LET'S SCIENCE!

3

Giuseppe Vassalli

CUORE E CERVELLO SI PARLANO...

Come i due organi interagiscono

IBSA FOUNDATION for scientific research

LET'S SCIENCE!

Giuseppe Vassalli

CUORE E CERVELLO SI PARLANO...

Come i due organi interagiscono

IBSA FOUNDATION for scientific research

Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport

© copyright 2019 by Carocci editore

Finito di stampare nel mese di ottobre 2019 da Eurolit

Progetto grafico di Ulderico Iorillo e Valentina Pochesci

Riproduzione vietata ai sensi di legge (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633)
Senza regolare autorizzazione, è vietato riprodurre questo volume anche parzialmente e con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche per uso interno o didattico.

Volume stampato su Fedrigoni Arcoprint 300 g (copertina) e 100 g (interni)

INDICE

5 Prefazione

7 **PARTE PRIMA** CUORE E CERVELLO SI PARLANO...

8 Introduzione

9 Cuore e cervello comunicano tra loro

12 Il centro di controllo

14 Il sistema nervoso simpatico e parasimpatico

16 Il sistema di conduzione cardiaco

18 Anche il cuore comunica con il cervello

20 Ormoni e neurotrasmettitori

22 Stress mentale e malattia cardiaca

24 Il benessere emozionale

27 Il cervello e il cuore generano campi magnetici

29 Conclusioni

31 **PARTE SECONDA** QUESTIONI DI... CUORE

45 Glossario

PREFAZIONE

Quanto sono conosciute le ricadute, sulla nostra vita quotidiana, della ricerca scientifica e della pratica medica? Quali sono le "passioni" e le motivazioni che animano i ricercatori e i professionisti della salute? Che cosa conosciamo della loro professione?

Molti sono gli sforzi che la società mette in atto per far conoscere la scienza e le sue implicazioni alle persone comuni. Pensiamo, ad esempio, alla varietà di opuscoli che promuovono l'importanza di uno stile di vita sano e, in generale, il benessere. Naturalmente anche la scuola fa la sua parte, proponendo dei principi di alfabetizzazione scientifica e la sensibilizzazione su una serie di tematiche che favoriscono la costruzione di una cultura scientifica per i nostri giovani.

Il progetto *Let's Science!* – realizzato da Fondazione IBSA per la ricerca scientifica in collaborazione con il Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport del Canton Ticino (DECS) – prende avvio proprio da queste riflessioni. Il partenariato ha permesso di individuare interessanti aree tematiche che sono state affrontate coinvolgendo gli scienziati operanti sul territorio cantonale. Sono state così accostate due realtà – la ricerca scientifica e la scuola – spesso distanti, favorendo il dialogo tra professionisti e allievi, coinvolti in workshop tematici allo scopo di sviluppare una sensibilità sia al tema che alla sua comunicazione.

Ma qual è stato l'orizzonte tematico del progetto e quali le riflessioni che hanno portato a determinate scelte strategiche? La scienza e la ricerca, specie nella biomedicina e nelle discipline correlate, avanzano rapidamente e il continuo ampliarsi dei campi di indagine richiede un costante sforzo di aggiornamento per mantenere sia una prospettiva storica che per accogliere le non poche novità. Poter disporre di informazioni scientificamente corrette, proposte attraverso un linguaggio accessibile, apre la possibilità a ragazze e ragazzi di avvicinarsi e appassionarsi a tematiche giudicate in genere "difficili".

Nasce così la collana *Let's Science!* che si propone di ampliare il panorama degli argomenti scientifici che possono essere approfonditi a scuola. I temi, di natura interdisciplinare e direttamente correlati con la salute e il benessere della persona, sono presentati in modo innovativo: il testo scientifico è infatti

accompagnato da una storia realizzata partendo dall'esperienza di classi delle scuole medie cantonali che, accompagnate dai loro docenti, hanno sviluppato delle sceneggiature originali tradotte poi in altrettanti fumetti da professionisti del settore.

Non ci resta, dunque, che invitare il giovane lettore a lasciarsi sorprendere dai campi di ricerca di sicuro fascino di *Let's Science!* che aprono a loro volta opportunità di ulteriori domande e approfondimenti. Chissà che qualcuno tra questi lettori non diventi a sua volta un giorno colei o colui che compirà importanti passi avanti nella comprensione della complessità della vita e del delicato equilibrio che permette di vivere sani e felici. Buona lettura!

