

RAGGI X (Röntgen)

In fisica i **raggi X** (o **raggi Röntgen**) sono quella porzione di spettro elettromagnetico con lunghezza d'onda compresa approssimativamente tra 10 nanometri (nm) e 1/1000 di nanometro (1 picometro).

Raggi X con una lunghezza d'onda superiore a 0,1 nm sono chiamati raggi X molli. A lunghezze minori, sono chiamati raggi X duri. I raggi X duri si affiancano ai raggi gamma, più energetici, ma vengono distinti da essi a seconda della loro origine: i fotoni X sono prodotti da variazioni della cinetica degli elettroni, mentre quelli gamma da transizioni e decadimenti all'interno di un nucleo atomico (origine nucleare), o dall'annichilazione tra un positrone ed un elettrone.



1

I raggi X sono usati principalmente per fini medici (attraverso le radiografie), nell'analisi chimica con la spettrofotometria XRF e nell'analisi della struttura dei materiali con la cristallografia a raggi X e con la spettroscopia di assorbimento dei raggi X. Le ricerche puntano a visualizzare strutture in vivo sempre più minute e in laboratorio si riesce a raggiungere risoluzioni di 62 nanometri.

I raggi X hanno un potere di penetrazione molto elevato: solo spessori dell'ordine di centimetri di piombo o di decimetri di calcestruzzo possono fermarli.

Storia

Nell'aprile 1887, Nikola Tesla iniziò a studiare i raggi X usando sia i propri apparecchi che i tubi di Crookes. Dai suoi resoconti tecnici, si vede che inventò e realizzò uno speciale tubo a raggi X con un singolo elettrodo. I tubi di Tesla differivano dagli altri per non avere un elettrodo bersaglio. Spiegò tutto questo nella sua lezione sui raggi X del 1897, all'Accademia delle Scienze di New York. Il termine moderno per questo processo è "bremsstrahlung", dove un'emissione secondaria di raggi X energetici viene prodotta quando particelle cariche (per esempio elettroni) passano attraverso la materia. Nel 1892 Tesla aveva compiuto numerosi esperimenti in tal senso, ma non rese pubblici i suoi risultati. I suoi esperimenti successivi lo portarono ad avvertire la comunità scientifica per primo dei rischi biologici connessi all'esposizione dei raggi X.

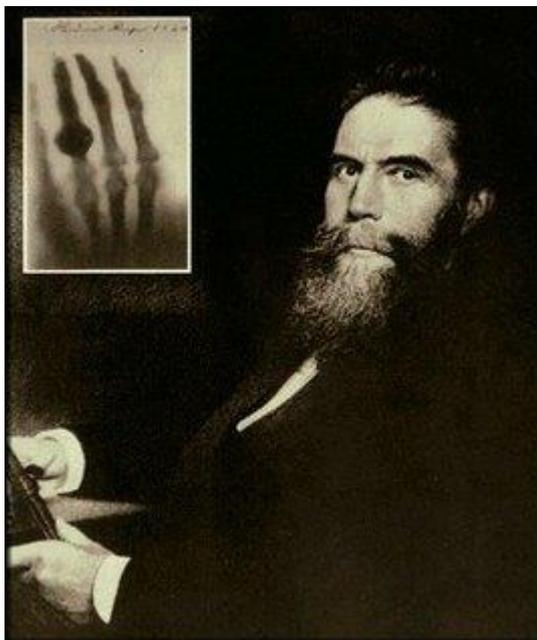


Hermann von Helmholtz formulò una descrizione matematica dei raggi X. Ipotizzò una teoria della dispersione prima che Röntgen facesse le sue scoperte e annunci. La sua formula era basata sulla teoria elettromagnetica della luce.

William Crookes investigò sugli effetti di scariche di energia in gas nobili. Costruì quello che adesso è chiamato un tubo di Crookes, poi evolutosi in tubo radiogeno: un cilindro di vetro al cui interno è fatto il vuoto, contenente degli elettrodi a cui vengono applicate correnti ad alta tensione. A pressione ambientale esso emetteva luce visibile, che variava di tipo col decrescere della pressione, fino ad affievolirsi sottovuoto spinto, per poi spegnersi. Trovò che, disponendo delle pellicole fotografiche vicino al tubo, alcune venivano impressionate, ma non investigò questo aspetto. Difatti, in realtà l'emissione luminosa non si interrompeva come inizialmente aveva creduto, ma diventava invisibile solo all'occhio umano (dato che i raggi emessi lo attraversavano).

Nel 1892, Heinrich Hertz dimostrò che i raggi catodici potevano passare attraverso fogli di metallo molto sottile (come l'alluminio). Philip Lenard, uno studente di Hertz, continuò ad investigare. Sviluppò una nuova versione del tubo catodico, e studiò la penetrazione dei raggi X attraverso vari metalli. Lenard, però, non si rese conto della natura della radiazione che stava producendo, che pensava invece fosse di tipo noto.

L'8 novembre 1895 Wilhelm Röntgen, uno scienziato tedesco, iniziò a osservare raggi X mentre sperimentava con i tubi a vuoto, uno dei quali era il modello avanzato costruito in precedenza da Lenard. Röntgen scrisse il 28 dicembre 1895 un rapporto preliminare "Su un nuovo tipo di raggi: una comunicazione preliminare". Lo spedì alla rivista della Physikalisch-Medizinische Gesellschaft di Würzburg. Fu il primo annuncio formale e pubblico dei raggi X. Röntgen chiamò la radiazione "X", per indicare che era ancora di tipo sconosciuto. Il nome rimase, anche se molti dei suoi colleghi suggerirono di chiamarli "raggi di Röntgen" (Röntgen stesso si oppose a



questa denominazione). In alcune nazioni, quest'ultimo nome è ancora usato. Röntgen ricevette, nel 1901, il primo Premio Nobel per la fisica grazie a questa scoperta. Alcuni colleghi, tra i quali Lenard, contestarono questo riconoscimento, affermando di aver scoperto prima di Röntgen i raggi X.



L'uso dei raggi X per scopi medici fu iniziato da John Hall-Edwards a Birmingham, Inghilterra. Nel 1908 dovette farsi amputare il braccio sinistro a causa di una dermatite causata dai raggi X.

Reazioni alla scoperta

Appena pochi giorni dopo la consegna del rapporto preliminare scritto da Röntgen, la notizia della scoperta fece il giro del mondo e il 5 gennaio 1896 comparvero i primi articoli sulla stampa ("Press" di Vienna) e dieci giorni dopo se ne interessò anche l'autorevole New York Times. Il tenore degli articoli non fu gradito a Röntgen, che ravvisò sia un

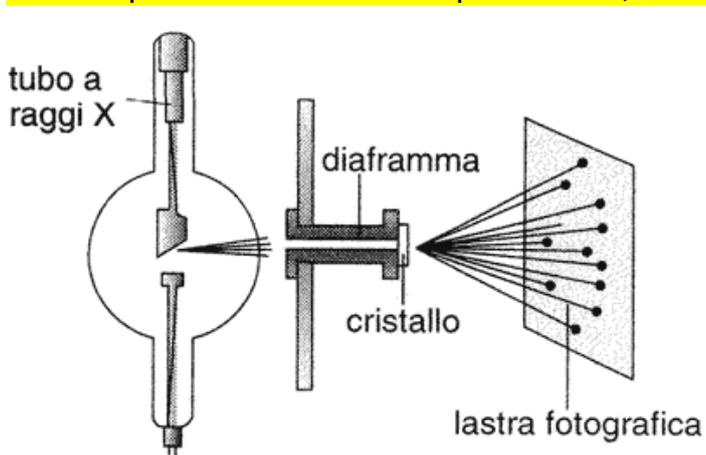


3

eccessivo tono sensazionalistico sia una marcata attenzione posta nei riguardi delle fotografie, a scapito di quello che secondo lo scienziato avrebbe dovuto essere il vero obiettivo delle inchieste e cioè la natura e le qualità dei raggi.

Inoltre qualche suo eminente collega, come ad esempio Lord Kelvin, si mostrò inizialmente scettico e non mancarono neppure numerose vignette umoristiche che evidenziarono un alto grado di fraintendimento sul senso della scoperta, e infine un buon numero di ciarlatani, come una ditta londinese che pubblicizzò la messa in commercio di una "biancheria a prova di raggi X"; o dei religiosi francesi che si appropriarono del fenomeno, sostenendo addirittura di poter fotografare l'anima.

Raggi X e raggi gamma, come le radiazioni ionizzanti in genere, sono classificati dagli anni settanta secondo lo IARC come agenti cancerogeni noti, nell'impiego radiologico e tomografico, e al contempo uno dei metodi di indagine più utili. Prima di sottoporsi a esami controproducenti, occorre che un esperto valuti il rapporto



rischi-benefici, evitando che l'eccesso diagnostico si trasformi in una concausa della malattia.

Gli studi degli epidemiologi Alice Stewart e George Kneale hanno documentato tra il 1953 e il 1956 il rischio di malformazioni e di cancro nei neonati, se questi o le donne in gravidanza vengono sottoposte ai raggi X.



SFIGMOMANOMETRO (Samuel Siegfried Karl Ritter Von Basch)



Lo **sfigmomanometro** (o **sfigmometro** o **sfigmoscopio**, **misuratore della pressione**) è un'apparecchiatura biomedicale usata per la misura della pressione arteriosa inventata alla fine dell'Ottocento, la cui unità di misura è il millimetro di mercurio (mmHg).

Il nome deriva dalla combinazione tra il termine greco sphygmòs, pulsazione, polso e manometro (a sua volta composto dal greco manòs, raro e métron, misura).

