

Percezione del Dolore

—

Cos'è il dolore?

“un’esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole associata a, o simile a quella associata a, un danno tissutale potenziale o in atto”

International Association for the Study of Pain (IASP)

Il dolore non è solamente un fenomeno sensoriale, ma è la composizione di:

- **Parte percettiva (NOCICEZIONE):**

la modalità sensoriale che permette la ricezione e il trasporto al sistema nervoso centrale di stimoli potenzialmente lesivi per l'organismo.

- **Parte esperienziale o PSICHICA:**

lo stato psichico collegato alla percezione di una sensazione spiacevole, la vera e propria esperienza del dolore.

CLASSIFICAZIONE DEL DOLORE

- **Origine:**

- ◆ **Nocicettivo:** attacco esterno al sistema nervoso, attiva i meccanismi fisiologici del dolore. A seconda della provenienza anatomica si distingue in somatico, viscerale, misto e riferito.
- ◆ **Neuropatico:** causato da un danno o malfunzionamento del sistema nervoso
- ◆ **Psicogeno:** viene considerato dopo l'esclusione certa di cause organiche
- ◆ **Memoria:** nonostante la risoluzione del danno neuroanatomico, rimane una traccia della percezione dolorosa
- ◆ **Iatrogeno:** l'azione di cura è l'origine del dolore
- ◆ **Postoperatorio**

- **Durata:**

- ◆ **Acuto:** dolore nocicettivo conseguente a un danno tissutale o a un trauma, il dolore scompare con la riparazione del danno
- ◆ **Cronico:** ha durata superiore a 3 mesi e comporta cambiamenti nello stile di vita e nella personalità del paziente, fattori di mantenimento indipendenti dall'azione dei nocicettori
- ◆ **Transitorio:** si attivano i nocicettori ma non vi è danno tissutale e scompare con la cessazione dello stimolo
- ◆ **Recidivo:** si manifesta ad intervalli di tempo
- ◆ **Persistente:** si mantiene nel tempo per la permanenza dello stimolo

- **Timing:**

- ◆ **Continuo:** perdura per più di una giornata senza mai recedere completamente
- ◆ **Alternante:** si manifesta solo in specifici periodi della giornata
- ◆ **Incidente:** determinato da movimenti attivi o passivi

Vi sono poi classificazioni multidimensionali che permettono di avere una visione più completa. Attualmente quella più utilizzata è quella proposta dalla Task Force on Taxonomy della IASP, basata su 5 assi ognuno che descrive una caratteristica del dolore.

MISURAZIONE DEL DOLORE

- **Wong Baker**



- **VAS**



- **NRS**



- **VDS**



● FLACC

Categorie	0	1	2
Viso	Nessuna particolare espressione o sorriso.	Occasionale smorfia / aggrottamento di ciglia; introverso o disinteressato; appare triste o preoccupato.	Costante smorfia o aggrottamento di ciglia; frequente / costante tremolio del mento, mascella serrata; appare provato; espressione di paura o panico
Gambe	Posizione normale o rilassata; arti che presentano solito tono muscolare e movimento.	Inquieto, agitato, teso; tremori occasionali.	Scalcia o ha le gambe retratte; marcato aumento della spasticità, tremori costanti o scatti.
Attività	Paziente tranquillo, posizione normale, facilità di movimento; atti respiratori ritmici, regolari.	Si contorce, si dondola avanti e indietro, movimenti tesi o di difesa; moderatamente agitato (p. es., muove la testa avanti ed indietro, è aggressivo); atti respiratori superficiali, limitati, sospiri intermittenti.	Inarcato, rigido o con movimenti a scatti; agitazione severa; sbatte la testa; brividi (non causati dal freddo); trattiene il respiro, respiro ansimante, iperventilazione, limitazione severa degli atti respiratori.
Pianto	Nessun pianto / espressione verbale.	Geme o piange sommessamente; lamento occasionale; occasionale sfogo verbale o grugnito.	Piange continuamente, urla o singhiozza, lamenti frequenti; ripetuti sfoghi, grugnito costante.
Consolabilità	Contento e rilassato.	Rassicurato dal tocco occasionale, dall'abbraccio, o dalle parole. Facilmente distraibile.	Difficile da consolare o confortare; spinge via il caregiver, si oppone all'assistenza o agli atti finalizzati ad alleviare la sua condizione.

La nocicezione

La nocicezione è il processo sensitivo in base al quale uno stimolo lesivo è captato a livello periferico e trasmesso al cervello.

Prima di giungere alla corteccia cerebrale lo stimolo muta in tre eventi:

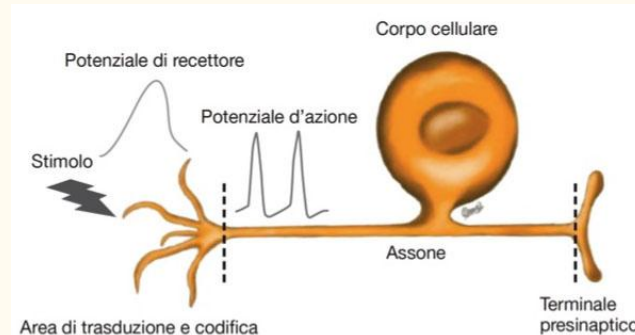
- Trasduzione
 - Trasmissione
 - Modulazione
-