SILVIA MISITI
Direttore della Fondazione IBSA per la ricerca scientifica

NICOLÒ OSTERWALDER
Consulente didattico della Divisione scuola per le scienze naturali (DECS)

Cuore e cervello si parlano...

PARTE PRIMA

INTRODUZIONE

Fin dall'antichità, il cuore è stato identificato come la sede dell'anima e dell'amore. Gli antichi egizi, una delle prime culture ad aver mostrato un interesse particolare per il cuore, usavano due termini distinti: *ib*, per designare il cuore-anima, e *haty* per il cuore-organo. Quando mummificavano un corpo, lasciavano il cuore nel torace perché gli dei potessero confrontare il suo peso con quello di una piuma, simbolo della dea Maat, che rappresentava la giustizia. Se il defunto avesse commesso in vita azioni malvagie e ingiuste, tali da rendere il suo cuore più pesante della piuma, non sarebbe stato ammesso nel regno dei morti. Il cervello, invece, era rimosso dalla salma [**figura 1**].

Oggi i ruoli si sono, per così dire, invertiti. Il cervello è l'organo della mente, in un certo senso il centro della vita, e tendiamo a vedere il cuore semplicemente come una pompa muscolare... ma non è così. Il cuore, in realtà, è un organo più complesso. Oltre a pompare il sangue attraverso la circolazione, interagisce con il cervello e altri organi. Dal canto suo, il cervello manda continuamente segnali al cuore.

Figura 1 La pesatura del cuore nell'Antico Egitto (*Libro dei morti di Ani*, circa 1275 a.C.)

Nella connessione cuore-cervello il sistema nervoso autonomo svolge un ruolo centrale. La sua attivazione può stimolare sia l'attività cerebrale che quella cardiaca. Ad esempio, espirando mandiamo dei segnali che hanno un'influenza sul ritmo cardiaco. Se il nostro ritmo respiratorio è regolare, la variabilità della frequenza cardiaca è armoniosa, in caso contrario essa risulta essere caotica. La seconda condizione si realizza quando l'attività del sistema nervoso simpatico (un sistema che l'evoluzione ha plasmato per predisporci a reazioni del tipo "combatti o scappa") diventa dominante, come avviene in tutte le situazioni di stress e ansia.

Se la variabilità caotica della frequenza cardiaca riflette uno stato di tensione emozionale, una variabilità armoniosa può essere ristabilita respirando in modo lento, profondo e ritmico. Questo effetto si può ottenere anche mediante tecniche di contemplazione o meditazione (pensate che oggi esistono delle applicazioni per smartwatch che ci invitano a respirare in modo regolare quando viene individuata una condizione di stress). L'aspetto più sorprendente è che il ristabilimento di una variabilità armoniosa della frequenza cardiaca per mezzo della respirazione controllata sembra sufficiente a migliorare lo stato emozionale. Mentre è risaputo che le emozioni influenzano il ritmo cardiaco, l'influenza del ritmo cardiaco sulle emozioni è una scoperta recente. Questa scoperta "chiude il cerchio" della connessione cuore-cervello, che possono essere visti come un'unica centralina operativa che controlla il nostro benessere fisico ed emozionale. In questo senso, il cuore-organo (*haty*) sembra essere ridiventato il cuore-anima (*ib*).