4

Cenni storici

Il dispositivo fu inventato dal celebre chimico napoletano **Pietro Pulli** (1771-1842) (C. Minieri-Riccio, Memorie Storiche dei nati nel regno di Napoli, 1844) e secondo alcuni da **Samuel Siegfried Karl Ritter von Basch** nel 1881. Nel 1896 Scipione Riva-Rocci ne introdusse una versione perfezionata più facile da usare. Nikolaj Sergeevič Korotkov perfezionò la misurazione identificando dei suoni udibili a livello dell'arteria brachiale durante lo sgonfiamento del bracciale. Harvey Cushing conobbe questo strumento nel 1901 recandosi a Pavia per apprendere l'uso della sfigmomanometria clinica e la introdusse negli Stati Uniti, apportando un abbassamento della mortalità operatoria da anestesia.

Funzionamento

Lo sfigmomanometro è in grado di rilevare la pressione arteriosa minima (diastolica) e quella massima (sistolica) con un meccanismo che varia a seconda del modello di apparecchio che si usa. Poiché la conoscenza della pressione arteriosa di un paziente è rilevante e poiché malattie come l'ipertensione sono diffuse nel mondo occidentale, è fondamentale che il personale sia formato a usare questo strumento per assicurare la massima precisione. Sebbene l'uso degli sfigmomanometri manuali sia ancora diffuso, oramai i misuratori elettronici sono di gran lunga più comuni, sia in ambito ospedaliero sia in ambito domestico limitatamente ai controlli di routine.

Misura manuale

Utilizzando modelli manuali per determinare la pressione è necessaria l'auscultazione dell'arteria brachiale mediante lo stetoscopio; questa manovra in ogni caso non è considerata invasiva verso il paziente ed è effettuabile anche da personale non sanitario.



Il funzionamento di questa procedura è il seguente. Un manicotto collegato ad un mantice viene legato intorno al braccio del paziente all'altezza del cuore: questo criterio è di fondamentale importanza per evitare alterazioni nella misurazione date dallo scarico dovuto alla pressione idrostatica, infatti si cerca di annullare una ipotetica altezza h dal cuore. Tra il manicotto e il braccio è stato posto lo stetoscopio. Pompando aria all'interno del manicotto si crea sull'arteria brachiale una pressione decisamente superiore alla massima arteriosa (120 mmHg circa). Se si sentono dei rumori attraverso lo stetoscopio significa che ancora non è stata oltrepassata la massima e quindi è necessario aumentare ulteriormente la pressione. Grazie ad un'apposita valvola posta sul corpo della pompetta si è in grado di abbassare gradualmente la pressione sull'arteria fino a quando non si ausculta uno schiocco caratteristico dallo stetoscopio; questo schiocco coincide con la pressione arteriosa sistolica, detta anche "massima", ed è determinato dalla ripresa del flusso del sangue che è perciò dotato della massima pressione. Lo schiocco assume poi il ritmo del battito cardiaco (toni di Korotkoff); quando il rumore cessa totalmente significa che ora sta circolando nuovamente nella brachiale anche il sangue alla pressione arteriosa diastolica, detta anche "minima". L'operatore legge sul manometro a quanti millimetri di mercurio coincidono questi due "rumori" ed è così in grado di determinare la pressione arteriosa del paziente. Generalmente durante la misura si tiene sotto controllo anche il polso radiale tramite l'indice ed il medio della mano libera (l'altra tiene la pompetta). Tramite questa misura è però possibile determinare solo la massima e non la minima. Questo perché al di sopra della massima scompaiono sia i rumori nello stetoscopio sia il polso radiale, mentre sotto la minima sono solamente i rumori a scomparire.

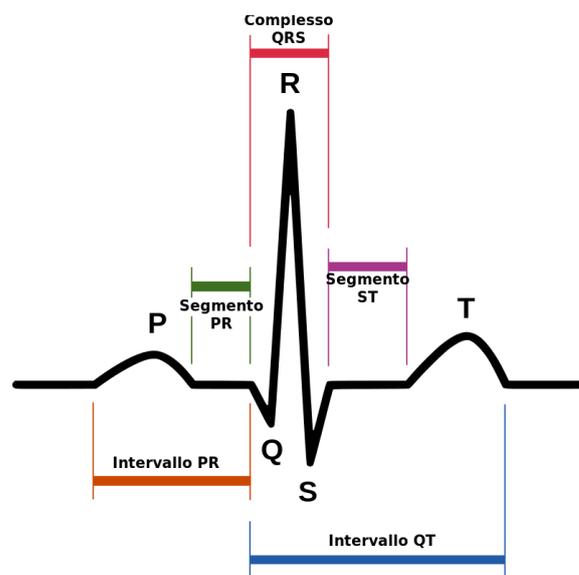
Misurazione automatica con apparecchio elettronico

Gli strumenti di questo tipo effettuano calcoli basati su misurazioni oscillometriche, anziché sull'auscultazione brachiale. La relativa semplicità d'uso non richiede un particolare addestramento medico e questi apparecchi sono di comune uso tra le persone che richiedono un monitoraggio periodico della pressione arteriosa. Esistono apparecchi elettronici per la misurazione automatica della pressione da braccio, da polso e da dito; tipicamente forniscono la misurazione della pressione sistolica, diastolica e del battito cardiaco.



ELETTROCARDIOGRAMMA

L'**elettrocardiogramma** (denotato con la sigla italiana **ECG** e anglosassone **EKG**) è la riproduzione grafica dell'attività elettrica del cuore durante il suo funzionamento, registrata a livello della superficie del corpo. Sulla superficie del corpo umano e di quello animale sono presenti e registrabili campi elettrici di bassa intensità, che nell'individuo a riposo sono principalmente dovuti alle periodiche depolarizzazioni e ripolarizzazioni del cuore; ci si riferisce, praticamente, a tutta l'attività elettrica che si registra a livello del tronco. In effetti, i potenziali elettrici



prodotti dal muscolo cardiaco sono la sommatoria di minime quantità di elettricità generate dalle singole cellule muscolari cardiache. Queste piccole correnti vengono registrate attraverso un apparecchio denominato elettrocardiografo, modificato e migliorato da Willem Einthoven e Étienne-Jules Marey nel 1903 per derivazione diretta da un galvanometro a corda. Molte delle convenzioni fissate da Einthoven sussistono in era moderna e costituiscono la base per interpretare molti aspetti dell'ECG moderno.

Grazie alla conversione dell'energia elettrica in energia meccanica, le variazioni elettriche producono il movimento di un "meccanismo o sistema scrivente". L'energia elettrica è adeguatamente amplificata, in modo da poter trascrivere escursioni abbastanza ampie che consentano la registrazione di un segnale leggibile. Le deflessioni vengono impresse su carta, che si muove a velocità costante a contatto con il sistema che riporta sulla carta le onde registrate in funzione del tempo. Contemporaneamente all'oscillazione verticale delle linee prodotte dalle variazioni di potenziale, la carta scorre verso sinistra. Questa sincronizzazione permette di riportare il movimento verticale su un piano orizzontale, registrando le oscillazioni in rapporto alla loro durata nel tempo.

Nell'ECG a 12 derivazioni, quattro elettrodi sono posizionati sugli arti del paziente e sei sulla superficie del torace. La grandezza complessiva del potenziale elettrico del cuore viene quindi misurata da dodici diversi angoli ("derivazioni") e viene registrata per un periodo di tempo (in genere dieci secondi). In questo modo, l'ampiezza e la direzione generali della depolarizzazione elettrica del cuore vengono catturate in ogni momento e per tutto il ciclo cardiaco.

L'elettrocardiogramma è un esame di base semplice e sicuro, usato in numerosissimi contesti clinici. Se ne possono riportare i più frequenti: misurare la frequenza e il

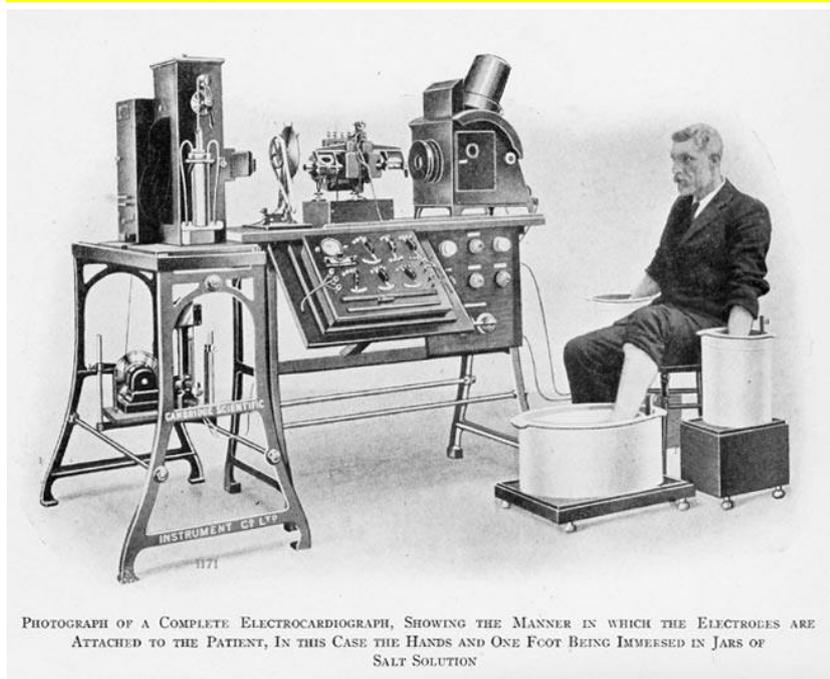


ritmo dei battiti cardiaci, verificare le dimensioni e la posizione delle camere cardiache (come avviene nella destrocardia), individuare la presenza di possibili danni al miocardio o al sistema di conduzione, controllare gli effetti indotti dai farmaci, nonché verificare la buona funzionalità di un pacemaker.