TRASDUZIONE

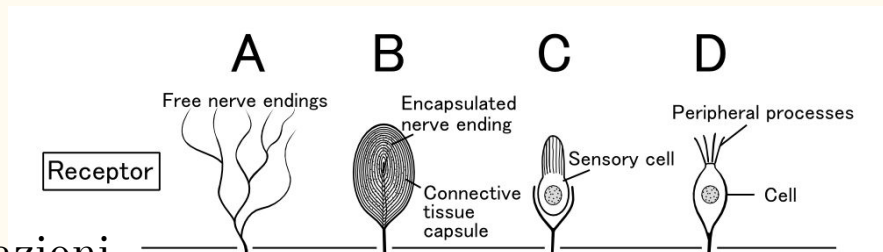
La trasduzione è la fase in cui lo stimolo nocivo viene recepito e convertito in impulso elettrico per essere poi trasmesso.

I recettori responsabili dell'inizio dell'informazione dolorifica a livello periferico si chiamano **NOCICETTORI**.

I **nocicettori** sono le terminazioni delle fibre afferenti primarie che portano i segnali nocicettivi al midollo spinale. Sono localizzati in quasi tutti i tessuti dell'organismo (livello cutaneo, muscolare, articolare e viscerale) e rispondono a stimoli che causano danno reale o potenziale ai tessuti.



La caratteristica morfologica saliente dei nocicettori è la mancanza di strutture corpuscolate, tipiche degli altri recettori sensoriali. I nocicettori sono infatti terminazioni nervose libere.



Ciò si traduce nel fatto che essi non possiedono o possiedono in misura limitata barriere che prevengano il contatto con sostanze chimiche presenti nel liquido extracellulare. Questa peculiarità è alla base del meccanismo di trasduzione degli stimoli nocivi, che si basa sulla liberazione, dovuta a danno tessutale, di alcune sostanze che determinano l'attivazione o la sensibilizzazione dei nocicettori. I nocicettori sono sensibili alle forme d'energia degli stimoli che attivano anche altri recettori, per esempio i meccanocettori. Ciò che, in realtà, differenzia i vari gruppi (per esempio, i nocicettori meccanici dai meccanocettori) è l'intensità dello stimolo.

Tipi di nocicettori

- **Meccanici:** stimoli cutanei intensi (pizzichi o punture), danno una sensazione di dolore vivo.
- **Termici:** attivati da calore o freddo nocivi, a varie temperature (in genere < -5 e > 45 °C)
- **Chimici:** rilevano e si attivano in presenza di sostanze dannose o derivate da cambiamenti dei tessuti interni
- **Polimodali:** sono attivati da vari stimoli e producono un dolore sordo
- **Silenti o dormienti:** presenti soprattutto nei visceri, sono insensibili agli stimoli precedentemente descritti. Reagiscono invece a torsione, distensione e ischemia di un viscere

Mediatori chimici

- **Proteine dei canali TRP** (transient receptor potential), una famiglia che comprende molti dei canali ionici coinvolti nell'attivazione dei nocicettori. L'intera gamma di temperature, dal freddo nocivo al calore nocivo, sembra essere trasdotta dall'attività in questi canali ionici. Alcuni dei canali TRP termosensibili rispondono anche a stimoli chimici e meccanici.
- **Adenosina trifosfato (ATP)**, la molecola che trasporta energia in tutte le cellule del corpo. Viene rilasciato da tutti i tessuti durante traumi e altri cambiamenti patologici associati alla morte cellulare. Per questo motivo, l'ATP è stata considerata una sostanza segnale generale per traumi e dolore tissutale.
L'ATP è particolarmente importante per il dolore muscolare perché è presente nelle cellule muscolari in alta concentrazione.
- **Proteine dei canali ASIC**, canali ionici sensibili all'acido. Le molecole recettive appartenenti a questa famiglia sono sensibili a piccole variazioni nel pH. Quasi tutti i cambiamenti patologici nei muscoli implicano un calo di pH dei tessuti, quindi questi canali sono molto importanti per il dolore muscolare

TRASMISSIONE

La sensazione di dolore è trasmessa dal sistema nocicettivo (dal latino nocēre), analogo ad altri sistemi sensoriali, quali il visivo o l'acustico.

Lo stimolo dolorifico trasformato in segnale elettrico viaggia sotto forma di potenziale d'azione lungo la via del dolore per raggiungere la corteccia cerebrale.

Questo percorso è suddivisibile in 3 tratti principali:

- Vie periferiche afferenti
- Vie midollari afferenti
- Vie nocicettrici cerebrali

Vie periferiche afferenti





Sono costituite dai neuroni sensitivi primari, o di primo ordine.