CUORE E CERVELLO COMUNICANO TRA LORO

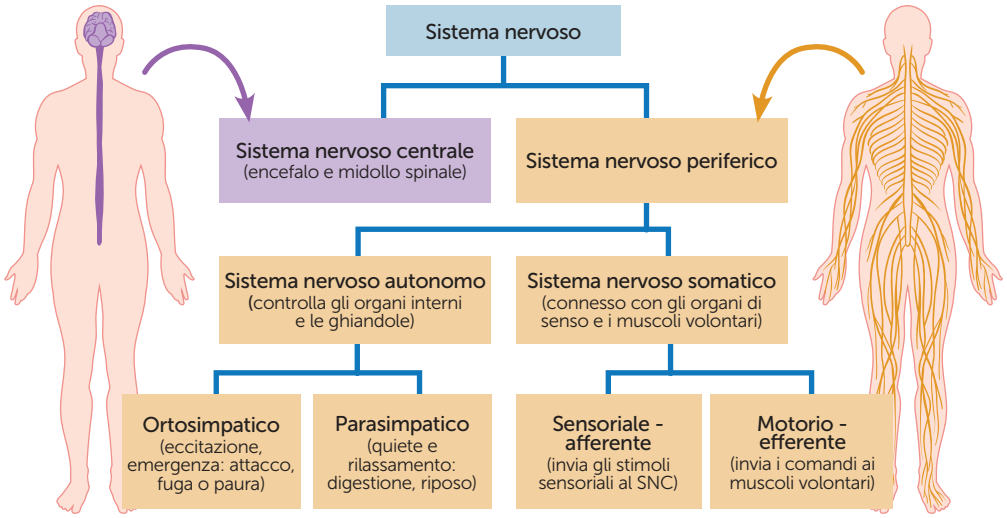
Nel corpo, cuore e cervello sono situati a una certa distanza l'uno dall'altro, eppure comunicano continuamente tra loro, tanto che una forte emozione, come sappiamo, può provocare il "batticuore". L'attività emozionale genera e trasmette dei segnali al cuore che ne modificano la funzione. L'attività car-

Perché quando ci emozioniamo ci viene il batticuore?

diaca è profondamente influenzata, infatti, da informazioni provenienti dal cervello, associate all'attività fisica, a segnali di allerta, allo stress o al sonno. I segnali neurali più intensi sono indotti dalle cosiddette **emozioni primordiali** (paura, ansia, rabbia, amore, gioia ecc.), che attivano dei **meccanismi di allerta e reazione immediata** e che hanno permesso la sopravvivenza dei nostri antenati fin dai tempi della comparsa del genere Homo (circa 2,1 milioni di anni fa).

A livello anatomico, il sistema nervoso è organizzato in due parti: il sistema nervoso centrale (SNC) e il sistema nervoso periferico (SNP) [**figura 2**].

Figura 2 Il sistema nervoso



Il **sistema nervoso centrale** è costituito dai neuroni e dalle fibre nervose che si trovano nel **cervello**, protetto dalla scatola cranica, e nel **midollo spinale**, contenuto nella colonna vertebrale. Ha una **funzione di controllo ed elaborazione delle informazioni** provenienti dagli altri organi e dall'ambiente; genera le risposte più appropriate e le trasmette al resto dell'organismo.

Il **sistema nervoso periferico**, costituito, invece, dai **recettori** e dai **nervi**, **invia le informazioni provenienti dall'interno e dall'esterno del corpo al SNC** e, nello stesso tempo, trasmette alla periferia gli stimoli nervosi elaborati a livello centrale.

Fa parte del SNP il **sistema nervoso autonomo**, così chiamato perché indipendente dalla nostra volontà. Regola, infatti, tutte le attività degli organi interni (come, ad esempio, cuore, polmoni, intestino) e di alcuni muscoli. È proprio attraverso il sistema nervoso autonomo che il cervello controlla il cuore.

Questo sistema è suddiviso in due branche, simpatica e parasimpatica, che hanno effetti antagonistici:

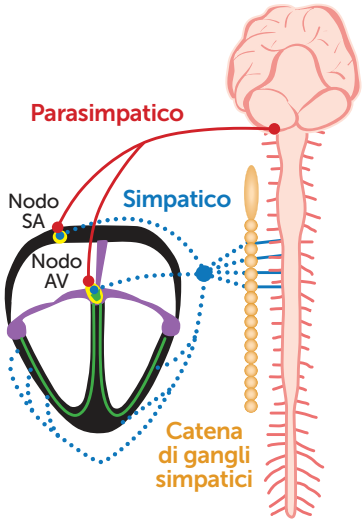
- il **sistema simpatico** accelera i battiti e aumenta la contrazione cardiaca, esercitando anche un effetto costrittivo su altri organi (ad esempio, i vasi arteriosi e l'intestino); può anche causare pallore, mani e piedi freddi, aumento della pressione arteriosa (indotti dalla vasocostrizione arteriosa);
- il **sistema parasimpatico** ha effetti opposti: rallenta i battiti e diminuisce la contrazione cardiaca, esercitando un effetto dilatatore sui vasi arteriosi e l'intestino.

Il risultato finale dipende dal prevalere dell'attività simpatica o parasimpatica in una data circostanza.