Storia

Nel XIX secolo divenne chiaro che il cuore generava elettricità. Il fisico italiano Carlo Matteucci nel 1836 iniziò i suoi studi di elettrofisiologia all'università di Pisa. Nel 1842 pubblicò i risultati delle sue sperimentazioni con la "pila muscolare" (una colonna di segmenti di muscolo) della rana. Nel 1844 Matteucci descrisse nel suo trattato di elettrofisiologia l'attività elettrica della muscolatura cardiaca, dimostrata utilizzando una "pila muscolare" di cuore di piccione. Nel 1878 due fisiologi britannici, J.S. Burdon Sanderson e F.J.M. Page, collegando gli elettrodi di un galvanometro alla base e all'apice del cuore di rana, descrissero per la prima volta la variazione del potenziale elettrico associata al ciclo cardiaco.

Dalle osservazioni sperimentali, si passò ben presto agli studi clinici. Alexander Muirhead, un ingegnere elettronico, è noto per aver collegato dei fili al polso di un paziente febbrile per ottenere una registrazione del battito cardiaco già nel 1872 al St Bartholomew's Hospital. Il primo sistematico approccio al cuore dal punto di vista elettrico fu fatto da Augustus Desiré Waller, al St Mary's Hospital a Paddington, Londra. Nel 1887 Waller pubblicò il primo elettrocardiogramma, ottenuto usando un elettrometro capillare di Lippmann con elettrodi posti sul torace e sul dorso, dimostrando anche che l'attività elettrica del cuore precede la contrazione. Nel 1911 si poterono apprezzare le prime applicazioni cliniche derivate dal suo lavoro. Il suo elettrocardiografo consisteva in un elettrometro capillare fissato a un proiettore. La



traccia del battito cardiaco fu proiettata su una lastra fotografica che a sua volta fu fissata a un trenino giocattolo: ciò permise di registrare un battito cardiaco in tempo reale.

Il passo in avanti decisivo fu compiuto da Willem Einthoven con il suo galvanometro, costruito già nel 1903. Tale apparecchio era molto più preciso dell'analogo strumento usato da Waller.^[19]



Einthoven introdusse il termine elettrocardiogramma nel 1893. Assegnò le lettere dell'alfabeto «P, Q, R, S, T» alle varie onde, partendo arbitrariamente dalla lettera P, che era stata già usata da Cartesio per indicare i punti successivi di una curva nei suoi studi sulla rifrazione: questo potrebbe essere uno dei motivi che portarono lo studioso alla scelta delle lettere. Snellen, il biografo ufficiale di Einthoven, scrisse a tal riguardo:

«La ragione principale per cambiare le lettere da ABCD a PQRST era quella di eliminare la confusione [...]. Credo che Einthoven avesse riconosciuto, forse come ripensamento, che scegliendo PQRST avrebbe lasciato spazio per aggiungere lettere prima di P e dopo T».

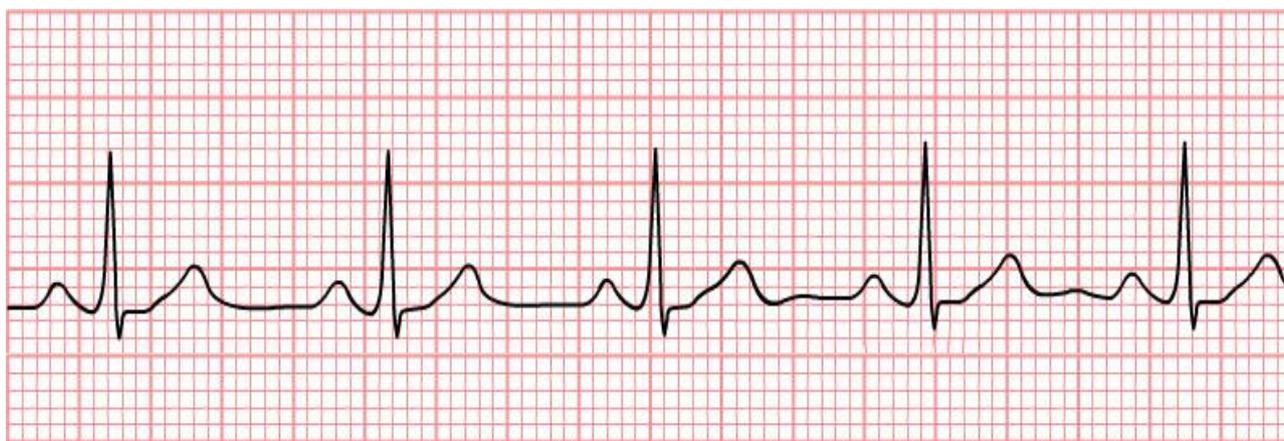
Tale apparecchio permise una descrizione di vari tracciati elettrocardiografici, associati a diverse malattie cardiovascolari. Per questa scoperta fu insignito del Premio Nobel per la medicina nel 1924. A quell'epoca, comunque, l'elettrocardiografo era un voluminoso apparecchio di laboratorio, ancora ignoto ai clinici.

Nel 1937, Tarō Takemi inventò la prima macchina elettrocardiografica portatile.

L'importanza per la diagnosi medica andò di pari passo con la scrittura di testi sempre più ricchi di informazioni: il primo trattato di elettrocardiografia italiano, che gettò le basi dell'interpretazione clinica dell'ECG, fu pubblicato nel 1948 da Daniele Sibilia, cui si deve la sua introduzione in Italia.

Sebbene i principi di base di quell'epoca siano tuttora in uso, molti progressi sono stati fatti nell'elettrocardiografia nel corso degli anni. La strumentazione si è notevolmente evoluta, tanto che ora vi sono in commercio sistemi elettronici compatti che spesso includono l'interpretazione computerizzata dell'elettrocardiogramma.

Alcune applicazioni della metodica permettono a livello ambulatoriale di utilizzare la registrazione Holter nei pazienti che presentano sintomi fugaci, ma piuttosto indicativi per possibili aritmie, e richiedono un monitoraggio di almeno 24-48 ore degli eventi elettrici cardiaci.



Tracciato dell'elettrocardiogramma

Il principio su cui si basa la misurazione dell'attività elettrica del cuore è prettamente fisiologico: l'insorgere degli impulsi nel miocardio porta alla generazione di differenze di potenziale, che variano nello spazio e nel tempo e che possono essere registrate tramite degli elettrodi. La registrazione della differenza di potenziale da parte di elettrodi posti sulla superficie corporea avviene grazie alla conducibilità del liquido interstiziale del corpo umano. Il tracciato elettrocardiografico rappresenta il metodo più facile, meno dispendioso e più pratico per osservare se l'attività elettrica del cuore è normale oppure se sono presenti patologie di natura meccanica o bioelettrica. Il normale tracciato ECG presenta un aspetto caratteristico: il tracciato è caratterizzato da una sequenza di deflessioni positive e negative, denominate «onde», separate da alcuni tratti rettilinei, denominati «segmenti», sequenza che si ripete a ogni ciclo cardiaco.

Per convenzione il tracciato ECG è riportato su carta millimetrata con il tempo in ascissa (con scala di un secondo ogni 25 mm) e l'ampiezza in ordinata (con scala di un millivolt ogni 10 mm).

La carta elettrocardiografica ha una quadrettatura di dimensioni standard: le linee orizzontali e verticali sono esattamente a 1 mm di distanza; come riferimento visivo, ogni 5 linee orizzontali e verticali, se ne riporta una più marcata. L'asse orizzontale, leggendo da sinistra a destra, rappresenta il «tempo». Alla velocità standard della carta di 25 mm/s, ogni mm rappresenta 0,04 secondi. L'asse verticale corrisponde all'«ampiezza» delle varie componenti elettrocardiografiche.

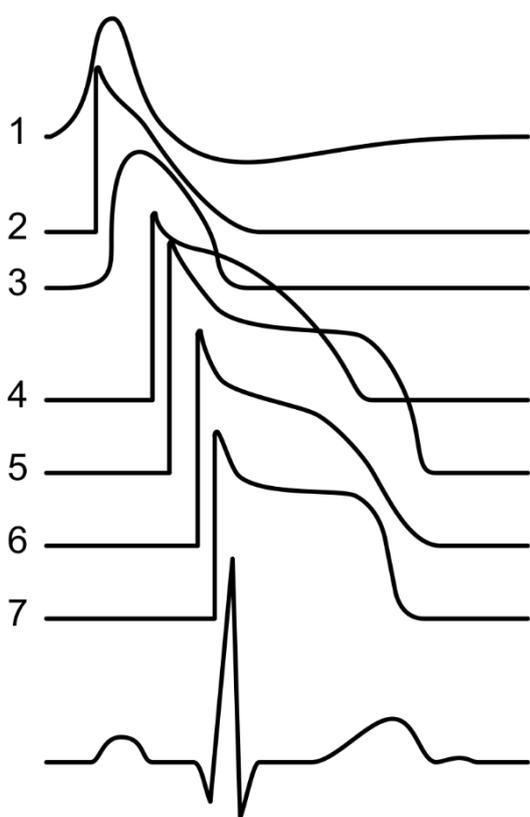
Durante ogni battito si susseguono, in una progressione ordinata, onde di depolarizzazione che incominciano dalle cellule pacemaker nel nodo senoatriale, si diffondono attraverso gli atri, passano attraverso il nodo atrioventricolare e proseguono nel fascio di His e nelle fibre del Purkinje, che si estendono verso il basso e a sinistra abbracciando entrambi i ventricoli. Questo modello ordinato di depolarizzazione dà origine al caratteristico tracciato dell'elettrocardiogramma. Le deflessioni registrate sulla superficie corporea rappresentano la somma delle depolarizzazioni o delle ripolarizzazioni di tutte le cellule miocardiche che, in ogni particolare momento, vengono attivate simultaneamente, poiché il miocardio è un sincizio.

