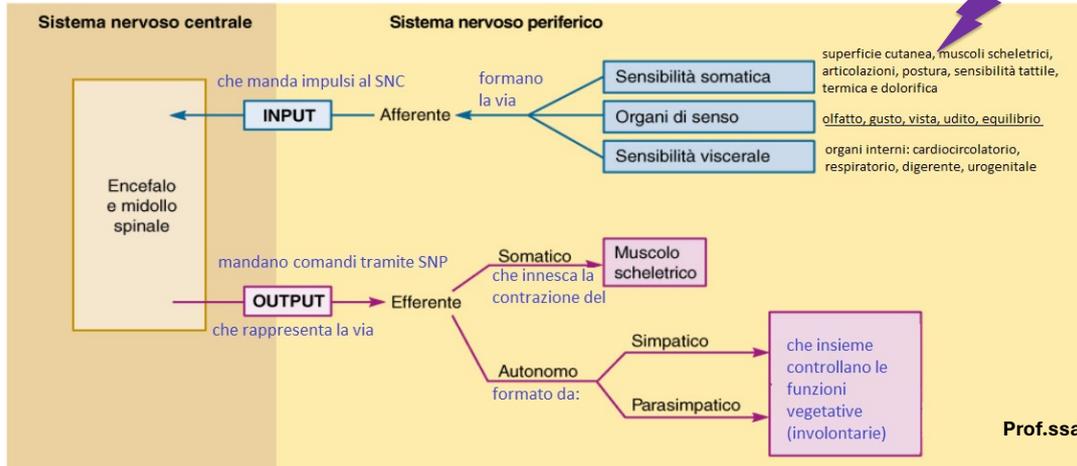


# Apparati sensoriali

Siamo qui



Prof.ssa Pia Lucidi

Laboratorio di Cognizione e Benessere Animale  
RICEVIMENTO plucidi@unite.it

sensi- dolore

1

## Sensibilità somatica



Prof.ssa Pia Lucidi

Laboratorio di Cognizione e Benessere Animale  
RICEVIMENTO  
plucidi@unite.it

sensi- dolore

2

Tabella 5.1 Recettori sensoriali

Tipo di recettore	Ubicazione	Stimolo specifico *
Meccanocettori	Orecchio interno, cute, muscoli, tendini, grossi vasi sanguigni, cuore	Stimolo meccanico
Chemocettori	Bocca, naso, grossi vasi sanguigni, cervello	Stimolo chimico
Termocettori	Cute, cervello	Temperatura
Fotocettori	Occhio	Luce
Elettrocettori	Cute (organo laterale modificato nei pesci)	Campi elettrici
Magnetocettori	Sconosciuta	Campi magnetici
Nocicettori	In tutto il corpo	Tipi diversi di stimoli intensi e dannosi che portano a sensazione dolorosa

Da un p.d.v. strutturale si distinguono due tipologie di recettori sensoriali:

**Terminazioni nervose**

(**cellule sensoriali primarie**): conducono il potenziale di azione verso il SNC (olfatto, cute, muscoli e visceri)

**Cellule sensoriali+ neurone sensitivo**

(**cellule sensoriali secondarie**): le cellule sensoriali primarie perdono l'assone (vista) o sono di origine non nervosa (orecchio, gusto)

\* Anche gli OSMOCETTORI sono meccanoceettori

sensi- dolore

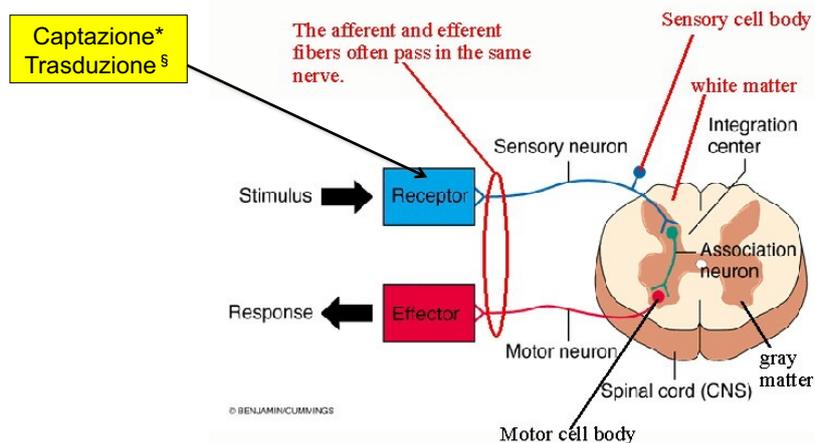
Q.V. Sjaastad, O. Sand, K. Høve  
Ambrosiana

Fisiologia degli animali domestici

Copyright 2013 C.E.A. Casa Editrice

3

A Reflex Arc Shows How Neuron Types Work Together.