Le **cellule nervose (neuroni)** del sistema nervoso simpatico formano delle connessioni con altri neuroni nella catena dei **gangli simpatici** nella cavità toracica. Il più importante di essi è il **ganglio stellato**. I gangli simpatici integrano l'informazione neurale proveniente dal sistema nervoso estrinseco al cuore e quella trasmessa dal cuore stesso.

I **neuroni parasimpatici** che partecipano al controllo della funzione cardiaca sono invece localizzati nella *medulla oblongata*. Le **fibre parasimpatiche** raggiungono il cuore attraverso il nervo vago e formano un plesso di fibre interconnesse alla superficie del cuore (l'epicardio). I percorsi di comunicazione neurale tra il cervello e il cuore attraverso il sistema nervoso autonomo sono illustrati nella **figura 3**.

Figura 3 Comunicazione neurale tra il cervello e il cuore attraverso il sistema nervoso autonomo



Nodo SA: nodo seno-atriale

Nodo AV: nodo atrio-ventricolare

IL CENTRO DI CONTROLLO

La comunicazione tra il cuore e il cervello dipende da un **centro di controllo** che si trova nel cervello. Ne fanno parte diverse strutture cerebrali: la corteccia cerebrale prefrontale mediale, la corteccia insulare, l'amigdala, l'ipotalamo ecc. [**figura 4**].

Dov'è il centro di controllo?

La **corteccia insulare** partecipa alla generazione dell'immagine mentale del proprio stato fisico, che ha un influsso importante sullo stato emotivo basale. L'**amigdala** è attivata dalle emozioni negative, genera reazioni immediate a emozioni di paura e contribuisce al riacutizzarsi di ricordi legati a emozioni negative. Al contrario, le emozioni positive tendono a ridurre l'attivazione dell'amigdala. Questa struttura è connessa con l'**ippocampo** e il **nucleo paraventricolare** (localizzato nell'ipotalamo), che regolano la risposta del sistema nervoso autonomo a diversi tipi di stress fisico e psichico. Si capisce quindi come l'ansia e altre emozioni negative possano accelerare i battiti cardiaci attraverso stimoli provenienti

Figura 4 Le strutture cerebrali

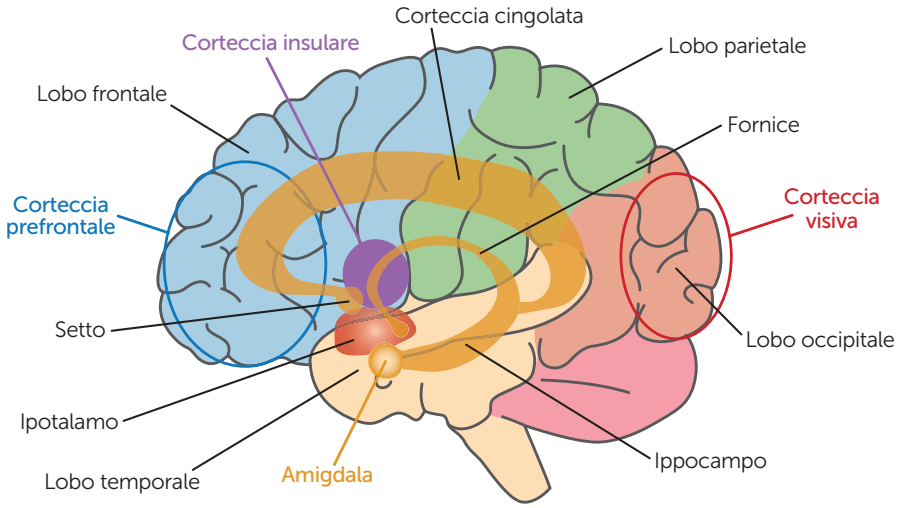
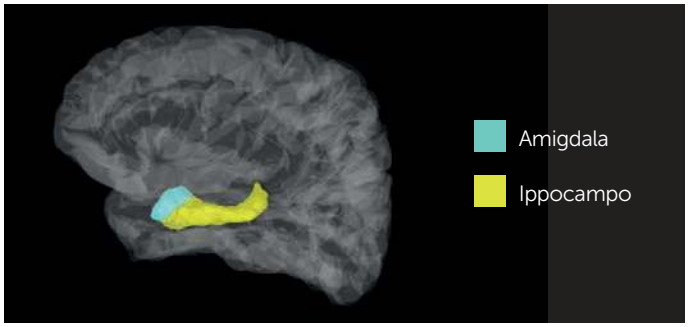