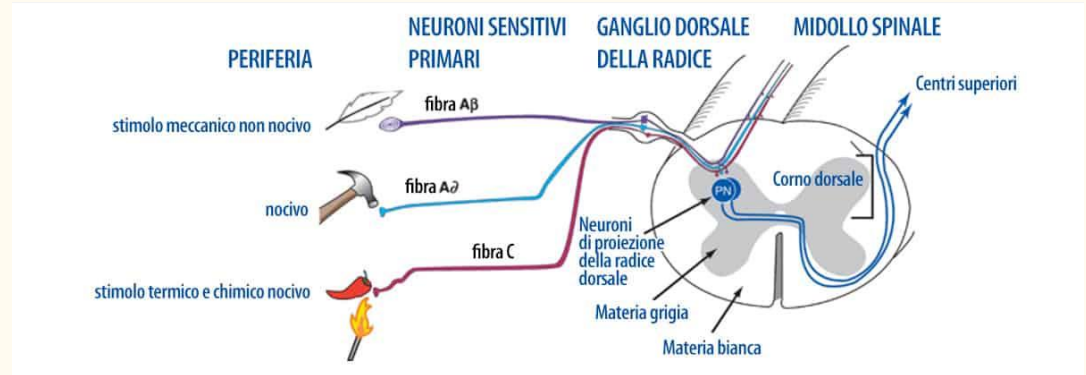
I corpi cellulari dei neuroni sensitivi primari sono posizionati in prossimità della colonna vertebrale e organizzati in gangli (della radice dorsale per la periferia e nel ganglio del trigemino per il viso, alla base del cranio) uno per ciascuna vertebra e per ciascun lato del corpo. I neuroni dei gangli dorsali sono cellule a T, il che significa che partendo dall'origine nel ganglio dorsale il neurone si biforca in due assoni, uno centrale, che penetra nelle corna dorsali del midollo spinale, e uno periferico, che si estende nel SNP fino alle strutture da innervare termina in rami creando campi recettivi.

Gli assoni si distinguono a seconda del tipo delle fibre nervose da cui sono composti:

- **Fibre A-delta:** mielinizzate, conduzione rapida, i nocicettori alle loro estremità rispondono a stimoli termici e meccanici, dolore pungente e localizzato.
- **Fibre C:** amieliniche, lenta conduzione, nocicettori polimodali, dolore diffuso e persistente, dolore viscerale.

Questa via porta il segnale dalla periferia al corno posteriore della sostanza grigia del midollo spinale.

Features of different types of nerve fibre				
Nerve fibre	A-alpha	A-beta	A-delta	C
Appearance				
Information carried	<ul style="list-style-type: none"> Position Spatial awareness 	<ul style="list-style-type: none"> Touch 	<ul style="list-style-type: none"> Sharp pain ('fast pain') Temperature 	<ul style="list-style-type: none"> Dull pain ('slow pain') Temperature Itch
Diameter (micrometers)	13-20	6-12	1-5	0.2-1.5
Speed of signal conduction (meters/second)	80-120	35-75	5-35	0.5-2.0



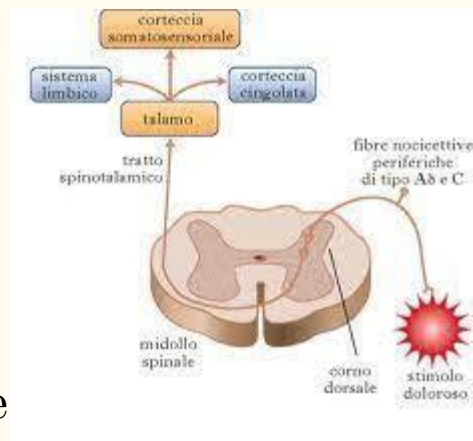
Vie periferiche afferenti

Attraverso le radici posteriori, gli stimoli afferenti decorrono nel midollo e risalgono a partire dalle corna posteriori.

Le fibre afferenti arrivano nella parte posteriore della sostanza grigia midollare, dove attuano sinapsi con i neuroni di secondo ordine, i quali arriveranno fino al circolo postero-laterale del talamo.

Vie nocicettrici cerebrali

Il segnale algico è arrivato nelle strutture del tronco cerebrale e nel talamo, il quale lo invia alla corteccia cerebrale, dove sarà possibile localizzare e identificare lo stimolo



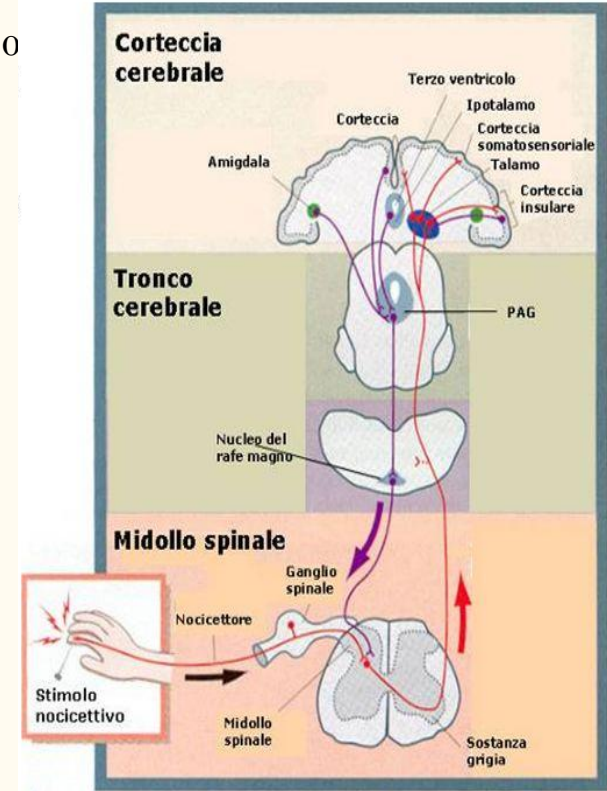
MODULAZIONE

Il segnale dolorifico, una volta arrivato nel cervello viene interpretato e percepito.