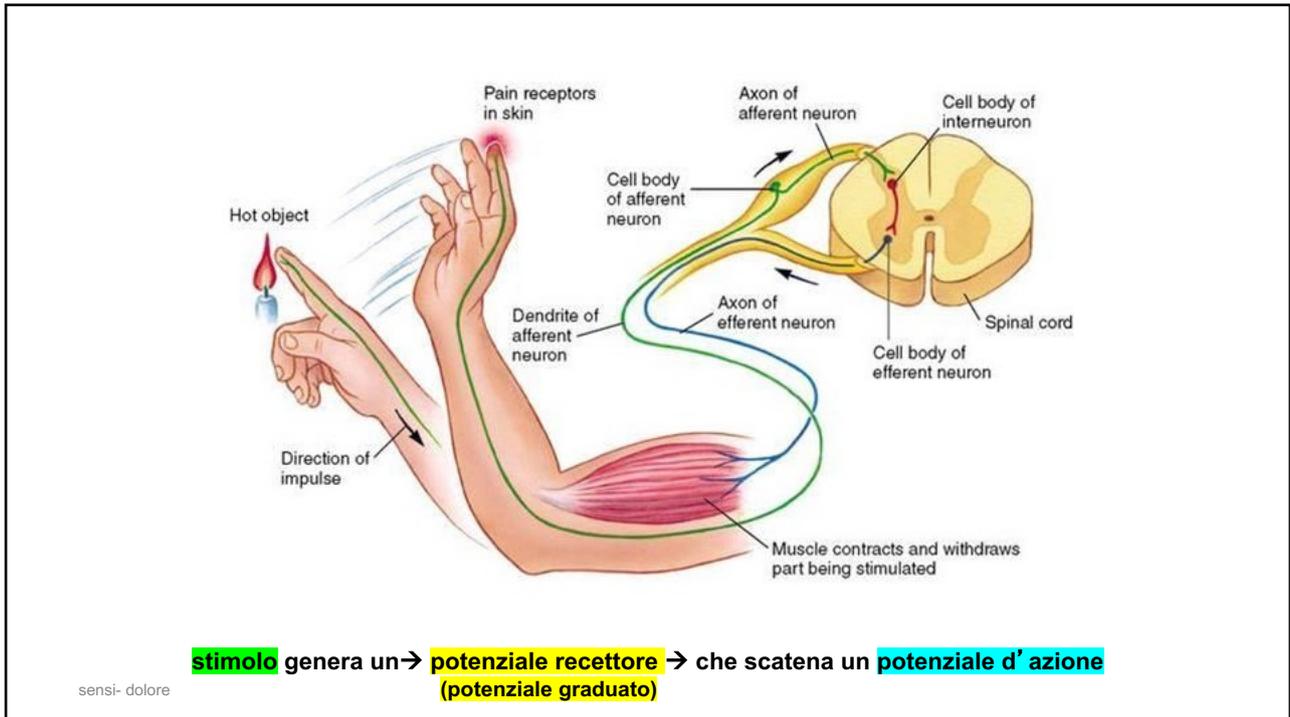


\* **Captazione**: strutture specializzate (recettori) filtrano il segnale specifico escludendo tutti gli altri stimoli

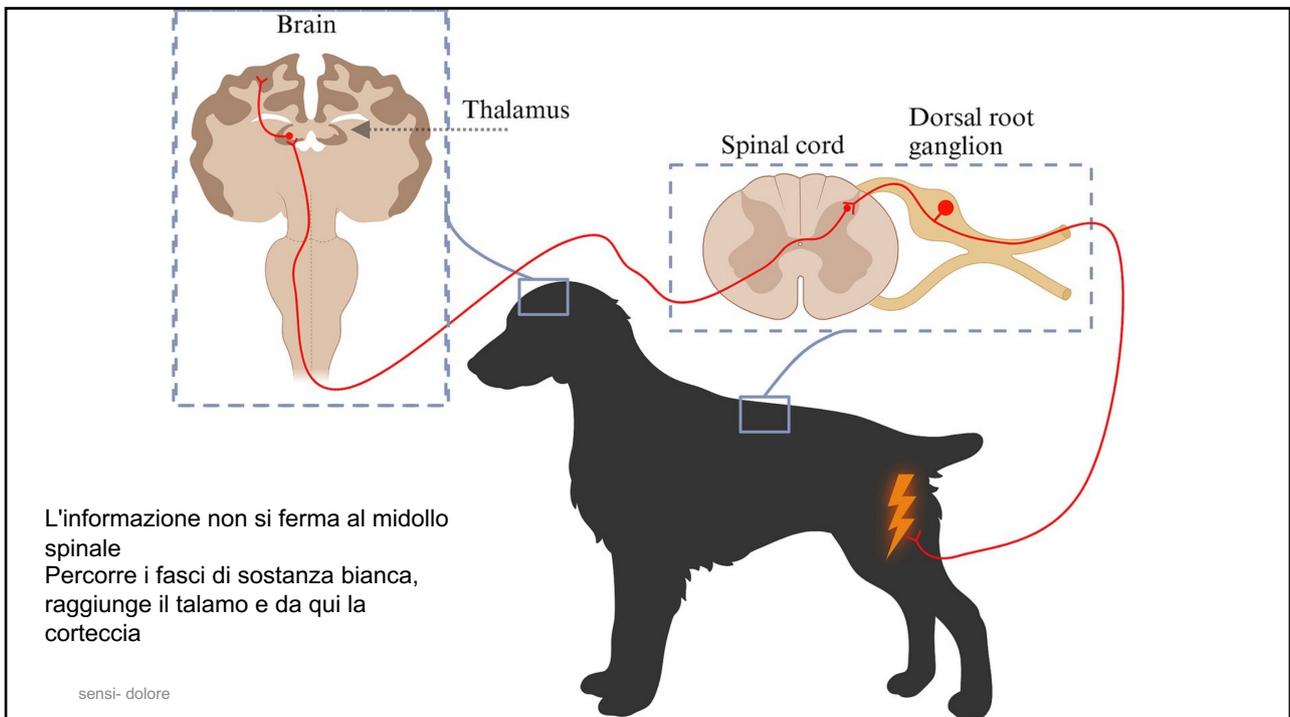
§ **Trasduzione**: conversione dell'energia in potenziale recettoriale elettrico di ampiezza proporzionale all'intensità dello stimolo.

sensi- dolore

4

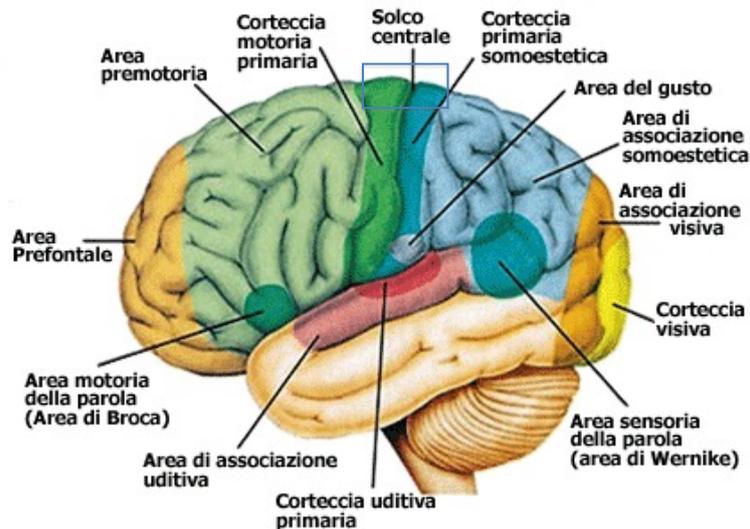


5



6

## Corteccia sensoriale



7

## Sensazione vs percezione

- **Sensazione**
  - informazione sensoriale che dalla periferia (o dall'interno del corpo) raggiunge il SNC
- **Percezione**
  - come il cervello interpreta le informazioni provenienti dai sensi
- **Adattamento**
  - diminuzione della sensibilità, con diminuzione di frequenza di scarica dei potenziali d'azione
  - funzione di filtro per non soccombere alle continue stimolazioni che raggiungono l'organismo, dando importanza solo a quelle significative

sensi- dolore

8

## Sensazioni somatiche

Sono tutte modalità mediate da recettori diversi che trasmettono al SNC attraverso vie diverse;  
 essi hanno in comune i neuroni dei gangli (spinali, cranici).  
 I singoli neuroni rispondono selettivamente a particolari stimoli a causa delle particolari caratteristiche morfologiche e molecolari delle loro terminazioni periferiche.  
**Diversi tipi di recettori per diverse modalità:**

sensi- dolore

9

## Sensazioni somatiche

- **Tatto discriminativo:** dimensioni, forma, caratteristiche superficiali, movimento sulla cute
- **Propriocezione:** senso di posizione statica e di movimento degli arti e del corpo