Figura 5 Connessione tra amigdala e ippocampo

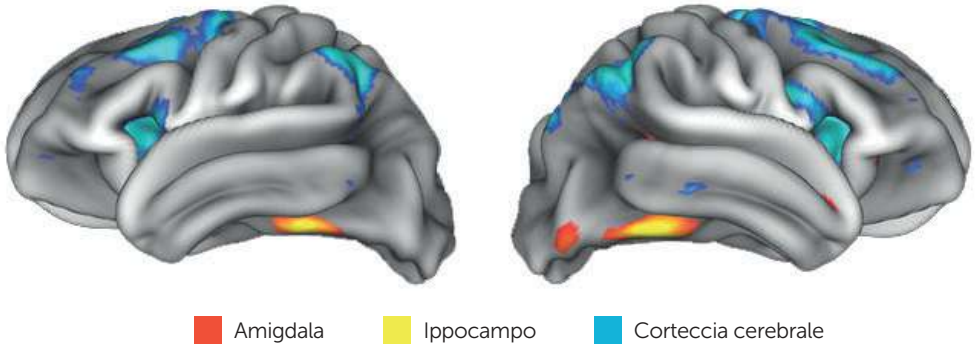


Fonte: Neuroscience News/Stephan Moratti.

dall'amigdala e dal centro di controllo del sistema autonomo che si trova nel cervello [**figura 5**].

Attraverso la **risonanza magnetica** funzionale del cervello è possibile evidenziare le regioni del cervello attivate da diversi stimoli. Quando un soggetto guarda dei visi umani, un'attività che suscita delle emozioni, si osserva l'attivazione di una regione del cervello comprendente l'amigdala e l'ippocampo (colori rosso

Figura 6 Illustrazione di una risonanza magnetica di un cervello sottoposto a diversi stimoli emozionali o mentali



e giallo). Quando invece svolge dei compiti di memoria si osserva l'attivazione di alcune regioni della corteccia cerebrale (colore blu). Diverse attività emozionali o mentali attivano quindi diverse regioni cerebrali [**figura 6**].

IL SISTEMA NERVOSO SIMPATICO E PARASIMPATICO

Come abbiamo già accennato, l'innervazione del cuore da parte del sistema nervoso simpatico avviene attraverso dei neuroni che si trovano nella porzione toracica alta del midollo spinale e sono connessi con i gangli simpatici nella cavità toracica. I **neuroni dei gangli simpatici** innervano il sistema di conduzione cardiaco che genera lo stimolo elettrico che inizia ogni battito del cuore e lo trasmette dalla parte alta del cuore (gli **atri**) alla parte bassa (i **ventricoli**) [**figura 7**]. Inoltre, i gangli simpatici innervano il tessuto muscolare del cuore (**miocardio**) aumentandone la contrazione. L'aumento combinato dei battiti e della contrazione cardiaca serve a pompare un maggior volume di sangue attraverso la circolazione e quindi a fornire più ossigeno agli organi del corpo.

A livello delle cellule del cuore i neuroni simpatici stimolano la secrezione di sostanze chimiche, chiamate **neurotrasmettitori**, come la **noradrenalina** e il **neuropeptide Y** che hanno l'effetto di trasmettere informazioni ad altre cellule [**figura 8**]. La noradrenalina attiva i recettori adrenergici beta-1 del cuore

Figura 7 Struttura del cuore

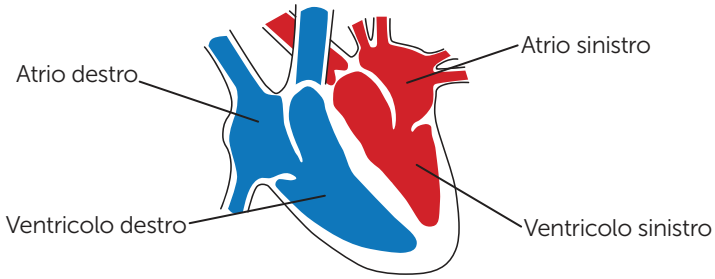
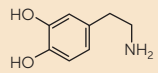
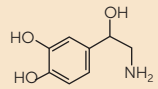
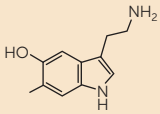
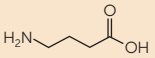
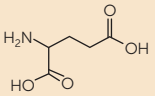
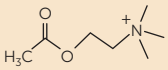