Dato che le cellule cardiache non sottostanno a una depolarizzazione e ripolarizzazione simultanea, l'aspetto dell'ECG ha una forma particolare, completamente diversa dalle registrazioni di una singola cellula o di un piccolo gruppo di cellule. L'aspetto delle onde è determinato dallo stato elettrico presente negli elettrodi posizionati nelle diverse parti del corpo. Uno spostamento verso l'alto è detto «positivo», uno verso il basso «negativo». L'estensione verticale, o «ampiezza», dello spostamento rappresenta l'intensità del potenziale elettrico presente, momento per momento, nel sincizio miocardico: quindi l'ampiezza



verticale sarà tanto maggiore quanto più grande è il potenziale elettrico registrato. Di conseguenza l'ampiezza verticale è normalmente maggiore nelle deflessioni ventricolari rispetto a quelle atriali. Le misurazioni orizzontali forniscono, invece, il fattore tempo durante il quale l'evento si verifica. Gli eventi, che sono co-sequenziali, vanno letti da sinistra a destra.

L'ECG è composto da onde positive («P, R, T») e negative («Q, S»). La positività o negatività è riferita alla «linea isoelettrica», che è la linea di base dell'elettrocardiogramma. L'isoelettrica è fondamentale per l'interpretazione, specie del segmento ST, che viene considerato nella norma solo se non si discosta da essa di oltre 1 mm, sia in alto sia in basso.



Le onde dell'elettrocardiogramma

Secondo le convenzioni adottate a livello internazionale, si identificano nella traccia ECG gli elementi illustrati di seguito.

Onda P: è la prima onda che si identifica nel ciclo. Corrisponde alla depolarizzazione degli atri e ha origine dal nodo senoatriale. Quando l'impulso elettrico lascia il nodo del seno produce la depolarizzazione delle miofibrille vicine, che si contraggono, e continua poi a propagarsi in senso radiale (come si può vedere nell'immagine del ciclo cardiaco), attraversando come un'onda la cupola atriale. Il vettore così originato è orientato verso il basso e a sinistra. È di piccole dimensioni, poiché la massa della muscolatura atriale non è molto grande. La sua durata varia tra i 60 e i 120 ms (da 1,5 a 3 mm), l'ampiezza (o altezza) è uguale o inferiore ai 0,25 mV (2,5 mm).

Intervallo PR (detto anche "intervallo PQ"): il fronte d'onda, attraversati gli atri, passa nel nodo atrio-ventricolare (AV) all'interno del quale le cellule attivate sono poche e il dipolo generato è troppo debole per essere registrato. Appena l'onda di depolarizzazione raggiunge il nodo AV, si ha un rallentamento della conduzione elettrica sino al raggiungimento del sistema di conduzione ventricolare (fascio di His e sue branche): anche queste strutture sono di dimensioni ridotte e pertanto anche le forze elettriche che generano sono minime e non registrabili in superficie, così che non realizzandosi spostamenti della traccia dalla linea di base, viene registrato l'intervallo isoelettrico PR. Si ritengono nella norma le misurazioni dell'intervallo che sono comprese da un minimo di 120 ms a un massimo di 200 ms (da 3 a 5 mm); nei



casi di intervallo PR corto ($PR < 120$ ms), si possono attivare aritmie a frequenza cardiaca elevata (es. Sindrome di Wolff-Parkinson-White), al contrario, nei casi di PR lungo ($PR > 200$ ms), parlando di blocco atrioventricolare, potremmo avere delle frequenze cardiache basse.

Complesso QRS: si tratta di un insieme di tre onde che si susseguono l'una all'altra, corrispondente alla depolarizzazione dei ventricoli. L'«onda Q» è negativa, di piccole dimensioni, e corrisponde alla depolarizzazione del setto interventricolare, il vettore prodotto si dirige da sinistra a destra; l'«onda R» è un picco molto alto, positivo, corrispondente alla depolarizzazione della parte apicale dei ventricoli e così evidente, poiché legata alla massa muscolare particolarmente rilevante, soprattutto quella del ventricolo sinistro; l'«onda S» è un'onda negativa, anch'essa di piccole dimensioni come la Q, e corrisponde alla depolarizzazione delle regioni basale e posteriore del ventricolo sinistro. Si ritengono nella norma le misurazioni dell'intervallo se la durata dell'intero complesso è compresa tra i 60 e 90 ms (da 1,5 a 2,25 mm). In questo intervallo è compresa anche la ripolarizzazione atriale che non risulta visibile perché mascherata dalla depolarizzazione ventricolare molto più imponente.

Tratto ST: rappresenta il periodo in cui le cellule ventricolari sono tutte depolarizzate e pertanto non sono rilevabili movimenti elettrici, sino all'inizio della ripolarizzazione; ne deriva che di norma il tratto ST è isoelettrico, ossia posto sulla linea di base del tracciato, dalla quale si può spostare, verso l'alto o verso il basso, di non più di 1 mm (pari a 0,1 mV).

Onda T: rappresenta la prima onda della ripolarizzazione dei ventricoli. Non sempre è identificabile, in quanto può essere di ampiezza molto piccola.

Intervallo QT: rappresenta la sistole elettrica, cioè il tempo in cui avviene la depolarizzazione e la ripolarizzazione ventricolare. La sua durata varia al variare della frequenza cardiaca, generalmente si mantiene tra i 350 e i 440 ms (da 8,75 a 11 mm).

Onda U: è un'onda che non sempre è possibile apprezzare in un tracciato, perché spesso di dimensioni minime. È dovuta alla ripolarizzazione dei muscoli papillari, che si possono evidenziare in corso di ipertrofia miocardica o di alterate dimensioni delle cavità ventricolari.

Determinazione della frequenza cardiaca

Una frequenza cardiaca regolare può essere facilmente stimata misurando l'intervallo fra due complessi QRS.

Se consideriamo che il tracciato ECG è rappresentato su carta millimetrata che scorre a una velocità di 25 mm al secondo (cinque quadrati con lato di 5 mm rappresentano 1 secondo), si può facilmente ricavare la frequenza cardiaca

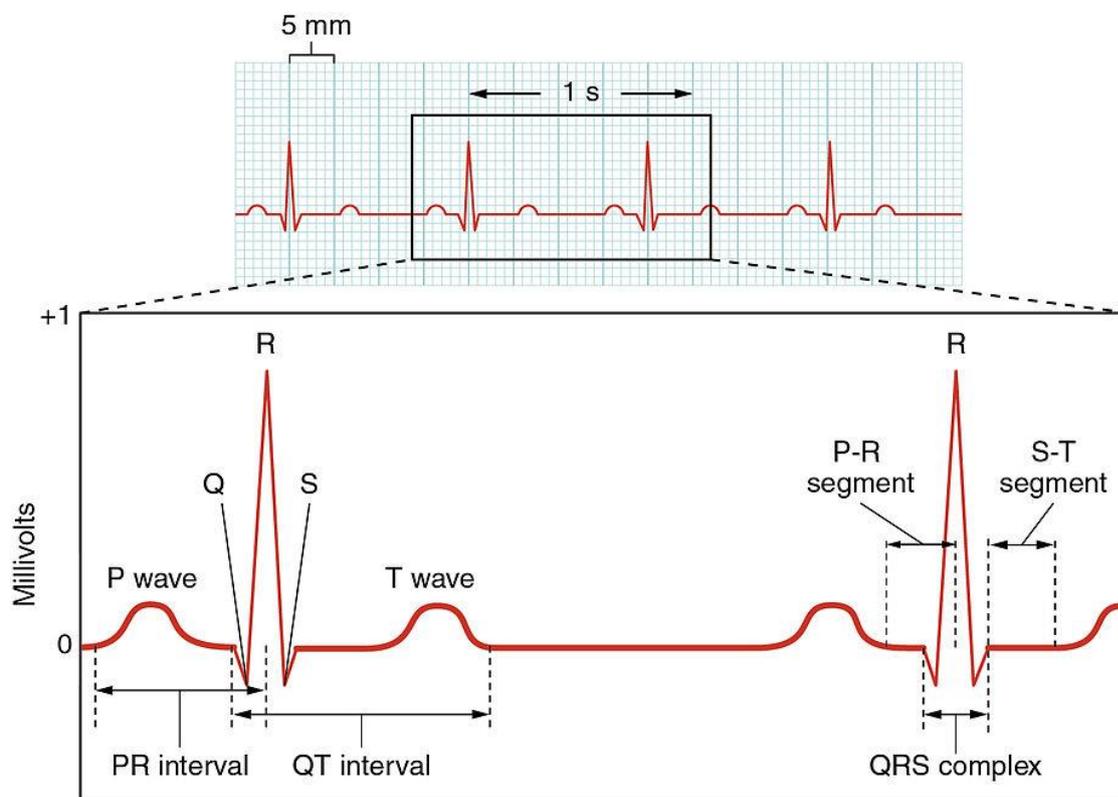


valutando il tempo trascorso tra un ciclo e il successivo, prendendo come riferimento due picchi "R" successivi.

A titolo di esempio: se abbiamo un complesso QRS ogni quattro quadrati da 5 millimetri, significa che la frequenza si aggira intorno ai 75 bpm (battiti al minuto). Infatti, dato che ogni quadrato da 5 mm corrisponde a 0,2 s, quattro quadrati corrispondono a 0,8 s, così basterà dividere 60 s (1 minuto) per 0,8 s per ottenere la frequenza di 75 bpm.

Esiste un calcolo ancora più semplice: dato che questi quadrati sono 300 in un minuto, un complesso QRS che si verifichi ogni due quadrati avrà una frequenza pari a 300 diviso 2, cioè 150/minuto. Analogamente, i complessi che si verificano ogni quattro quadrati hanno una frequenza di 300 diviso 4, cioè 75/min. Se consideriamo un complesso ogni sei, avremo una frequenza di 300 diviso 6, cioè 50/min e così via. In caso di ritmo irregolare, per esempio in corso di fibrillazione atriale, ogni metodo di calcolo basato sulla distanza fra due battiti è inapplicabile, pertanto si considerano i battiti in un determinato arco di tempo. Generalmente si opta per due periodi di tre secondi ciascuno, nei quali si contano i QRS e li si moltiplica per 10, in modo da esprimere la frequenza/60 secondi.