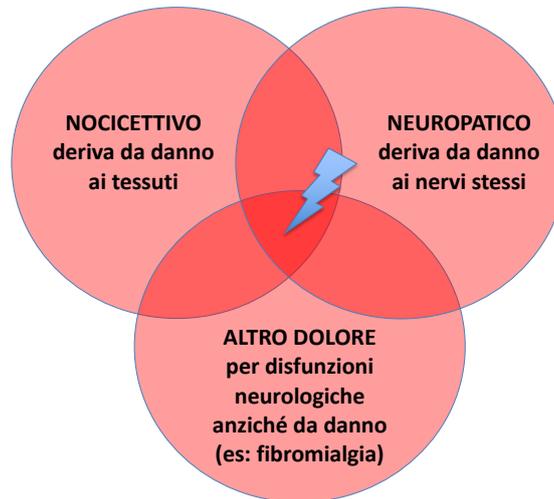


sensi- dolore

10

## Sensazioni somatiche

- **Nocicezione:** segnala il danno o l'irritazione chimica dei tessuti (dolore o prurito)



sensi- dolore

11

## Sensazioni somatiche

- **Senso termico:** sensazioni di caldo e freddo

### Dogs can sense weak thermal radiation

Anna Bálint , Attila Andics, Márta Gácsi, Anna Gábor, Kálmán Czeibert, Chelsey M. Luce, Ádám Miklósi & Ronald H. H. Kröger

*Scientific Reports* **10**, Article number: 3736 (2020) | [Cite this article](#)



sensi- dolore

12

## Recettori del follicolo pilifero

- Sono a rapido adattamento
- Rispondono al movimento del pelo. Diversi tipi:
  - recettori annessi alla lanugine (b)
  - recettori annessi ai peli\* robusti e più lunghi (a: peli di giarra)
  - recettori dei peli tattili
- Differiscono tra loro per
  - sensibilità al movimento del pelo
  - velocità di conduzione

\*esistono anche crini, setole, aculei

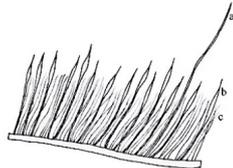


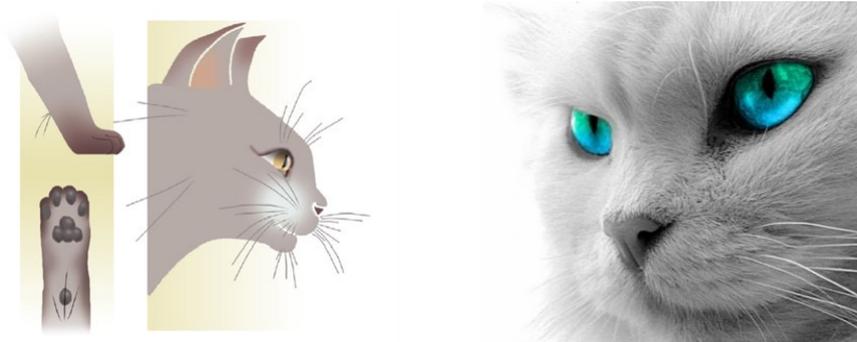
FIG. 2 Sezione del marallo. a - peli di rivestimento; b - peli di giarra; c - peli di buona.



sensi- dolore

13

## Peli tattili



I recettori sono terminazioni libere che circondano sacche d'aria molto profonde nella cute collegate al pelo tattile, sensibili a movimenti di 1  $\mu$ m.