Figura 8 I principali neurotrasmettitori

Dopamina		Controlla i livelli di allerta in molte parti del cervello e presiede alle funzioni motorie. Agisce sul sistema nervoso simpatico causando l'accelerazione del battito cardiaco e l'innalzamento della pressione del sangue.
Norepinefrina (Noradrenalina)		Agisce direttamente sul sistema nervoso simpatico regolando la risposta di alcune funzioni (battito cardiaco, respirazione) di fronte a situazioni di stress o pericolo. Induce lo stato di allerta fisico e mentale e regola l'umore.
Serotonina		Regola importanti processi fisiologici quali il ciclo sonno/veglia, il senso di fame/sazietà, la motilità intestinale, il tono dell'umore, la memoria e il desiderio sessuale. Difetti della produzione di serotonina sono alla base di disturbi depressivi.
Acido γ-amminobutirrico (GABA)		È il principale neurotrasmettitore inibitorio del sistema nervoso centrale. È anche direttamente responsabile per la regolazione del tono muscolare.
Glutammato		È il principale neurotrasmettitore eccitatorio. È fondamentale nei meccanismi dell'apprendimento e della memoria a lungo termine.
Endorfine, encefaline (peptidi oppioidi)	**Met-encefalina:** Tyr-Gly-Gly-Phe-Met	Regolano le sensazioni di dolore e fame.
Acetilcolina		È responsabile della trasmissione nervosa sia a livello di sistema nervoso centrale sia di sistema nervoso periferico. Controlla le aree del cervello deputate alle funzioni dell'attenzione, della memoria e dell'apprendimento.

che accelerano il ritmo cardiaco, aumentando nel contempo la contrattilità del muscolo cardiaco. Il sistema nervoso simpatico controlla, inoltre, il cuore mediante la secrezione di adrenalina dalla ghiandola surrenale. Il tempo che passa dalla stimolazione nervosa all'accelerazione del ritmo cardiaco è 1,7 secondi.

Come il sistema simpatico, anche il parasimpatico innerva sia il sistema di conduzione cardiaco che il miocardio. Stimola il rilascio di **acetilcolina**, che rallenta istantaneamente la frequenza cardiaca e diminuisce la contrattilità del muscolo cardiaco, e del peptide vasoattivo intestinale, un ormone prodotto dal pancreas.

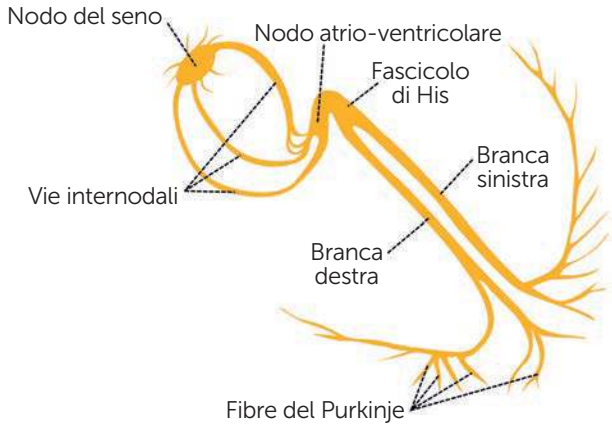
A cosa serve il sistema di regolazione della contrazione cardiaca?

Come abbiamo visto, il sistema di regolazione della contrazione cardiaca è complesso e comporta l'interazione di varie parti del sistema nervoso che hanno la capacità di produrre effetti diversi e antagonisti. Questo permette all'individuo di rispondere in modo efficace ai vari stimoli che provengono sia dall'esterno del corpo sia dal suo interno. Il tema della regolazione è dunque molto importante ed essere in grado di costruirne un modello permette di capire, oltre alle sostanze che entrano in gioco, anche gli effetti che esse comportano. Conoscere come è possibile influenzare il comportamento di questo sistema, ad esempio in casi in cui è necessario riportarlo sotto controllo, è fondamentale e può contribuire a salvare delle vite.