Sono riconosciuti diversi metodi per la misurazione della frequenza, ma quasi sempre ci si riferisce all'utilizzo di un «regolo»: a un battito se si considera la distanza fra due "R" e a tre battiti, se vengono considerate tre "R", cosa che permette una misurazione più accurata.



ANESTESIA (William Morton)

Anestesia indica genericamente l'abolizione della sensibilità, della coscienza e del dolore, associato a rilassamento muscolare. L'anestesiologia è quindi quella branca della medicina che si occupa di annullare la sensibilità dolorifica e la coscienza durante un intervento di chirurgia o durante una procedura invasiva. La parola fu inventata dal medico e poeta Oliver Wendell Holmes, che la mutuò dal greco ἀναίσθησία ("mancanza della facoltà di sentire", per via dell'alfa privativo). Il termine può anche indicare un sintomo di molte malattie nervose.

L'anestesia generale viene realizzata mediante farmaci "anestetici" e che inducono uno stato di narcosi, ovvero una condizione di perdita di coscienza in cui possono essere alterate in varia misura anche le funzioni vegetative. I farmaci che inducono la narcosi possono essere somministrati dall'Anestesista principalmente per due vie: quella iniettiva (nello specifico quella endovenosa) e quella inalatoria.

Gli scopi dell'anestesia sono: la soppressione dello stato di coscienza (ipnosi), l'abolizione del dolore (analgesia), il rilassamento dei muscoli (miorisoluzione), l'abolizione del ricordo (amnesia) e la riduzione delle complicazioni legate allo stress chirurgico.

L'anestesia viene divisa in tre fasi: pre-operatoria (preparazione), intra-operatoria (somministrazione dei farmaci anestetici e monitoraggio) e post-operatoria (risveglio e recupero delle funzioni vitali).

È indispensabile in ogni tipo di chirurgia, in quanto consente ai pazienti di essere sottoposti ad interventi e ad altre procedure (TAC, endoscopia) senza dolore, ansia e proteggendo l'organismo dal trauma dell'intervento stesso. I progressi della chirurgia maggiore sono dovuti principalmente ai progressi della moderna anestesia. Infatti, essa permette di poter anestetizzare, oggi, praticamente qualsiasi tipo di paziente: qualunque sia la sua condizione di salute ed i rischi connessi.



Storia dell'anestesiologia

Per la necessità di ridurre la sofferenza fisica, l'uomo è da sempre stato portato a studiare modi di alleviare il dolore: già nel 3000 a.C. in Mesopotamia si "narcotizzava" il paziente comprimendo le carotidi per fargli perdere coscienza.

In seguito, gli Egizi utilizzarono dapprima la neve, onde diminuire la sensibilità e ridurre la circolazione sanguigna, e, in seguito, la cosiddetta "pietra di Menfi".

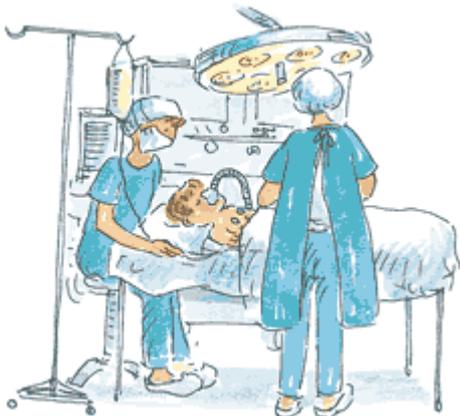


Nel mondo romano, inoltre, Plinio il Vecchio attribuiva proprietà sedative ed anche poteri magici alla mandragora.

Con l'avanzare delle conoscenze erboristiche, i medici iniziarono a praticare l'anestesia per mezzo di somministrazioni delle più varie sostanze (hashish, oppio, alcool, ecc) o tramite l'ischemia dell'arto. Abbiamo infatti ricette di anestetico risalenti al IX secolo (Montecassino), al XIII secolo (Bologna), al XV secolo (ricettario di Caterina Sforza).

Per parlare di anestesiologia moderna si deve aspettare l'epoca dei lumi. È infatti nell'ultimo decennio del Settecento che troviamo Joseph Priestly e Sir Humphry Davy intenti a sperimentare il protossido d'azoto (il cosiddetto "gas esilarante"). Dopo circa vent'anni Faraday conduce esperimenti sull'etere dietilico.

Nonostante tutto solo nel 1842 il dottor Crawford Williamson Long iniziò a usare con successo l'etere nelle operazioni chirurgiche. La leggenda, tuttavia non attendibile, vuole che il medico abbia osservato le reazioni al protossido e all'etere durante gli spettacoli di un saltimbanco. Il secondo medico ad usare la tecnica inalatoria fu Horace Wells.



Tuttavia il più famoso medico (erroneamente creduto il padre della anestesiologia) è il dottor William T. G. Morton, dentista in Boston che lavorava al Massachusetts General Hospital, che pubblicò innumerevoli articoli sulla narcosi. Infatti il dottor Morton già nel settembre del 1846 usò l'etere per estrarre un dente e il 16 ottobre 1846 presentò alla comunità scientifica una sfera di vetro dotata di due valvole (una di uscita ed una di entrata) al cui interno era posizionata una spugna imbevuta di etere. Fece inspirare i vapori

al signor Gilbert Abbott al quale il dottor John Collins Warren, chirurgo, doveva asportare un tumore al collo. La sedazione riuscì e l'intervento fu eseguito in maniera veloce e indolore. Nacque così l'anestesiologia moderna.

Questa scoperta fu portata all'attenzione della comunità scientifica mondiale con la pubblicazione, il 18 novembre 1846, di un articolo sul Boston Medical and Surgical Journal.

Nonostante l'innovativa scoperta e l'importanza dell'anestesia, i due medici (Horace Wells e William Green Morton), cui la storia della medicina deve tanto, non ebbero vita facile.

Il dottor Wells, infatti, tra il 1847 ed il 1848 pubblicò diversi articoli per reclamare la paternità della scoperta e iniziò a sperimentare il cloroformio (messo a punto da due chimici nel 1831: Samuel Guthrie e Eugene Soubeiran). Diventato dipendente da quest'ultima sostanza, morì suicida (tagliandosi le vene delle gambe e tenendo un



fazzoletto imbevuto di cloroformio in bocca) dopo esser stato arrestato per aver gettato su delle prostitute di Broadway dell'acido.

Invece il dottor Morton cercò di nascondere la vera natura dell'etere e lo brevettò con il nome di letheon. Non ci volle molto a scoprire che in realtà era semplice etere dietilico. Il brevetto non gli fu riconosciuto e finì, dipendente dall'etere, a vivere una vita sconosciuta a Boston.

In Europa l'etere fu usato per la prima volta in un intervento chirurgico dal dottor Robert Liston il 21 dicembre 1846.

In Italia la prima applicazione dell'etere come anestetico avvenne il 2 febbraio 1847 all'ospedale Maggiore di Milano.

Sempre in Italia grazie all'industria chimica Brambilla (del gruppo Società di Costruzioni A. Brambilla), sezione fabbrica dei gas, si ebbe la prima produzione nazionale di apparecchi per anestesia e gas anestetici. Il dottor Baldo Bruno, medico ed ufficiale nelle sue pubblicazioni scientifiche lo comunicò alla nazione; di questo c'è testimonianza in: La Ricerca scientifica ed il progresso tecnico nell'economia nazionale, Volume 6 e Clinica chirurgica volume 7.

Nel secondo dopoguerra, gli studi sui curari sintetici svolti da Paolo Mantegazza modificarono radicalmente l'utilizzo e i disciplinari delle pratiche anestesilogiche, rendendo possibile lo sviluppo di nuove tecniche chirurgiche.

Tipi di anestesia

Esistono differenti tecniche di anestesia:

Anestesia topica o di superficie: è un'abolizione reversibile della sensibilità in una piccola parte del corpo mediante la somministrazione esterna e localizzata di anestetici sotto forma di creme, unguenti, gel o spray, in genere su una zona di cute o mucosa.

Anestesia locale: è un'abolizione reversibile della sensibilità in una piccola parte del corpo mediante la somministrazione localizzata di anestetici attraverso infiltrazione della cute o del sottocutaneo nella zona interessata dall'intervento.

Anestesia loco-regionale o regionale: è un'abolizione reversibile della sensibilità e della motilità in una regione del corpo mediante l'iniezione selettiva di anestetico intorno ad un tronco o un plesso nervoso (anestesia tronculare o plessica), oppure a livello midollare (anestesia subaracnoidea) o perimidollare (anestesia epidurale). Con l'anestesia loco-regionale solo una zona specifica del corpo è anestetizzata: il dolore proveniente da questa zona viene bloccato e non arriva al cervello. I vantaggi sono: eliminazione del dolore senza abolizione della coscienza e riduzione degli effetti collaterali tipici della anestesia generale (gola dolente, nausea, vomito). L'anestesia loco-regionale è basata sull'uso di farmaci anestetici locali ai quali possono essere aggiunti, secondo la sede e la tipologia di anestesia, farmaci coadiuvanti (oppioidi, clonidina) che potenziano o prolungano l'effetto degli



anestetici locali. L'anestetico locale per essere efficace deve essere iniettato il più vicino possibile alle strutture nervose che innervano la parte del corpo che si vuole rendere insensibile. Per ottenere questo risultato sono state studiate numerose tecniche: tecnica del mandrino liquido (epidurale), fuoriuscita di liquor (subaracnoidea), puntura secondo reperi anatomici con ricerca della parestesia, puntura secondo reperi anatomici con uso di un elettro-neurostimolatore (ENS).