sensi- dolore

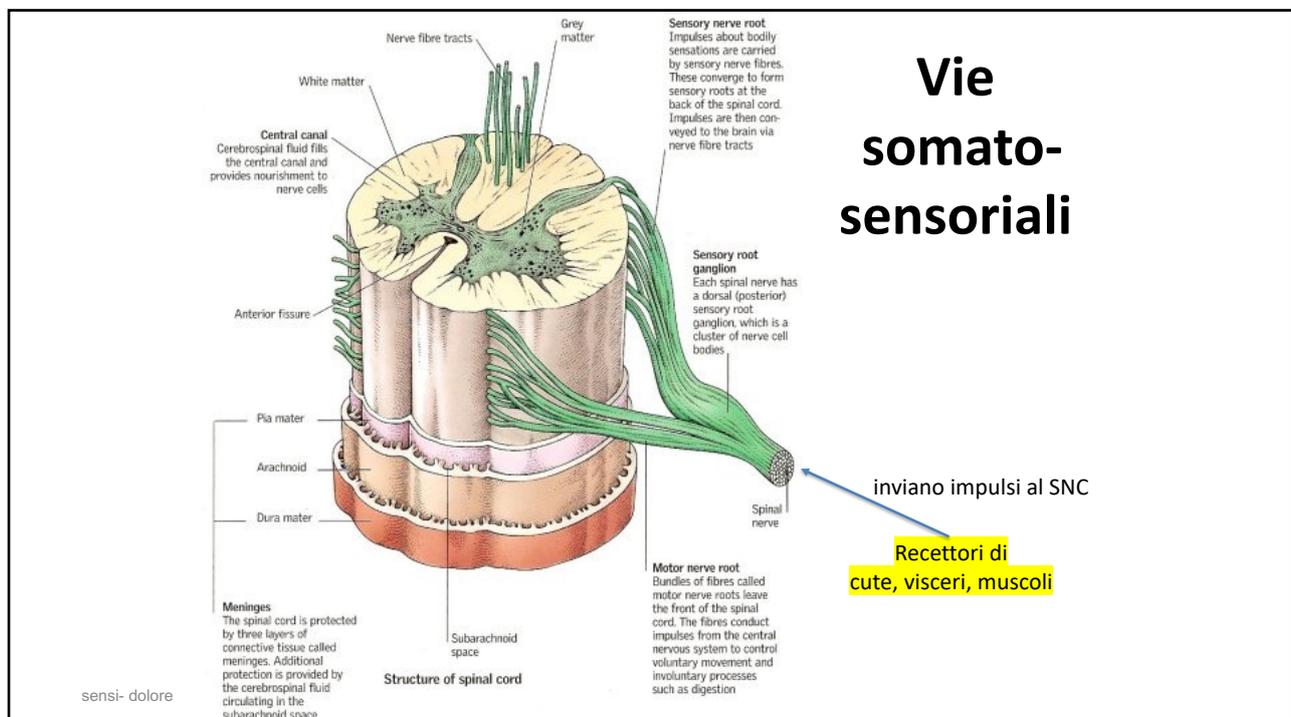
14

## Durata delle sensazioni

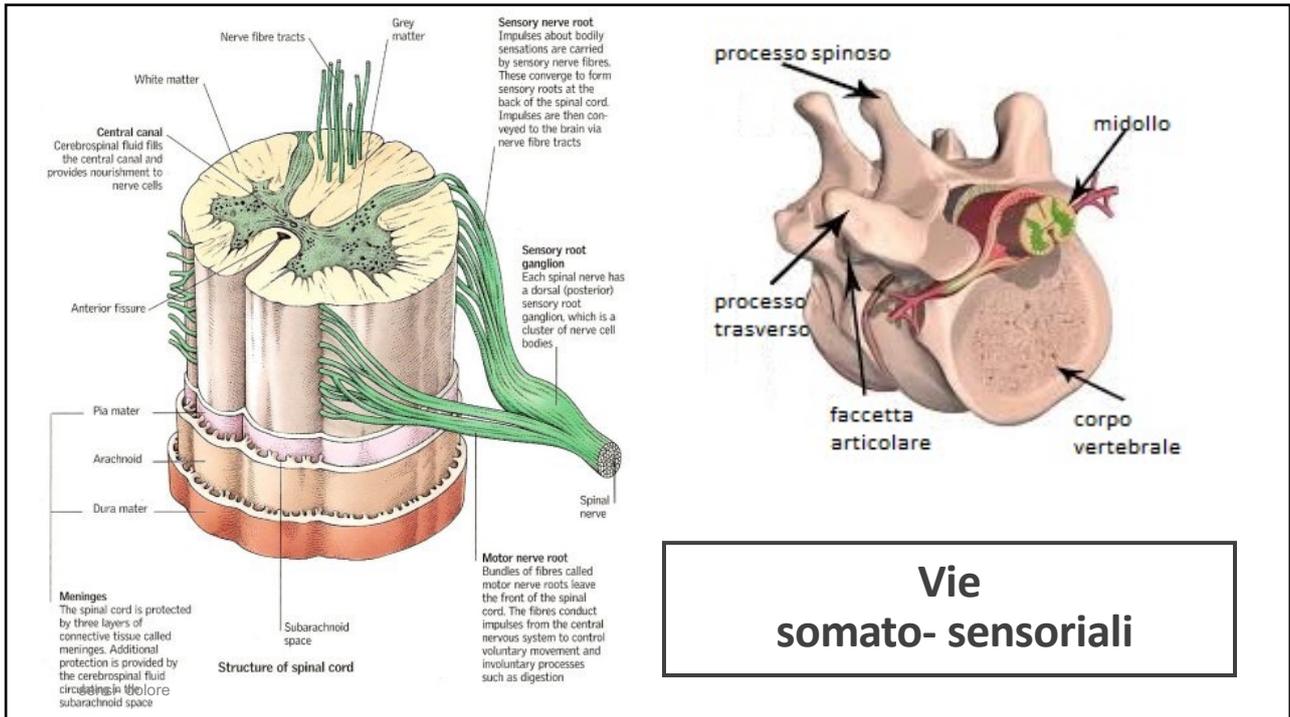
- Dipende in parte dalla velocità di adattamento dei recettori
- Quando uno stimolo rimane costante senza cambiare posizione o intensità la scarica del neurone sensoriale diminuisce e la sensazione scompare → **ADATTAMENTO**
- L'adattamento dei recettori è alla base dell'**adattamento percettivo**, meccanismo nervoso di estrema importanza perché fa sì che uno stimolo costante cessi di esistere