IL SISTEMA DI CONDUZIONE CARDIACO

Ogni battito cardiaco è il risultato dell'attivazione elettrica del cuore e della propagazione dello stimolo elettrico a tutte le regioni del muscolo cardiaco. Questi fenomeni elettrici si producono per mezzo del **sistema di conduzione cardiaco** che è formato da cellule muscolari caratterizzate dalla capacità di depolarizzarsi (cioè modificare la loro polarità elettrica) spontaneamente. La depolarizzazione spontanea di queste cellule genera lo stimolo elettrico che è poi trasmesso a tutto il cuore attraverso il sistema di conduzione. Le strutture anatomiche che ne fanno parte sono il nodo seno-atriale (SA), il nodo atrio-ventricolare (AV), il fascicolo di His e le fibre di Purkinje che si suddividono in una branca sinistra e una branca destra [**figura 9**].

Figura 9 Il sistema di conduzione cardiaco

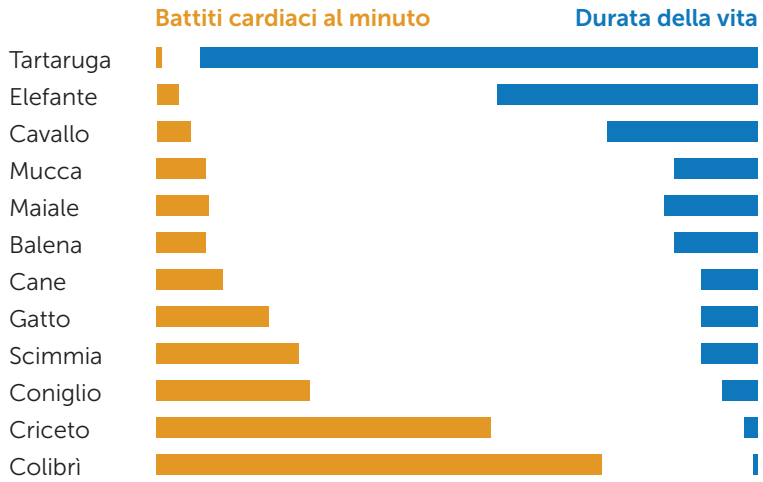


Poiché il nodo SA si depolarizza spontaneamente in modo più veloce rispetto al nodo AV, al fascicolo di His e alle fibre di Purkinje, esso determina il ritmo cardiaco. Per questo motivo, il nodo SA è anche chiamato **pacemaker fisiologico** e il ritmo cardiaco normale è chiamato **ritmo sinusale**. Come abbiamo visto, la funzione del nodo SA è influenzata dagli impulsi simpatici e parasimpatici che riceve, quindi dall'attività cerebrale. Tuttavia, le cellule del nodo SA mantengono il ritmo cardiaco attorno a 72 battiti al minuto anche se staccate dai nervi che lo controllano.

Quando comincia a battere il cuore?

Il primo battito del cuore umano inizia presto, a 16 giorni dal concepimento. Il cuore di un individuo in buono stato di salute batte con un ritmo compreso tra 60 e 90 battiti al minuto (a riposo). Da ciò si possono calcolare circa 42 milioni di battiti all'anno e 3 miliardi di battiti nel corso di una vita di media durata. Il battito può accelerare fino a oltre 100 battiti al minuto o rallentare fino a circa 20 battiti al minuto. Alcuni individui sani, tra cui molti sportivi, hanno un ritmo cardiaco compreso tra 45 e 60 battiti al minuto. L'allenamento sportivo accelera i battiti durante lo sforzo, ma tende a rallentarli nell'intervallo tra uno sforzo e l'altro.

Figura 10 Relazione tra il numero di battiti cardiaci al minuto e la durata media della vita in diverse specie animali



Un dato interessante riguarda la variabilità fisiologica del numero di battiti al minuto tra le specie animali [**figura 10**]. Gli animali di piccola taglia tendono ad avere un ritmo più rapido, mentre quelli di dimensioni maggiori uno più rallentato, anche se la tartaruga, ad esempio, ha un ritmo molto lento. Se si considerano globalmente le diverse specie animali, sembra di poter scorgere una relazione inversa generale tra i battiti cardiaci al minuto e la durata media della vita. Il significato di questa osservazione non è chiaro ma sembra suggerire che il cuore sia, in un certo senso, "programmato" per un certo numero complessivo di battiti nell'arco di un'intera vita. Se batte velocemente raggiunge più precocemente questo numero-limite di battiti, si potrebbe dire che "invecchia" più in fretta. Però è solo un'ipotesi. È probabile che altri fattori contribuiscano a spiegare questo fenomeno.