Un'evoluzione recente dell'anestesia locoregionale è rappresentata dall'uso degli ultrasuoni per l'esecuzione dei blocchi. L'uso dell'ecografia sta progressivamente risolvendo il limite di dover eseguire i blocchi nervosi alla "cieca" (ossia solo in virtù di reperi anatomici classici). La visualizzazione diretta ecografica delle strutture nervose (singoli nervi o plessi) consente di seguire in tempo reale la diffusione dell'anestetico intorno alla struttura "target", aumentando le percentuali di riuscita del blocco con la possibilità di somministrare un quantitativo ridotto di anestetico locale.

Sedazione: può essere profonda o cosciente; è utilizzata per procedure diagnostiche o terapeutiche moderatamente dolorose, quali le endoscopie, o in associazione a un'anestesia locale.

Neuroleptoanalgesia: è una situazione di indifferenza al dolore ed agli stimoli esterni in cui il paziente mantiene però, almeno in parte, la capacità di collaborare.

Anestesia generale: è caratterizzata da tre eventi, cioè:

- totale perdita di coscienza,
- analgesia completa,
- rilassamento muscolare (anche dei muscoli respiratori, per cui il paziente durante l'intervento respira tramite l'ausilio di un respiratore meccanico);

Può essere totalmente endovenosa (TIVA) se questi tre aspetti dell'anestesia generale sono ottenuti esclusivamente con farmaci somministrati per via venosa; oppure inalatoria se realizzata con anestetici volatili dati attraverso la via respiratoria.

È il tipo di anestesia più usato, in particolare negli interventi che richiedono incoscienza del paziente, lunga durata, rilassamento muscolare prolungato. Durante l'anestesia generale tutto il corpo è paralizzato, il cervello è profondamente addormentato ed il paziente non sente nulla e non ricorda l'operazione subita. È un metodo multifarmacologico (si usano molti farmaci combinati).

Anestesia combinata (blended): cioè l'associazione di due tecniche precedentemente citate; l'anestesia locoregionale (peridurale), associata ad una sedazione profonda o all'anestesia generale. Questa tecnica permette di gestire meglio l'analgesia, sia durante che dopo l'intervento chirurgico; ma allo stesso modo, permette di effettuare un'anestesia più bilanciata e meglio sopportata da pazienti in precarie condizioni di salute.

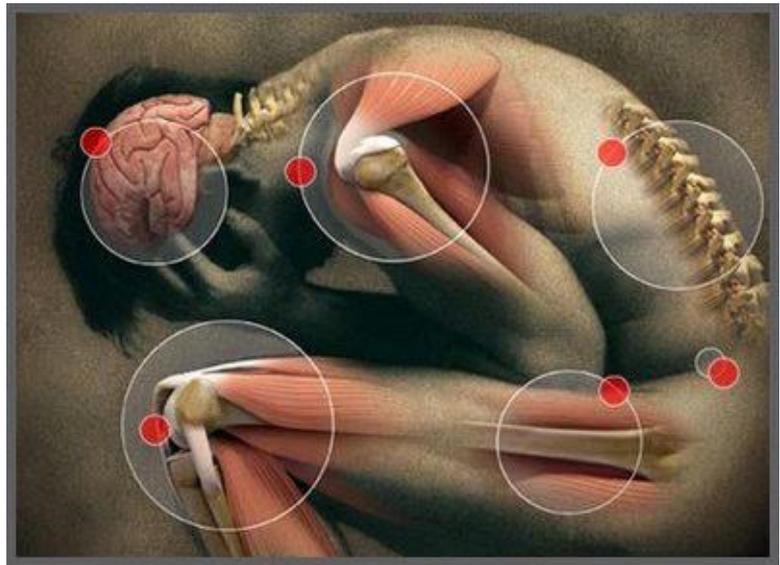


TERAPIA DEL DOLORE

L'**algologia**, o **terapia antalgica**, detta anche **terapia del dolore** o **medicina del dolore**, consiste nell'approccio terapeutico e scientifico al trattamento del dolore.

Il dolore rende spesso il soggetto inabile sia da un punto di vista fisico sia emotivo. Il dolore acuto relativo a un trauma fisico è spesso reversibile naturalmente. Il dolore cronico, invece,

generalmente è causato da condizioni solitamente difficili da trattare. Talvolta i neurotrasmettitori continuano a inviare la sensazione del dolore anche quando la causa scatenante non esiste più; per esempio un paziente a cui è stato amputato un arto può provare dolore riferito all'arto mancante (sindrome dell'arto fantasma). Una applicazione dell'algologia è nei malati neoplastici.



Storia del dolore

Nell'antichità

La più antica descrizione di dolore giunta sino a noi è stata datata IV millennio A.C.: in essa venivano descritti i disturbi provocati da una cefalea acuta. I primi dettagli su alcune tecniche di cura provengono da una regione dell'alto Tigri, corrispondente all'estrema regione settentrionale dell'odierno Iraq. Il popolo che vi abitava, gli Assiri, già nel 3000 A.C. praticava una particolare tecnica anestetica sul malato: la carotide al livello del collo veniva compressa (come fosse uno strangolamento) causando ischemia cerebrale ed inducendo uno stato di coma adatto all'operazione chirurgica; in tal modo, erano in grado di eseguire alcuni rudimentali interventi. Tuttavia, è necessario attendere sino al 2500 A.C. per poter avere una prima descrizione dettagliata di alcune tecniche di trattamento del dolore, giunta a noi dall'Asia: in Cina, infatti, sono stati ritrovati antichi testi di medicina e farmacologia, voluti dall'imperatore Rosso e dall'Imperatore Giallo, nei quali vengono spiegati trattamenti a base di piante, agopuntura e moxibustione (mostrando dunque già una certa conoscenza dei punti sensibili del corpo); secondo quanto riportato in altri testi degli anni e secoli successivi, tali tecniche sono rimaste in uso a lungo in una larga parte dell'Asia. Contemporaneamente a nuovi trattamenti, si sviluppano anche nuove concezioni di dolore, che comportano cambiamenti nelle cure adoperate: nel



2000 A.C., sia negli Egizi sia negli Assiro-Babilonesi, nasce l'ideologia del dolore come manifestazione dell'intrusione nel corpo di spiriti e fluidi maligni; i medici ritenevano che per poterli rimuovere fosse necessario provocare vomito o diarrea nei pazienti, arrivando in alcuni casi a lesionare il soggetto. Inoltre, nello stesso periodo, nell'Antico Egitto era consuetudine dare ai



bambini oppio per calmarli durante la notte, mostrando, dunque, una conoscenza almeno di base per quanto riguarda gli effetti di alcune piante. Tra il 1800 e il 1500 A.C. comincia a svilupparsi una nuova forma di medicina, determinata non solo da regole precise in ambito pratico, bensì anche da leggi riguardanti il comportamento del medico stesso. Un primo importante esempio, riscoperto solo nel 1912, sotto forma di una stele di basalto nera incisa, fu promosso dal grande re della Mesopotamia Hammurabi. Tuttavia, alcune tra le più datate descrizioni delle cure adoperate non provengono esclusivamente dall'Asia o dall'Europa, bensì anche dall'America, popolata da svariate civiltà (tra cui Incas, Maya e Aztechi) accomunate da molti fattori, soprattutto in ambito curativo. La medicina inca si avvaleva prevalentemente di procedimenti magici, tuttavia, aveva progredito notevolmente anche in campo terapeutico, conseguendo conoscenze evolute in campo sia chirurgico sia farmacologico. Gli Incas, tra il 700 e il 100 A.C., inoltre, cominciarono ad utilizzare piccole quantità di stupefacenti ed altre piante per aiutare il recupero del malato: basavano la terapia soprattutto sull'uso di foglie di coca o coca che venivano fatte masticare lentamente, stimolando così respirazione e circolazione, aumentando la resistenza e riducendo la fame grazie all'anestesia della mucosa gastrica (la coca verrà introdotta in Europa solo con la scoperta dell'America, più precisamente nel 1500, sostituendo quelli che erano i mezzi più usati per "anestetizzare" i pazienti: oppio e spugna anestetica, utilizzati per svariati secoli, senza peraltro produrre grandi effetti). Tuttavia, per l'indigeno peruviano dell'epoca, fosse pure un Inca o un umile suddito, le cure mediche, da sole, non erano sufficienti a consentire l'allontanamento del dolore e della malattia, se non erano accompagnate da pratiche magiche atte ad allontanare gli spiriti malefici. Per tale motivo, sacrifici di ogni tipo accompagnavano in genere tutte le pratiche di guarigione contro dolore e malanni, sia fisici sia mentali. In modo simile operavano gli antichi Maya, per i quali l'arte della medicina era un complesso miscuglio di mente, corpo, religione, rituali e scienza: praticata solo da pochi eletti, che in genere ereditavano la pratica dopo aver ricevuto un'ampia formazione, questi sciamani agivano come un mezzo tra il mondo fisico e il mondo spirituale; tuttavia, oltre a seguire pratiche religiose, essi disponevano anche di una certa tecnica. È infatti noto



che i Maya sapessero suturare le ferite con i capelli umani, ridurre le fratture, trattare ematomi; erano anche abili dentisti, capaci di realizzare protesi di giada e turchese e riempire i denti cariati con pirite di ferro. I Maya equiparavano il dolore con la prigionia della propria anima da parte di esseri soprannaturali, indignati per alcuni comportamenti scorretti compiuti (presentando alcune somiglianze con Egizi e Assiro-Babilonesi del II millennio A.C.). Per questo motivo, la cura di varie forme di dolore coinvolgeva una serie di pratiche, soprattutto rituali, purificazioni e rimedi a base di erbe; diversi testi Maya sono dedicati a tali trattamenti basandosi su osservazioni oggettive degli effetti di alcune piante sul sistema umano (questo è uno dei primi esempi di attento studio del malato e del processo di cura di cui si hanno informazioni).