L'attività neuronale nelle corna dorsali è fortemente influenzata da vie discendenti inibitorie che originano da centri superiori dell'encefalo. Queste aree attivano vie discendenti che rilasciano modulatori (oppioidi endogeni, noradrenalina, serotonina), capaci di inibire gli stimoli dolorosi afferenti a livello delle corna dorsali del midollo spinale.

La scoperta di fibre discendenti che modulano l'attività delle vie nocicettive ha permesso di spiegare in parte il concetto di soglia del dolore.

Questi meccanismi integrati di modulazione spiegano la reazione individuale al dolore e la possibilità corticale di sopprimere o di modificare la percezione di esso, specialmente attraverso gli oppioidi endogeni.



Quindi...

Nocicezione

≠

Dolore

≠

Sofferenza



Trasduzione trasmissione e
modulazione dello stimolo nocivo



Coscienza e consapevolezza dello
stimolo doloroso, emozioni, pensieri
e atteggiamento



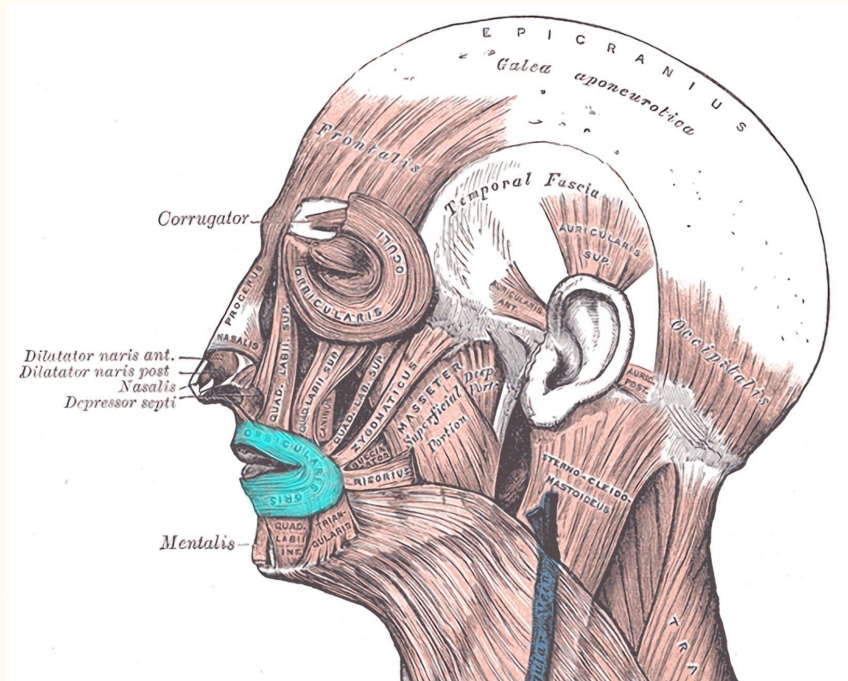
Puramente psicologica, slegata dal
dolore

Espressioni facciali

Un'**espressione facciale** è la composizione dei movimenti di uno o più muscoli che si trovano sotto la pelle della nostra faccia, questi movimenti trasmettono lo stato emotivo di un individuo a un osservatore.

L'espressione facciale è un **forma non verbale di comunicazione**.

Espressioni facciali



Le espressioni facciali sono causate dai movimenti dei muscoli che sono connessi alla pelle tramite fasce.

Questi muscoli compaiono alla quarta settimana di sviluppo dell'embrione a partire dal secondo arco faringeo.

Ci due tipi di espressioni:

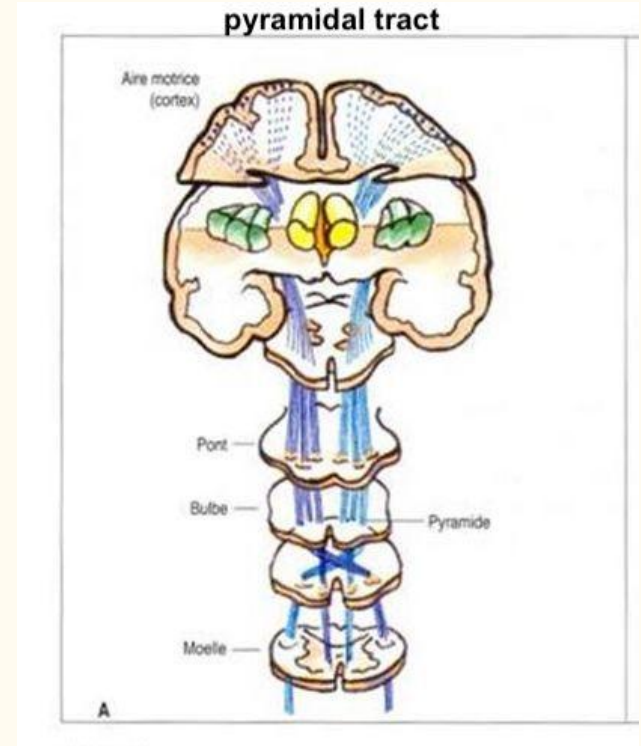
- volontarie
- emotive

Espressioni facciali

Le espressioni **volontarie** viaggiano attraverso la corteccia motoria primaria tramite il sistema piramidale.

La corteccia è associata alle regole di manifestazione delle emozioni, ovvero i precetti sociali che influenzano e modificano le espressioni.