sensi- dolore

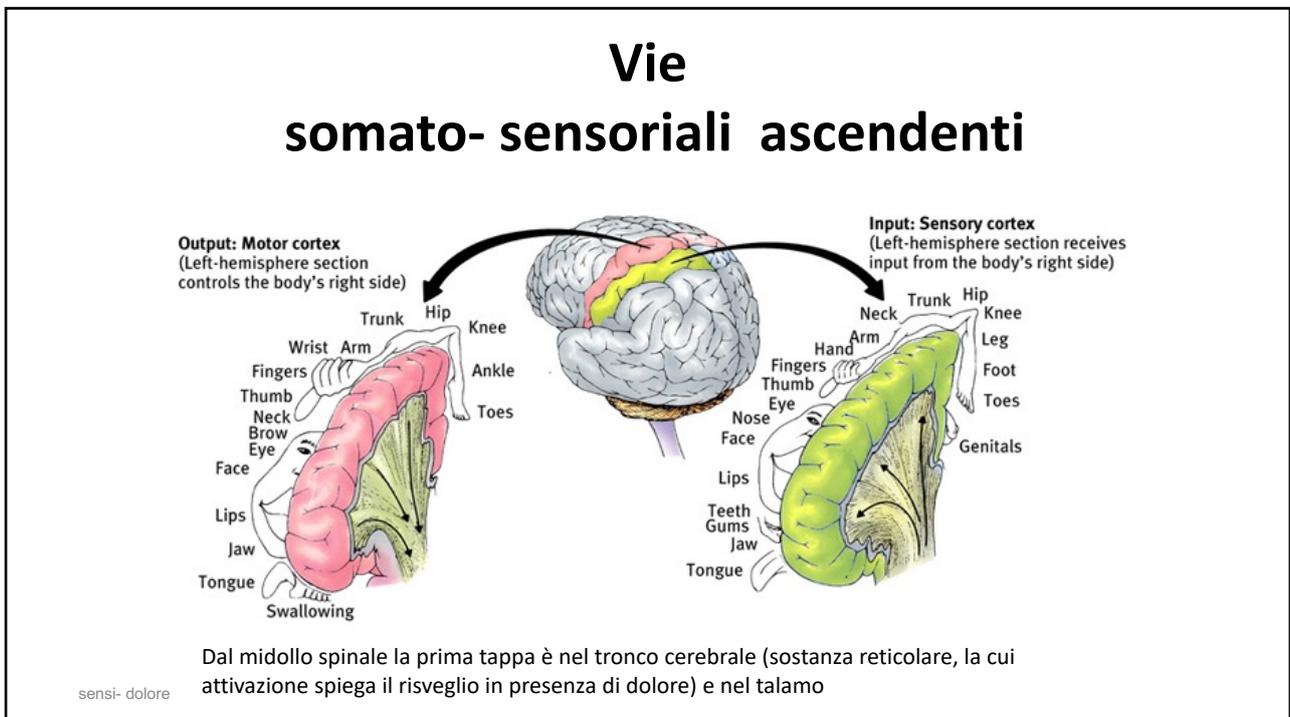
15



16

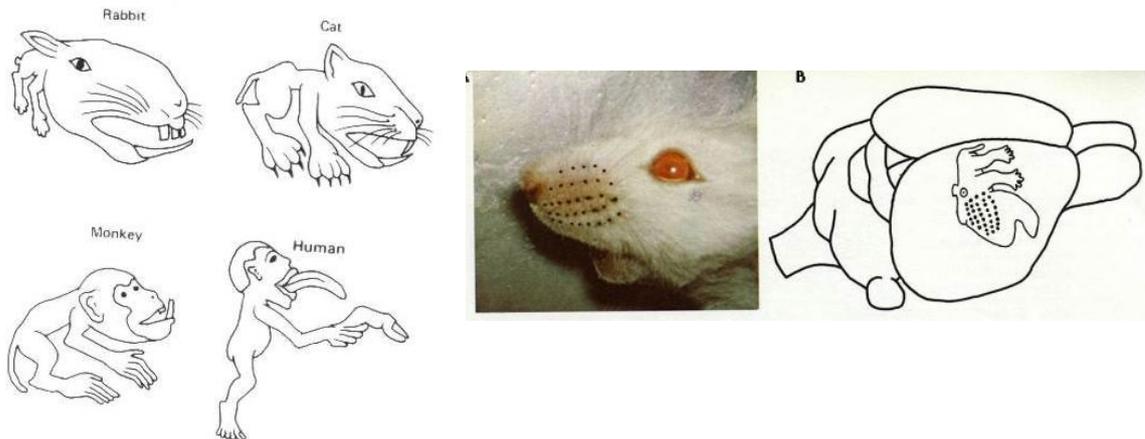


17



18

## Mappa somatosensoriale



sensi- dolore

19

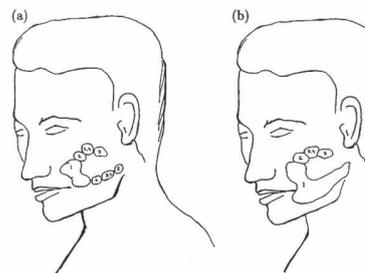
## Arto fantasma: riorganizzazione dei circuiti cerebrali

La rappresentazione di un arto amputato si può ritrovare nella cute della faccia (Ramachandran).

Ciò significa che la stimolazione della guancia può evocare una sensazione avvertita nell'arto fantasma

Questa osservazione indica che il dolore dell'arto fantasma può essere collegato alla vicinanza delle differenti parti del corpo nella corteccia somato-sensoriale

*referred pain 2 : proximity of maps*

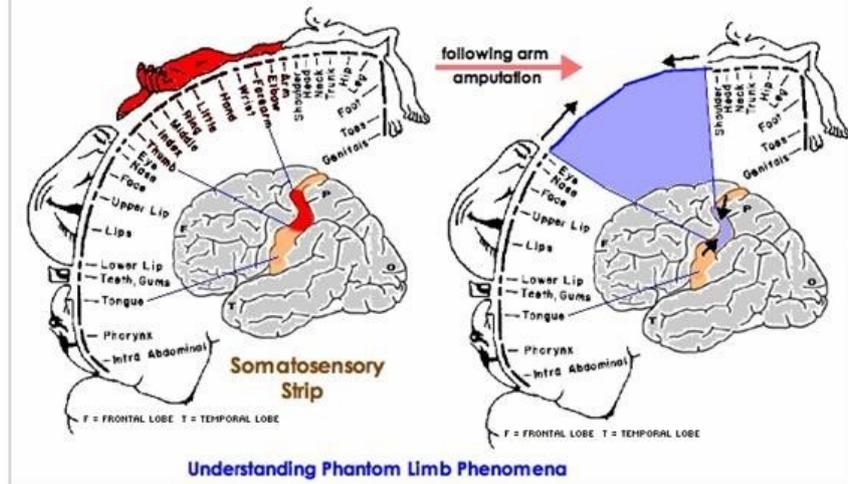


In seguito alla rimozione dello stimolo (amputazione) le regioni corticali confinanti invadono l'area silente, trasferendovi gli input

sensi- dolore

20

A livello corticale l'area in precedenza rappresentata dalla mano amputata riceve ora afferenze da aree vicine come il braccio e la faccia



sensi- dolore

21

## Cause di dolore dell'arto fantasma

Il dolore dell'arto fantasma è un esempio della complessità della mente e della plasticità cerebrale. È causato da una riprogrammazione caotica del cervello, unita a residui di attività nervosa periferica, e può essere molto invalidante. Le principali cause:

### 1. Riorganizzazione cerebrale (plasticità neuronale)

Dopo l'amputazione, la parte del cervello che riceveva segnali dall'arto scomparso diventa "disoccupata". Le aree cerebrali vicine invadono questa zona, ma i "circuiti fantasma" possono rimanere attivi e continuare a generare impulsi dolorosi. Il cervello continua a "credere" che l'arto ci sia, e trasmette dolore come se fosse ancora lì

### 2. Neuomi

Dopo l'amputazione, le terminazioni nervose recise nel moncone possono formare neuomi (ispessimenti nervosi ipersensibili). Questi possono generare impulsi dolorosi spontanei, che il cervello interpreta come provenienti dall'arto mancante.

### 3. Memoria del dolore

Se l'arto era dolorante prima dell'amputazione, il cervello può "memorizzare" quel dolore e continuare a riprodurlo, anche dopo l'asportazione.

sensi- dolore

22

## Tripodi

- Tentativi di lambimento dell'arto fantasma
- Manifestazioni di dolore (il cane sembra pazzo)
- Dolore CRONICO associato all'arto fantasma

Nell'uomo le terapie sono rappresentate da:

**Terapia dello specchio:** si usa uno specchio per "ingannare" il cervello. In alcuni casi, riduce o elimina il dolore.

**Stimolazione cerebrale** con elettrodi o tecnologie come la stimolazione magnetica transcranica (TMS).

**Farmaci:** anticonvulsivanti, antidepressivi, oppioidi (efficacia variabile).



sensi- dolore

23

## Nocicezione vs dolore

- La nocicezione è il **rilevamento** di una informazione proveniente dai recettori del dolore: captazione, trasduzione e trasmissione del segnale
- Il dolore è una **esperienza** (risposta sensoriale ed emozionale), cioè il prodotto di una parte del SNC responsabile della processazione mentale dello stimolo nocivo. "Il dolore ha luogo nel cervello"

sensi- dolore

24

## Definizione di dolore

Il dolore è una **percezione** (esperienza) sensitiva ed emozionale sgradevole associata a una condizione di danno reale o potenziale dei tessuti

Il carattere di **soggettività** del dolore è uno dei fattori che rendono difficile la sua definizione (e il trattamento terapeutico)

per esempio un atleta spesso non si rende conto di essersi provocato una lesione finché non è terminata una gara; stesso discorso per animali intrappolati da lacci e tagliole che si mutilano pur di fuggire...



sensi- dolore

25

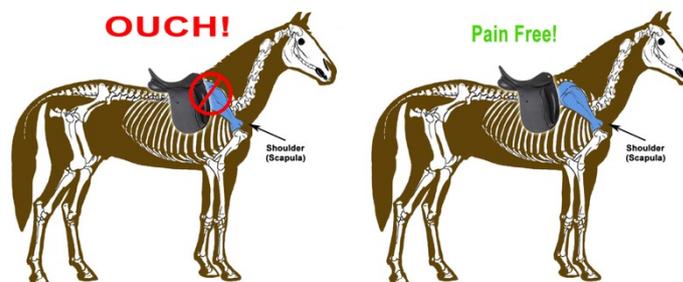
## Dolore

È una submodalità della **sensibilità somatica**

Ha una **funzione protettiva**

Si presenta con le caratteristiche dell'urgenza e della primordialità. L'intensità con cui uno stimolo doloroso viene percepito dipende dall'ambiente e dal soggetto.