Particolari piante veniva ingerite, fumate, annusate, strofinate sulla pelle ed in seguito il malato veniva o sottoposto ad un rituale per scacciare lo spirito oppure si utilizzavano tecniche di purificazione dell'anima, tra cui il digiuno, la sudorazione e i salassi. Questi ultimi



erano adoperati anche dagli Aztechi, insieme alle loro notevoli conoscenze erboristiche, basate sull'uso di più di 100 erbe dal potere curativo, spesso combinate tra loro. Anch'essi, in ogni caso, si affidavano a rituali e purificazioni contro il dolore. Gli Aztechi, inoltre, erano, assieme ai Maya, i più noti praticanti dei sacrifici umani, rituali nei quali il popolo sacrificava un determinato numero di persone per ottenere il favore degli dei oppure per scacciare la sofferenza e le malattie. Però, nonostante tutte le tecniche adoperate, mancavano in ogni caso trattamenti standard: non c'erano metodi ritenuti intrinsecamente migliori degli altri.

Tra mondo greco e latino

Uno dei momenti più importanti della storia del trattamento del dolore e della medicina in generale, però, è scandito sicuramente dalla nascita di colui da cui oggi siamo soliti far discendere il pensiero medico occidentale: Ippocrate di Kos. Con lui arriva in tutto il mondo medico una vera e propria rivoluzione, sotto la forma della Teoria degli umori: egli è convinto che il dolore sia originato da un'alterazione quantitativa (sia in eccesso sia in difetto) di quelli che vengono definiti "umori" (dyscrasia), identificabili con sangue, flemma, bile gialla, bile nera (secondo Aristotele, tuttavia, l'esposizione di tale teoria nel trattato La natura dell'uomo è opera del genero e discepolo prediletto di Ippocrate, Polibio); è, dunque, necessario ristabilire un equilibrio. Contro il dolore, la medicina ippocratica fa uso di piante, in particolare la mandragora, soprattutto contro la depressione. L'utilizzo primario della mandragora è da ricercarsi nel suo aspetto antropomorfo: esso suggeriva



l'esistenza di virtù magiche e terapeutiche in senso lato, tra cui proprietà analgesiche, sedative, narcotiche e afrodisiache (oggi, invece, si sa che tali caratteristiche sono dovute a particolari principi attivi contenuti in essa, come scopolamina, atropina e josciamina). Nel III sec A.C. nascono in Grecia le scuole di Cnido e Coo. Solo a partire da esse si comincia ad attuare un iter metodologico razionale basato sulla raccolta di dati della storia clinica dei pazienti e sulla valorizzazione dei 5 sensi (tramite ispezione, palpazione, auscultazione, degustazione, percussione, olfazione) per localizzare la sede del dolore o studiare le malattie. Uno dei più illustri esponenti delle due scuole è Rufo di Efeso, il primo a gettare le basi fondamentali dell'anamnesi, la raccolta di tutte le informazioni che possono aiutare il medico nei confronti del malato. Tale impostazione di affrontare un diligente ed attento interrogatorio con il malato verrà, tuttavia, abbandonata sino al primo Medioevo, preferendovi una diagnosi improvvisata, attribuendo alla medicina un aspetto fondamentalmente magico. La questione del trattamento del dolore e dei mali viene approfondita anche nel mondo antico Romano. Uno dei primi a comparire sulla scena è Marco Ponzio Catone, il "Censore", praticante della cosiddetta medicina popolare e domestica. Grazie ad alcuni testi sappiamo cosa caratterizza la sua attività medica: contro il dolore e le malattie prescrive il cavolo (da lui considerato la panacea, un farmaco in grado di curare tutti i mali) ed il vino, ritenuto colmo di medicinali o almeno trasporto per quelli in esso infusi. Specificatamente nell'ambito del dolore, a proporre una più attenta analisi è il medico Aulo Cornelio Celso. Egli definisce il dolore espressione dell'infiammazione, suddividendolo in 4 fasi precise: "robor" (rossore), "tumor" (tumefazione), "calor" (calore), "dolor" (dolore). Inoltre, nel suo De Medicina ci offre un ampio e prezioso spaccato sulle conoscenze chirurgiche e mediche del tempo e non solo: ha, infatti, tramandato il più famoso panegirico del nuovo modello anatomico-centrico del sapere medico introdotto dalla Scuola medica Alessandrina, risolvendo il dilemma etico della liceità di sezionare i cadaveri in modo categorico. Nel 50 D.C. Dioscoride, un medico greco, usò per la prima volta, descrivendo gli effetti della mandragora, il termine anestesia. Sull'utilizzo dei farmaci contro le malattie ed il dolore interviene, intorno al 130 D.C., colui che è considerato il più importante medico romano: Galeno, il "medico degli imperatori". Rifacendosi alla Teoria degli umori di Ippocrate, egli afferma che l'organismo, attraverso quattro qualità elementari del corpo (caldo, freddo, secco, umido), trasforma le sostanze terapeutiche, attivandone le proprietà. Poiché le 4 qualità, secondo Galeno, presentano anche i farmaci, il medico deve essere abile nel trovare il farmaco contrario, adatto a sopprimere tali proprietà, e a dosarlo nella giusta quantità.



In Europa ed Asia

In Cina, nel frattempo, tra il 100 e il 200 D.C. vengono documentate le prime anestesie attraverso una speciale polvere effervescente (probabilmente "cannabis" indica).

Solamente secoli dopo, nel 936 D.C., viene riaffrontato il tema del

trattamento del dolore: **Albucasis**, autore del "al-Taṣrīf" ("Libro per la guida di coloro che non sanno scrivere libri"), nel quale **descrive le conoscenze di 50 anni di pratica ed insegnamento dell'arte medica, propone come cura contro il dolore e le malattie generiche il cauterio, prescrivendolo anche per mal di testa, lussazione e sciatica.** Nel corso dei successivi secoli si perde nuovamente di vista un miglioramento della tecnica terapeutica per concentrarsi più profondamente sulle origini del dolore e lo studio del corpo. Alcune eccezioni sono **il medico spagnolo Francisco Hernandez, che descrive le qualità anestetiche e antidolorifiche della peyote, una pianta medicinale, e Paracelso (si attribuì da solo tale nome, dichiarando di aver eguagliato e superato Aulo Cornelio Celso, il medico romano), uno dei primi a studiare gli effetti dell'etere sugli animali (di fatti è considerato il padre della moderna anestesia).** Purtroppo, non fu capace di studiare a pieno questa sua scoperta, ritardando così di 300 anni la comparsa di una delle più importanti rivoluzioni della medicina e della chirurgia. Ciò nonostante, Paracelso riuscì ad introdurre molte innovazioni che oggi caratterizzano medicina e farmacologia moderne, attraverso una **nuova teoria medica, la iatrochimica, secondo la quale il corpo non è altro che una fornace alchemica, nel quale le malattie sono generate da uno squilibrio dei tre principi chimici che lo regolano: zolfo, mercurio e sale (questo fu aggiunto da Paracelso stesso).** **Dolore e malattie potevano essere, dunque, combattuti anche attraverso cure di natura minerale e non solo organica.** Inoltre, benché sia dipinto come uno stregone, fu proprio lui ad eliminare molti aspetti ed elementi magici dalla pratica alchemica, sostituendoli con osservazione empirica ed esperimenti.



Epoca moderna

Nonostante la chimica, sin dal '700, avesse scoperto proprietà narcotiche ed analgesiche di alcune sostanze come protossido d'azoto e etere e benché qualcuno ne avesse già ipotizzato l'impiego in chirurgia ed ostetricia, la classe medica ancora non mostrava grande apertura alle innovazioni, specie le più radicali. Infatti, le tecniche chirurgiche si erano, negli anni, adeguate al dolore che provocavano, tanto che questo era diventato una sorta di guida per chi operava, qualcosa che lo spronava ad essere veloce senza esitare, trascurando molto spesso la precisione; inoltre, spesso le urla di dolore servivano al chirurgo per capire se il paziente fosse



ancora vivo (in molti casi il dolore era talmente forte da uccidere, sia durante l'intervento sia dopo, a causa di una specie di collasso emotivo, chi veniva operato). Guillaume Dupuytren, il più famoso chirurgo della Restaurazione francese, osservò: "La douleur tue comme l'hémorragie" ("Il dolore uccide come l'emorragia"). E Alfred-Armand-Louis-Marie Velpeau, altro chirurgo francese, aveva affermato: "Evitare la sofferenza nelle operazioni chirurgiche è una chimera che, ai nostri giorni, noi non abbiamo il diritto di inseguire [...]". Solamente nel 1846 viene recuperato uno studio delle tecniche di prevenzione e cure del dolore, grazie all'operato di un dentista, il dottor Horace Wells: questi eseguì per la prima volta, il 16 ottobre, dopo alcuni tentativi a buon fine, la prima anestesia pubblica per l'estrazione di un dente, nel teatro operatorio del Massachusetts General Hospital, a Boston, davanti al famoso chirurgo John Collins Warren. Purtroppo, il dosaggio era sbagliato e dunque l'anestesia fu solo parziale: il "candidato" scelto, infatti, cominciò subito ad urlare per il dolore durante l'intervento, costringendo Wells a fuggire dal teatro sotto le risate dei presenti. I suoi studi vennero portati avanti dal collega William Green Morton, il quale decise l'anno successivo di riproporre la dimostrazione, nello stesso teatro e davanti allo stesso chirurgo. John Collins Warren poté asportare un tumore dal collo del paziente appena anestetizzato con l'etere senza che questi emettesse un gemito. Lo stesso Warren, che aveva eseguito con scetticismo l'intervento, pare si sia rivolto ai numerosi presenti con le lacrime agli occhi mormorando incredulo: "Signori, qui non c'è nessun imbroglio" ("Gentlemen, this is no humbug"). Gli sforzi di Morton ebbero successo. In appena qualche settimana la notizia della prima anestesia chirurgica riuscita aveva già fatto il giro del mondo ed era utilizzata quasi ovunque. Purtroppo, ben presto, Morton fu accusato di aver rubato le ricerche dell'amico e collega, nonché maestro, Wells, nel frattempo morto suicida in prigione. Nei successivi anni si moltiplicarono gli studi per trovare cure sempre più efficaci: i medici più consapevoli delle recenti scoperte della fisiopatologia e della patogenesi divennero ben presto sempre più scettici riguardo alle capacità curative dei rimedi del tempo.