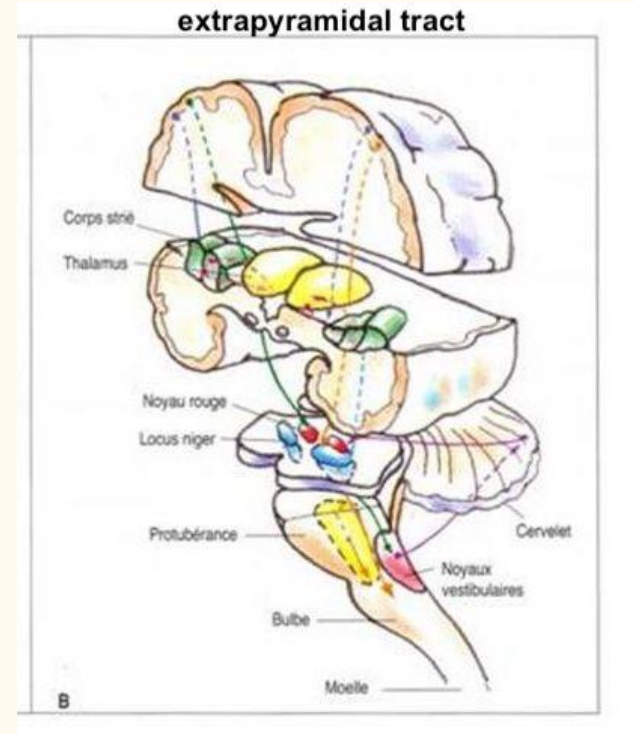
Per questo motivo le espressioni correlate alla corteccia sono fatte **consapevolmente**.



Espressioni facciali

Le espressioni **emotive** sono originate dal sistema extrapiramidale, che fa parte della rete del sistema motorio che provoca azioni **involontarie**.

Per questa ragione le emozioni genuine non sono associate alla corteccia e sono spesso manifestate inconsciamente.



Espressione facciale di dolore

Il dolore è definito come una esperienza altamente soggettiva, tuttavia ci sono dei comportamenti che rendono il dolore comprensibile in contesti sociali.

Solitamente i comportamenti associati al dolore sono divisi in comportamenti:

- verbali
- non verbali

Si ritiene che i comportamenti associati al dolore svolgono una funzione:

- comunicativa
- protettiva

Espressione facciale di dolore

I ricercatori nel campo del dolore hanno per lo più usato metodi che sono stati sviluppati nel campo delle emozioni, come ad esempio il **Facial Action Coding System (FACS)**, un sistema per descrivere tutti i movimenti del viso e codificare le espressioni.

Scompone le espressioni facciali in 44 singole componenti del movimento muscolare, chiamate **Action Unit (AU)**, unità d'azione).

Upper Face Action Units					
AU 1	AU 2	AU 4	AU 5	AU 6	AU 7
					
Inner Brow Raiser	Outer Brow Raiser	Brow Lowerer	Upper Lid Raiser	Cheek Raiser	Lid Tightener
*AU 41	*AU 42	*AU 43	AU 44	AU 45	AU 46
					
Lid Droop	Slit	Eyes Closed	Squint	Blink	Wink
Lower Face Action Units					
AU 9	AU 10	AU 11	AU 12	AU 13	AU 14
					
Nose Wrinkler	Upper Lip Raiser	Nasolabial Deepener	Lip Corner Puller	Cheek Puffer	Dimpler
AU 15	AU 16	AU 17	AU 18	AU 20	AU 22
					
Lip Corner Depressor	Lower Lip Depressor	Chin Raiser	Lip Puckerer	Lip Stretcher	Lip Funneler
AU 23	AU 24	*AU 25	*AU 26	*AU 27	AU 28
					