Negli animali il dolore ha come risultato risposte di evitamento (apprendimento) e può modificare specifici tratti comportamentali, incluso il comportamento sociale.



sensi- dolore

26

## Variabili sul dolore

- Specie
- Razza
- Età
- Sesso
- Stato di salute (**sensibilizzazione**)
- Alcuni di questi concetti sono stati ampiamente superati dall'approfondimento delle conoscenze sul comportamento animale
- NB: per il dolore non c'è adattamento

sensi- dolore

27

## Classificazione clinica in base alla durata

- Dolore acuto
- Dolore cronico: a finalistico, non ha alcuna utilità, se non la sofferenza del paziente  
**Il dolore cronico, infatti, non è MAI specchio del reale stato dei tessuti ma è frutto bensì di un'alterazione della sensibilità\* a livello del sistema nervoso centrale.**

\*la zona nell'homunculus può aumentare per stimolazioni ripetute e invadere altri campi

sensi- dolore

28

## Nocicettori

- sono le terminazioni di neuroni sensitivi localizzati
  - nei gangli delle radici dorsali
  - nei gangli nn. cranici (es. ganglio di Gasser trigemino)
- tre classi principali
  - termici
  - meccanici
  - polimodali
- una classe a parte
  - silenti

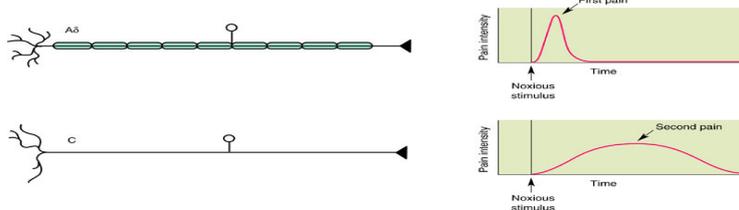
sensi- dolore

29

Nocicettori termici, meccanici e polimodali spesso operano insieme.

Ad esempio un colpo di martello su un dito:

- **primo dolore** di tipo puntorio (fibre  $A\delta$ )
- **secondo dolore** di tipo sordo, lento (fibre C)



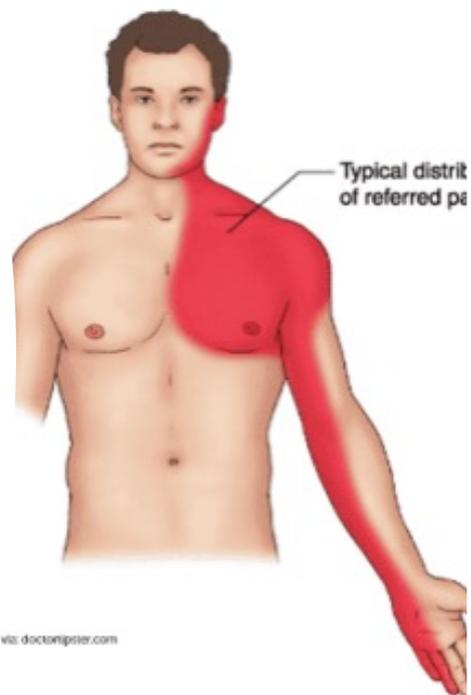
sensi- dolore

30

## Dolore riferito:

Il dolore da lesione di un organo viscerale viene avvertito sistematicamente e in modo prevedibile in altre aree della superficie corporea;

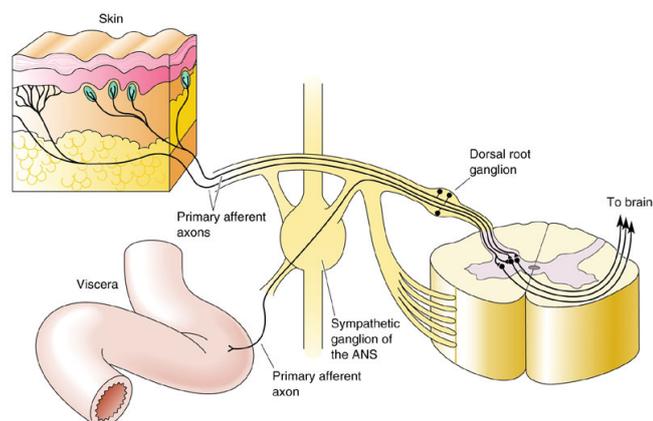
Es. i pazienti colpiti da infarto del miocardio riferiscono il dolore al braccio sx perchè i singoli neuroni di proiezione ricevono afferenze da entrambe le regioni (braccio e cuore)