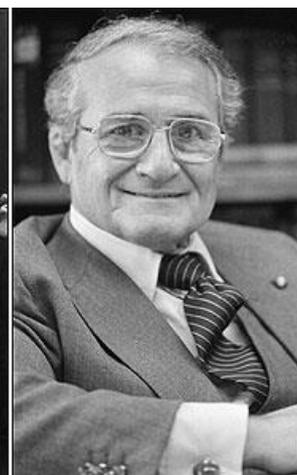
La nascita della terapia del dolore

Tuttavia, a far nascere la terapia del dolore come la conosciamo oggi sarà John Bonica. John Bonica (16 febbraio 1917 - 15 agosto 1994), nato in Sicilia, è stato un anestesista italo-americano e un wrestler professionista, conosciuto come il padre fondatore della moderna terapia del dolore ed il primo a chiamarla con tale nome. Diventa cittadino naturalizzato americano nel 1928, dopo essere giunto a New York nel 1927. Nel 1938 vinse il titolo di campione nazionale del wrestling americano e, l'anno successivo, quello canadese. Nel 1941 divenne il campione di pesi leggeri e pesi massimi del mondo per sette mesi. Questo intenso sforzo finì per provocargli serie lesioni a livello muscolo-scheletrico, con successivo sviluppo di artrite



traumatica dolorosa a molteplici articolazioni e altri problemi che, negli anni, gli richiesero più di diciotto operazioni a partire dal 1980. Nel corso degli anni, proprio a causa di queste lesioni, cominciò a maturare la sua grande e intima riflessione sul dolore; ad acuire questa riflessione fu un incidente accaduto alla moglie, che a causa di una anestesia mal eseguita, rischiò di morire. Le considerazioni cui giunse lo spinsero a iniziare uno studio clinico sistematico sul dolore, sulle sindromi da esso generate, sui loro trattamenti e a concepire e mettere insieme l'approccio multidisciplinare sulla gestione del dolore; a questo scopo collaborò con un'infermiera, Dorothy Crowley, e un neurochirurgo, Lowell E. White, nel tentativo di formare una clinica del dolore multidisciplinare presso l'Università di Washington, un progetto che attrasse l'interesse di molti giovani anestesisti. Fu il primo vero programma di formazione della medicina contro il dolore, programma che, tuttavia, poté dirsi pienamente completato solo nel 1970, nonostante tutti gli incontri preliminari nei quali i medici che aderirono all'iniziativa discussero dei problemi di pazienti affetti da dolore cronico per elaborare la strategia di cura più efficace. Nel

1950 John Bonica, accumulato materiale di ricerca clinica ed esperienza a sufficienza, poté iniziare la stesura di un libro di 1500 pagine intitolato "The Management of Pain", "Il Trattamento del Dolore", pubblicato nel



1953, immediatamente tradotto in diverse lingue e immediatamente considerato la 'Bibbia' della diagnosi e della terapia del dolore. Il suo interesse rispetto al dolore è stato rivolto soprattutto a tre campi dell'anestesia: algologia ostetrica, algologia per soggetti affetti da dolore cronico (in particolare neoplasie terminali) ed infine anestesia locale/totale (per operazioni chirurgiche). Bonica collaborò con numerose associazioni (alcune vennero da lui stesso fondate, come la "Associazione Internazionale dello Studio del Dolore" nel 1973) e oggi viene ricordato soprattutto per aver smesso di considerare il dolore un sintomo quanto piuttosto una malattia vera e propria. Bonica muore nel 1994, non prima di aver lasciato alcuni dei testi più importanti oggi disponibili sulla Terapia del dolore: le due edizioni del "The Management of Pain" (la prima del 1953, la seconda del 1990) e il "Principles and Practice of Obstetric and Analgesic Anesthesia", "Principi e pratica di ostetricia e anestesia analgesica", anch'esso in due edizioni (1967 e 1994).



Descrizione

Trattamento

Il trattamento con mezzi farmacologici è composto principalmente da analgesici non oppiacei, oppiacei, antidepressivi triciclici, anticonvulsivanti, mentre le misure non farmacologiche più utilizzate sono l'esercizio fisico e applicazione di freddo o calore. Il medico che si occupa di terapia del dolore è storicamente l'anestesista. Il contributo specifico di questa figura medica è costituito da qualcosa in più della semplice terapia: il suo obiettivo è la modulazione della trasmissione del dolore nel sistema nervoso mediante somministrazione di anestetici (blocchi nervosi) o altri strumenti di interazione col tessuto nervoso, il più delle volte correnti elettriche (radiofrequenza, TENS o trasmissione lungo nervi periferici). L'algologia viene abitualmente applicata in vari contesti, sia ad alta priorità, tra cui spiccano oncologia (contro neoplasie), postchirurgia (per alleviare gli effetti dell'operazione), traumatologia, neurologia (in particolare contro cefalee e nevralgie), sia a contesti con minor gravità, ma altrettanto invalidanti, come ortopedia e reumatologia, oppure odontoiatria.

24

In Italia

La terapia del dolore negli ultimi anni, a fatica (soprattutto in Italia), tende a divenire una pratica collettiva di tutti i medici (dal medico di famiglia, al neurologo, fino al chirurgo), anche se per assistere alla sua piena diffusione e disponibilità è necessario attendere ancora molto. Pur riconoscendo che ciò possa essere accaduto presso qualche associazione religiosa (sebbene ciò contraddica la storia delle invenzioni cattoliche per soccorrere l'uomo sofferente), la posizione ufficiale della Chiesa cattolica è desumibile in modo inequivoco da un documento di Pio XII agli anestesisti del 24 febbraio del 1957: "La soppressione del dolore e della coscienza per mezzo di narcotici (quando è richiesta da una indicazione medica) è permessa dalla religione e dalla morale al medico e al paziente". Il 15 marzo 2010 il Parlamento italiano ha licenziato la legge 38, in cui si afferma il diritto alla cura del dolore per ogni individuo indipendentemente dalla malattia e dall'età.

Applicazioni e farmaci utilizzati

La terapia del dolore è spesso utilizzata soprattutto durante le ultime fasi di una malattia terminale ma, in realtà, la maggior parte dei pazienti a cui l'algologia può essere utile e si dovrebbe indirizzare sono affetti da dolore cronico (ad esempio: mal di schiena, cefalee, esiti di traumi o di interventi chirurgici, malattie neurologiche) e, in un minor numero di casi, da tumori.

Una comune credenza riguardo ai farmaci oppiacei vuole che si renda necessario: un aumento dei dosaggi di farmaci oppiacei, la cosiddetta tolleranza, la necessità di



continuare l'assunzione del farmaco oppiaceo (la causa per cui viene assunto il farmaco, ovvero il dolore sia scomparso) per via della dipendenza fisica e psichica. Pur essendo fenomeni noti e studiati, sono, nella comune esperienza clinica, effetti che si realizzano dopo molto tempo (normalmente svariati mesi) e soprattutto con una intensità bassa. Nella pratica clinica, nei pazienti affetti da dolore, sono fenomeni comunemente trascurabili. Qualsiasi testo di algologia riporta che la tolleranza e la dipendenza da oppiacei è molto limitata. La famosa necessità di aumentare le dosi (nel setting della terapia del dolore con oppiacei) è un fenomeno clinicamente falso. **Altrettanto difficile, anche se non impossibile, è provocare la morte per sovradosaggio da farmaci oppiacei, nel caso di un'assunzione accidentale eccessiva. La finestra terapeutica per gli oppiacei, per lo meno negli adulti, è ben più ampia di molti farmaci usati normalmente nelle terapie (ad esempio gli antiaritmici) e i farmaci cardiocinetici.** Il (+)-Naloxone si è rivelato un oppioido antagonista promettente che, bloccando i legami fra oppiacei e proteina TLR4 nel cervello, lascia inalterato il potere analgesico, ma senza i principali effetti collaterali di tolleranza, dipendenza fino alla depressione respiratoria. Il ddl Turco (n. 2243/2007, approvato all'unanimità il 13.12.2007) consente ai medici di base di prescrivere oppiacei e cannabinoidi con il normale ricettario del SSN, anche al di fuori delle patologie oncologiche. Fra i farmaci utilizzati nella terapia del dolore: aspirina, acetaminofene o i FANS per il dolore lieve; codeina o l'ossicodone per il dolore moderato; la morfina o l'idromorfone (5 volte più potente della morfina) per il dolore grave, dermorfina (30 volte più potente della morfina), opiorfina; meperidina, fentanile. In particolare, in ospedale, la morfina viene spesso somministrata per via endovenosa ai pazienti tramite dei Patient-Controlled Analgesia (PCA), distributori con sensore, pompa e computer, grazie ai quali il medico scrive un programma che contiene la dose massima per somministrazione e giornaliera, orari e intervallo minimo tra le somministrazioni, ecc., e poi il paziente da solo regola la quantità di analgesico quando avverte dolore, senza l'assistenza degli infermieri.



CORSO DI MEDICINA

2ª lezione

APPUNTI

26



CORSO DI MEDICINA
2ª lezione



CORSO DI MEDICINA
2^a lezione

28

Corso di Medicina 2018

A cura di
Dott. Giuliano Vella