Lip Tightener	Lip Pressor	Lips Part	Jaw Drop	Mouth Stretch	Lip Suck

Espressione facciale di dolore

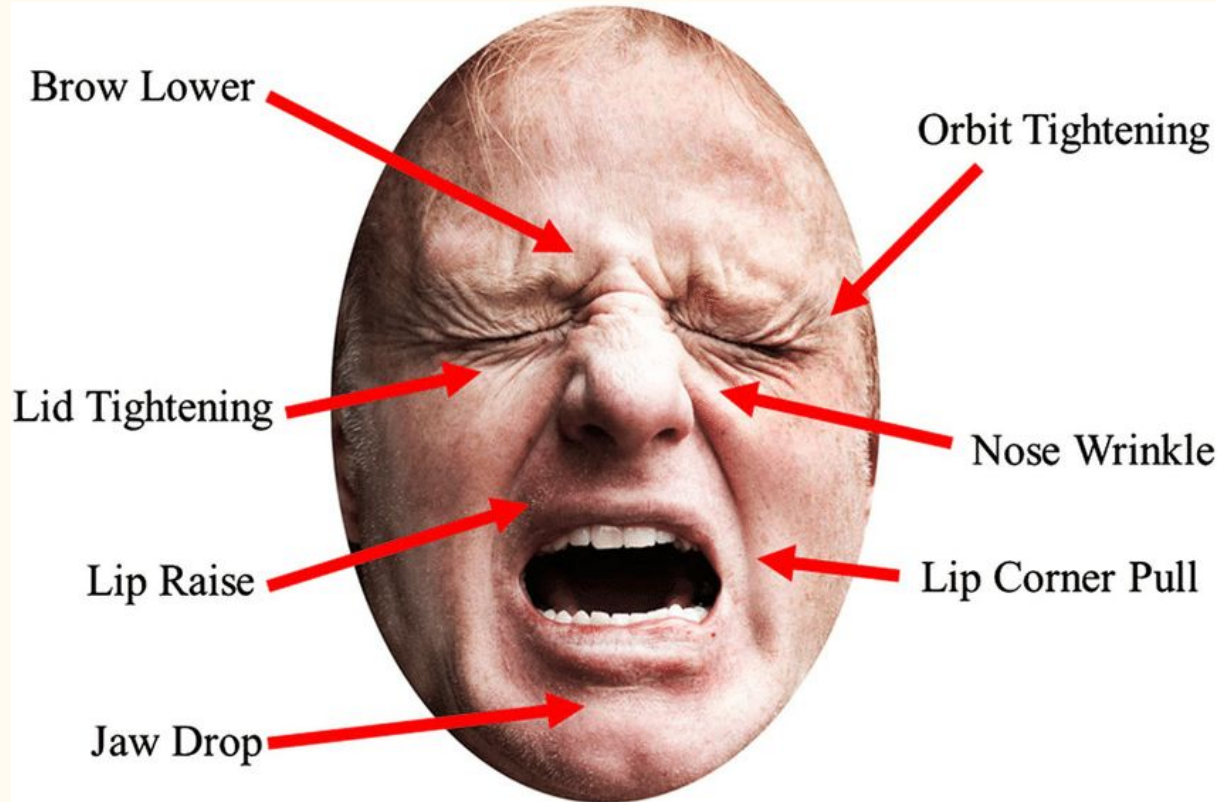
Per trovare le AU legate alla espressione di dolore si è utilizzato il FACS abbinato a diversi esperimenti.

La relativa coerenza con cui le stesse azioni sono state associate al dolore in questi studi ha permesso di trovare un'**espressione del dolore universale**.

L'espressione umana di dolore è caratterizzata da:

- abbassamento delle sopracciglia,
- contrazione degli occhi e contrazione dell'orbita,
- arricciamento del naso e sollevamento del labbro superiore,
- apertura della bocca

Espressione facciale di dolore



Approfondimento storico e culturale

Charles Darwin ha caratterizzato l'espressione del dolore in questo modo:

“...[in pain] the mouth may be closely compressed, or more commonly, the lips are retracted, with the teeth clenched or ground together...the eyes stare wildly as if in horrified astonishment.”

Darwin C., The expression of emotion in man and animals., 1872

Quello di Darwin è stato il primo grande tentativo di porre lo studio dell'espressione del dolore su una base scientifica. Il suo approccio al dolore era coerente con le sue opinioni sulle emozioni in generale.

Approfondimento storico e culturale

Per colpa del calo di interesse nel campo, gli studi sull'espressione del dolore furono sporadici e ebbero poca influenza fino agli anni '70.

Si possono identificare quattro fonti del riemergere dell'interesse per l'espressione del dolore:

- negli anni '70, gli psicologi che applicavano il modello operante hanno proposto il concetto di “**pain behaviour**” (comportamento del dolore).
- la continua ricerca della **perfetta misurazione del dolore**.
- alcune ricerche nel campo delle emozioni hanno sostenuto la conclusione che esiste un **insieme discreto di emozioni** di base universali identificabili nelle espressioni facciali.
- **progressi** nella metodologia.

Approfondimento storico e culturale

Gli esseri umani sono sempre stati sensibili all'espressione facciale del dolore.

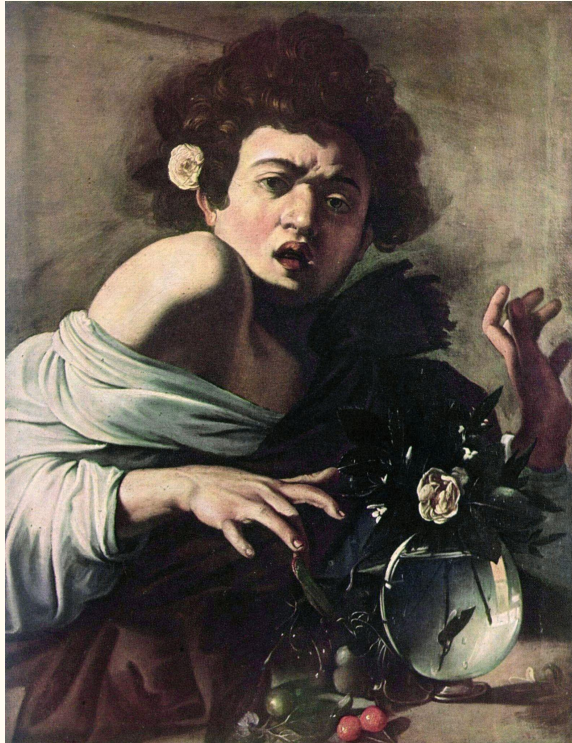
Gli artisti dall'epoca classica a quella contemporanea hanno saputo catturare il senso della sofferenza attraverso le rappresentazioni del volto.