sensi- dolore

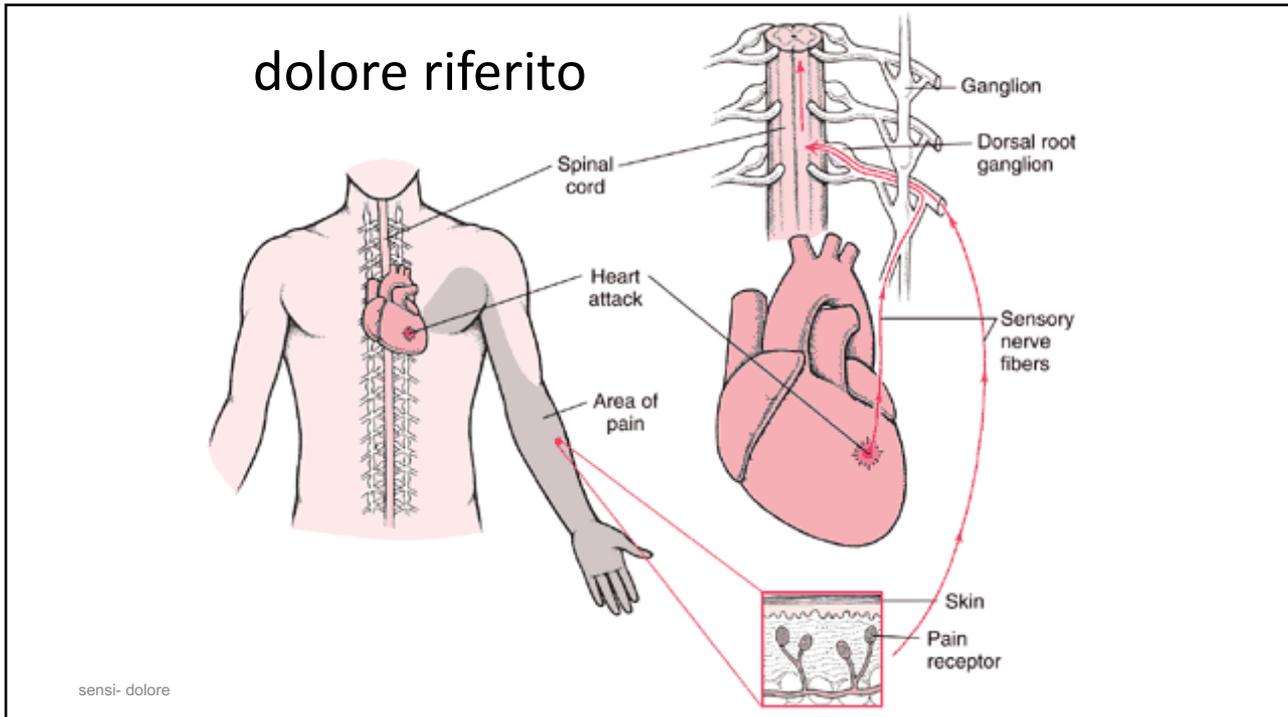
31

## Su alcuni neuroni sensitivi delle corna dorsali convergono anche afferenze da recettori viscerali



I centri superiori non riescono a discriminare (anche perché le afferenze cutanee sono di norma superiori a quelle viscerali)

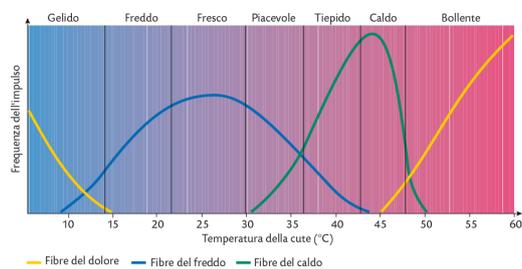
32



33

## Stimoli nocicettivi

- Sostanze chimiche
  - prostaglandine
  - istamina
  - bradichinina
  - enzimi tissutali
- Schiacciamento
- Temperature estreme



34

## Diagnosi

- **Rilievo oggettivo:**
  - Risposte comportamentali (postura, evitamento, freezing, fuga, vocalizzazioni etc)
  - Risposte fisiologiche: coinvolgimento SNA (cuore, respiro, pupilla, pelo etc) e asse ipotalamo-ipofisi-surrene
  - Risposte metaboliche e biochimiche: glucosio, acute phase proteins, enzimi
- **Rilievo soggettivo:**
  - Descrizioni verbali, scale del dolore

sensi- dolore

35

## Riconoscimento del dolore: comportamento

1. **Cambiamento del carattere** es un animale tranquillo può diventare aggressivo
2. **Vocalizzazioni:** è un parametro poco sensibile e specifico e non può essere l' unico parametro per la valutazione del dolore
3. **Immobilità** (freezing)
4. Leccare, mordersi, grattare o scrollare la parte dolente fino a autolesionismo
5. Scarsa cura del mantello e piloerezione
6. Cambiamenti nella postura e nella deambulazione contrazione dell' addome e cifosi; zoppie o trascinarsi dell' arto dolente
7. Cambiamento di interessi e attività (gioco)

sensi- dolore

36

## Riconoscimento del dolore: comportamento

1. Riduzione dell'appetito (perdita di peso)
2. Riduzione della sete (disidratazione)
3. Espressione: occhi sbarrati, pupille dilatate, fotofobia, orecchie vigili o abbassate
4. Eccessiva sudorazione (cavalli)
5. Eccessiva salivazione (roditori)
6. Digrignamento dei denti (ruminanti e roditori)
7. Alterazione di minzione (disuria) o defecazione (diarrea, tenesmo)

sensi- dolore

37

## Amputazione della coda e mulesing



Il mulesing è stato sviluppato come soluzione contro le mosche carnarie parassite che depongono le uova sulle pecore, preferendo le aree che possono raccogliere feci e urina.

Pratica proibita in UE, consiste nello scuoiamento della zona anale e perianale senza anestesia e senza alcuna cura dopo l'amputazione

Il mulesing è una pratica usata prevalentemente in Australia. Ogni anno vengono mulesati oltre dieci milioni di agnelli che producono lana merino, senza un adeguato antidolorifico.

sensi- dolore

38

## Controllo del dolore

Esistono **meccanismi centrali** di modulazione che regolano la percezione del dolore:

**controllo a cancello**

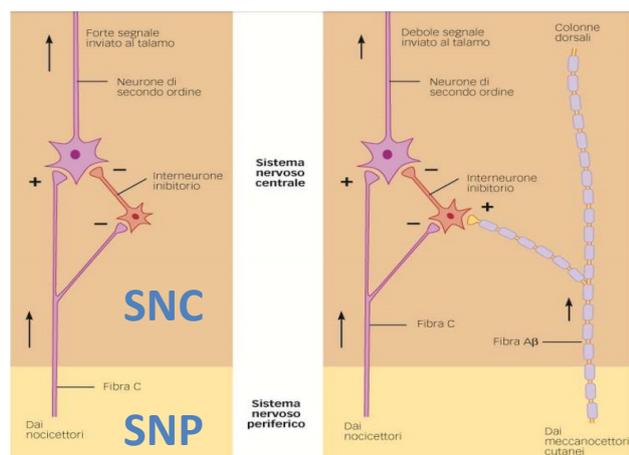
**endorfine**

sensi- dolore

39

## Teoria del controllo a cancello

- I neuroni del corno dorsale ricevono afferenze da
  - fibre  $A\beta$  mieliniche, non nocicettive,
  - fibre  $A\delta$  e C, nocicettive
- Le fibre  $A\beta$  di grande  $\varnothing$  inibiscono i neuroni tramite interneuroni inibitori
- Le fibre  $A\delta$  e C eccitano i neuroni ma inibiscono gli interneuroni inibitori attivati da  $A\beta$



sensi- dolore

40

## Funzionamento del cancello

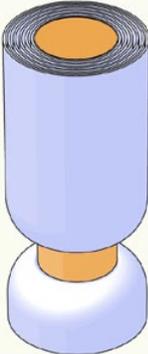


Attraverso il cancello avviene la ritrasmissione centrale delle informazioni relative agli stimoli nocivi