Approfondimento storico e culturale



Laocoonte e i suoi figli, tra I secolo a.C e I secolo d.C

Approfondimento storico e culturale



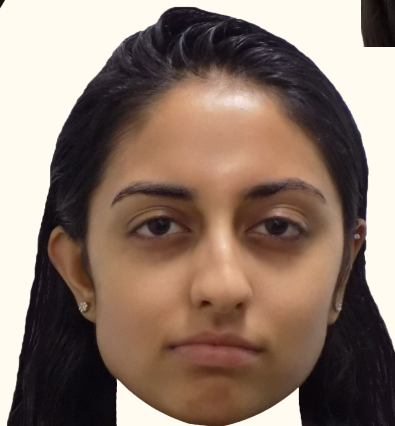
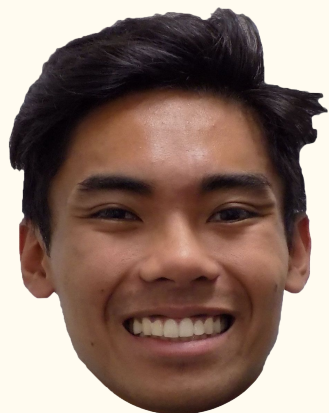
Caravaggio, il ragazzo morso da un ramarro, 1595-1596

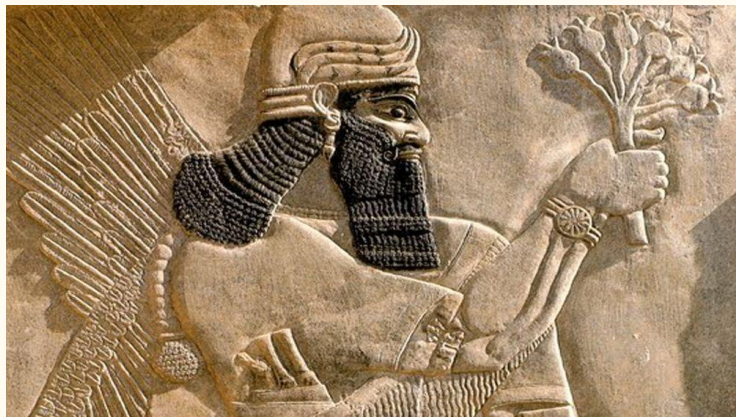
Approfondimento storico e culturale



Frida Kahlo, senza speranza, 1945

Espressioni simulazione dolore





Emotion AI

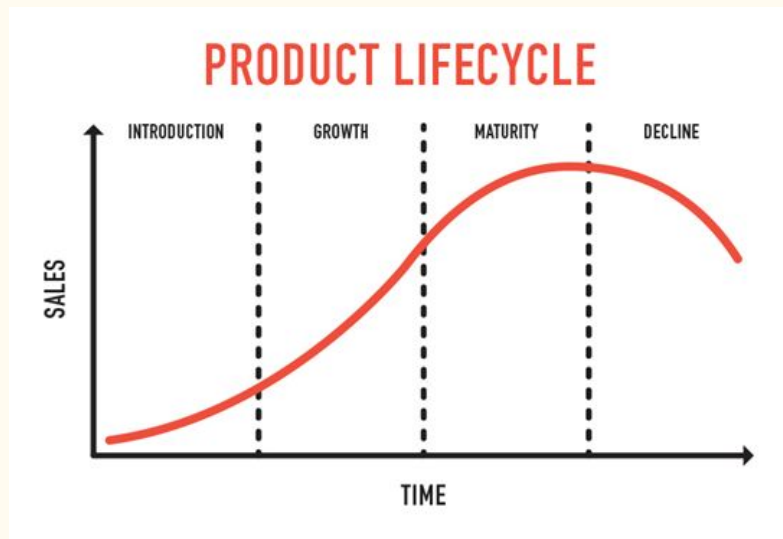
Si stima che l'industria dell'emotion AI, che l'anno scorso si aggirava attorno al valore di 19,5 miliardi di dollari, possa raggiungere la quotazione di 37,1 miliardi di dollari entro il 2026. Questo sta accadendo nonostante la tecnologia abbia trovato un debole consenso tra gli attori sociali, come dimostrato grazie a un sondaggio effettuato nel Regno Unito tra il 2015 e il 2018 che ha rivelato come solo l'8% delle persone prese in esame fosse d'accordo ad avere dati sulle emozioni collegati a informazioni personali.

Problema delle emozioni celate alla vista

Questi algoritmi sembrano basati su presupposti essenzialmente sbagliati: seguono le teorie dello psicologo Paul Ekman, che negli anni Settanta ha sostenuto che gli esseri umani esprimessero un numero ridotto di emozioni, smentendosi, però, negli anni Novanta aggiungendone altre. Altri scienziati nel 2019 hanno condotto diversi studi sulle tecnologie di riconoscimento emotivo e hanno concluso che mancano evidenze scientifiche per poter trarre con sicurezza la felicità da un sorriso o la tristezza da un broncio: hanno dunque capito che le emozioni sono espresse in molti modi diversi in base al contesto culturale di riferimento.



Miglioramento della previsione del ciclo di vita di un prodotto



Se si utilizzassero le emozioni per valutare l'indice di soddisfazione del cliente per un prodotto, le aziende potrebbero determinare statistiche più definite sull'andamento di quel prodotto sul mercato e compiendo scelte strategiche più adeguate, aumentando il ricavato.

“Dura lex, sed lex.”

art. 615 bis Codice Penale



“Chiunque, mediante l'uso di strumenti di ripresa visiva o sonora, si procura indebitamente notizie o immagini attinenti alla vita privata svolgentesi nei luoghi indicati nell'articolo 614⁽¹⁾, è punito con la reclusione da sei mesi a quattro anni.[...]”

Nel caso in cui venisse inserita come clausola nell'informativa sulla privacy e fosse accettata da chi usufruirebbe del servizio, allora non si violerebbe alcuna legge, poiché l'utente, avendo accettato, *dovrebbe* essere a conoscenza della cosa.

Miglioramento dell'affidabilità delle macchine della verità

Oltre che con i battiti cardiaci, sarebbe possibile misurare le emozioni che prova l'imputato. Una volta analizzati i dati, si potrà quindi dare una sentenza più precisa sull'affidabilità di certe testimonianze e sulla colpevolezza degli accusati.



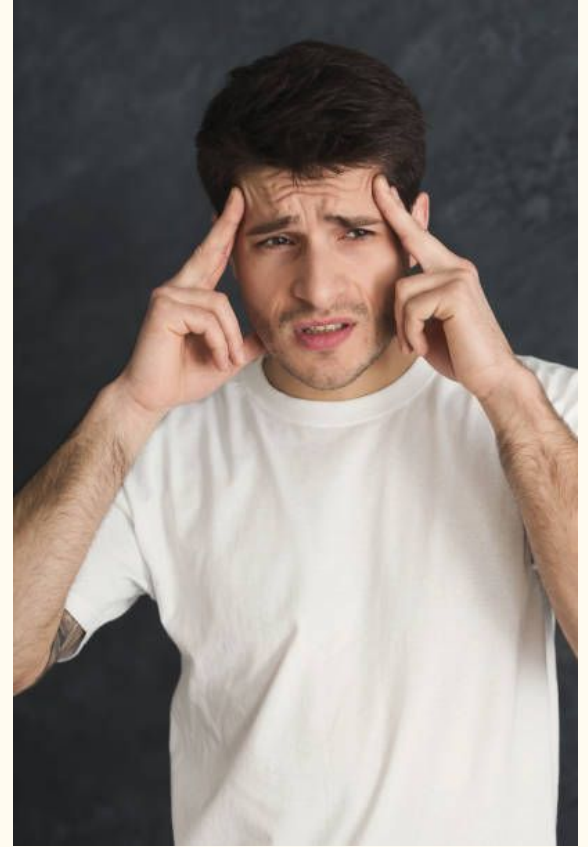
Miglioramento della sanità



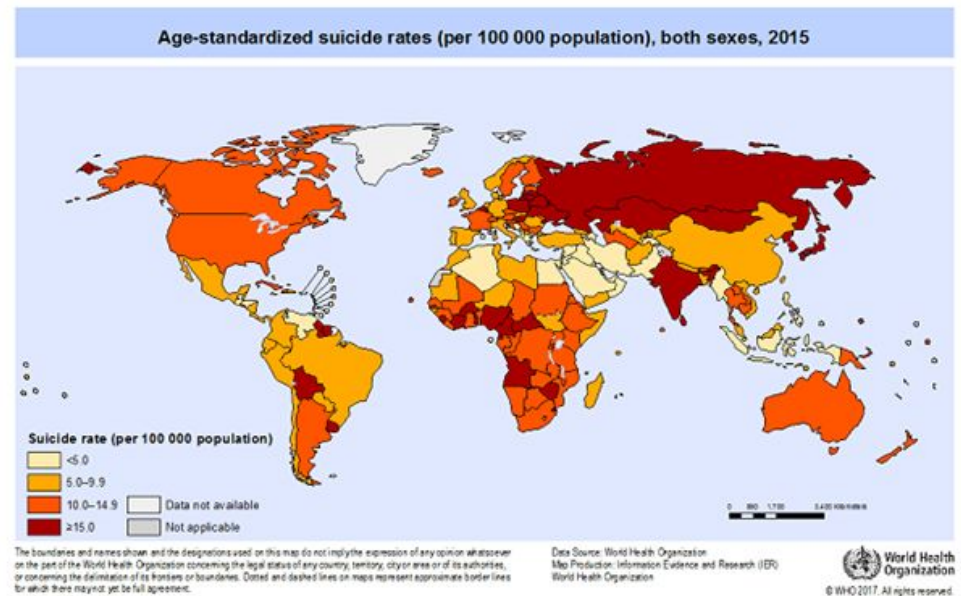
sarebbe possibile monitorare lo stato dei degenti in ospedale evitando quindi che ci siano letti occupati da pazienti che effettivamente non avvertono dolore, ma che magari soffrono di solitudine o in generale che non vogliono tornare a casa per varie ragioni.

Aiuto alle terapie di dolore cronico

In un individuo la costante presenza di dolore instaura depressione, ansia e altri disturbi emotivi e, quindi, ha un grosso impatto sulla sua vita. Queste problematiche vanno trattate nel modo più tempestivo e completo possibile, comprendendole, interpretandole e inserendole nel corretto nesso fisiopatologico per attuare un'adeguata terapia.



Diminuzione suicidi



Queste innovazioni consentono l'apertura a nuovi scenari nel rapporto uomo macchina, in cui sarà più probabile riuscire a programmare computer in grado di leggere con più accuratezza anche altre espressioni, non necessariamente negative, come la soddisfazione per la propria vita.

Grazie per l'attenzione.