- Le afferenze nocicettive “aprono” il cancello del dolore
- Le afferenze non nocicettive lo chiudono

sensi- dolore

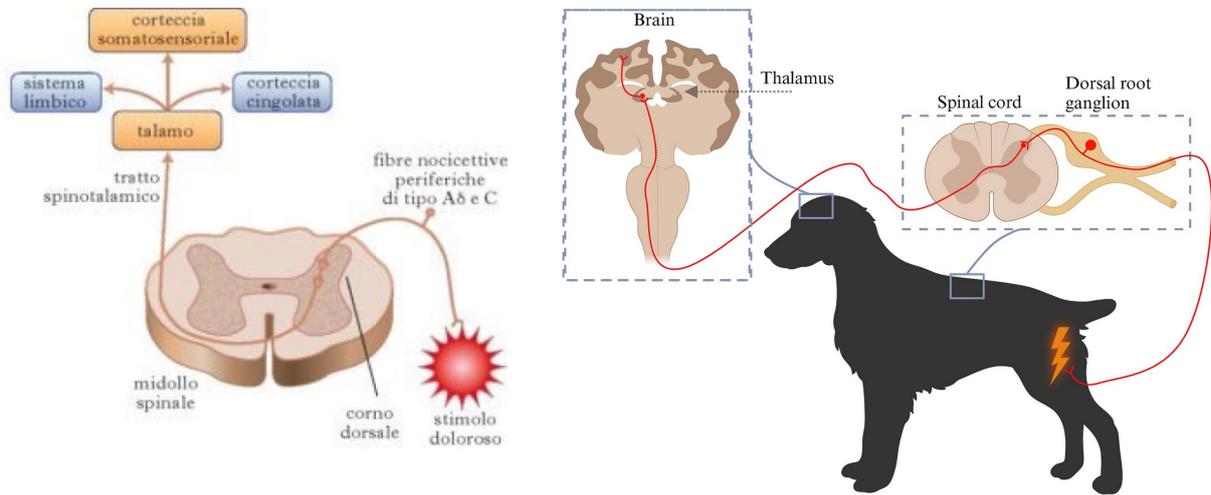
41

Axons from skin	$A\alpha$	$A\beta$	$A\delta$	C
Axons from muscles	Group I	II	III	IV
				
Diameter ( $\mu\text{m}$ )	13–20	6–12	1–5	0.2–1.5
Speed (m/sec)	80–120	35–75	5–30	0.5–2
Sensory receptors	Proprioceptors of skeletal muscle	Mechanoreceptors of skin	Pain, temperature	Temperature, pain, itch

sensi- dolore

42

## Trasmissione



sensi- dolore

43



## Teoria del cancello

- Questa teoria spiega come uno stimolo vibratorio che attivi selettivamente le fibre di grande  $\varnothing$  possa ridurre il dolore
- È anche il fondamento delle tecniche di stimolazione elettrica transcutanea (SETC) e delle colonne dorsali per alleviare il dolore

sensi- dolore

44

## Trattamento non farmacologico del dolore

Migliorare l'ambiente circostante attraverso pratiche che danno una sensazione di tranquillità

Il massaggio permette di stimolare le fibre nervose A beta, capaci di ridurre l'impulso nocicettivo

- Tenere l'animale asciutto, pulito, al caldo (coperte termiche, tappetini riscaldati, lampade a infrarossi)
- T° ambiente 30 gradi C
- Umidità 30-70%
- Porre l'animale su superfici imbottite o morbide

sensi- dolore

45

## Trattamento non farmacologico del dolore

- evitare decubiti prolungati su uno stesso lato
- evitare rumori improvvisi e forti
- evitare ambienti troppo illuminati
- assicurare il contatto con manipolazioni, t-touch
- cullare l'animale (rilassamento attraverso la stimolazione degli otoliti)
- nutraceutici: sostanze non farmacologiche che rinforzano i tessuti migliorandone il metabolismo:
  - ac. grassi essenziali ( $\Omega 3$  e  $\Omega 6$ ), condroitinsolfato, glucosamina etc. (nelle artriti e processi degenerativi)

sensi- dolore

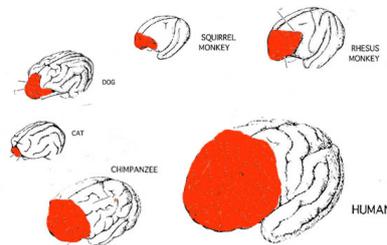
46

## Temple Grandin-la paura

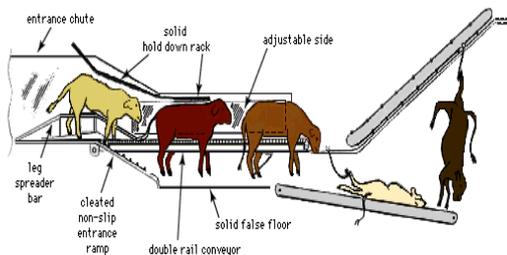
### La paura è peggio del dolore.

Sembra probabile che animali (e autistici) siano eccessivamente inclini alla paura (lobi frontali meno “potenti” delle persone normali).

Inoltre una volta traumatizzato, l’animale non può essere aiutato a cancellare il trauma; un animale non dimentica mai una grande paura (vedi soggetti con stress post traumatico)



47



Dr. Temple Grandin [www.grandin.com](http://www.grandin.com)



### I lobi frontali combattono la paura in due modi:

**1. agiscono come freni sull'amigdala**, inibendola e impedendo che essa a sua volta stimoli il rilascio di fattori per il cortisolo;

**2. controllo del linguaggio o delle immagini mentali**, più paurose ancora delle parole; Temple Grandin immagina che quando si tratta di controllare la paura animali e persone autistiche siano fortemente svantaggiate, perché devono fare affidamento su immagini mentali.

sensi- dolore

48

Temple Grandin  
**LA PAURA**



La macchina degli abbracci-Adelphi

sensi- dolore

- Movimento lento delle pale dei ventilatori
- Persone in movimento davanti agli animali (eccetto cavalli)
- Piccoli oggetti sul pavimento
- Cambiamento di pavimentazione e superficie
- Griglie di drenaggio sul pavimento
- Bruschi cambiamenti di colore delle attrezzature
- Ingresso in un corridoio troppo buio
- Luci intense (es sole accecante)
- Cancelli a senso unico o antiarretamento

- Riflessi di luce sulle pozzanghere
- Riflessi su superfici metalliche lisce
- Catene che dondolano
- Parti metalliche che urtano o sbattono
- Suoni acuti
- Sibili prodotti dall'aria o dal vento
- Correnti d'aria dirette verso animali in movimento
- Abiti appesi sugli steccati
- Colore giallo
- Movimento lento delle pale dei ventilatori

49

## Sofferenza

Il termine sofferenza viene usato per intendere il coinvolgimento della **coscienza** nell'esperienza del dolore.

Una aspettativa negativa o pessimistica sul tipo di trattamento che verrà riservato al soggetto rinforzano la percezione del dolore

sensi- dolore

50