ANCHE IL CUORE COMUNICA CON IL CERVELLO

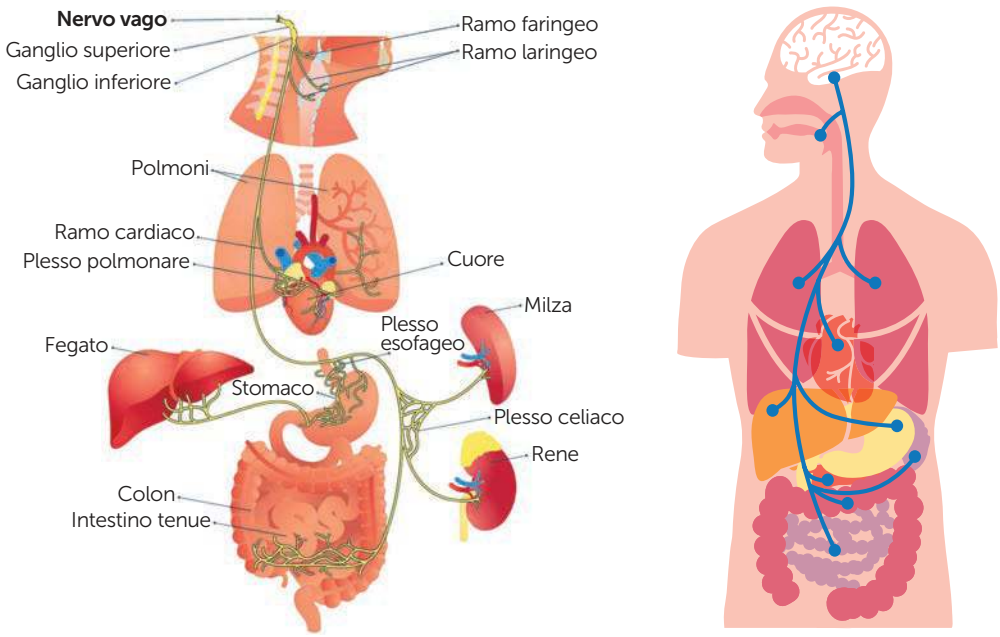
Mentre l'influenza del cervello sul cuore è ben nota, quella del cuore sul cervello è meno conosciuta. In realtà, la comunicazione tra i due organi è bidirezionale: discendente e ascendente.

La **comunicazione ascendente** utilizza le stesse strutture del sistema nervoso di cui si avvale la **comunicazione discendente**, come pure sostanze chimiche circolanti nel sangue. Il cuore possiede un proprio sistema di **cellule nervose sensoriali**, i **neuriti**, che sono attivate da diversi stimoli fisici e chimici provenienti sia dal cuore stesso (frequenza cardiaca, pressione, sostanze chimiche) che da altre parti del corpo. Il sistema nervoso intrinseco del cuore integra le informazioni provenienti dal sistema nervoso estrinseco e dai neuriti sensoriali che si trovano nel cuore stesso.

Le **fibre simpatiche afferenti** (cioè che si dirigono verso il cervello) si connettono dapprima con i gangli nervosi nella cavità toracica, che processano i segnali neurali, quindi con il ganglio della radice dorsale e il cordone spinale. I **gangli nervosi** nella cavità toracica si connettono con i polmoni, l'esofago e, indirettamente, con molti altri organi, tra cui la pelle e le arterie.

Le **fibre parasimpatiche afferenti** al cervello formano il **nervo vago** [**figura 11**], che è composto principalmente da fibre afferenti che si connettono

Figura 11 Il nervo vago



con la *medulla*; da qui le informazioni sono trasmesse alle regioni sottocorticali (talamo, amigdala ecc.) e quindi alle regioni superiori della corteccia cerebrale. Attraverso queste vie nervose, e inoltre mediante segnali chimici, il cuore può controllare o attivare determinate funzioni cerebrali in funzione delle circostanze. Ciò significa che il cuore può influenzare la nostra percezione della realtà e le nostre reazioni.

ORMONI E NEUROTRASMETTITORI

Sia il cervello che il cuore producono e rilasciano nel sangue ormoni e neuropeptidi, ad esempio i peptidi natriuretici (peptide natriuretico cerebrale e peptide natriuretico atriale) che controllano l'omeostasi (stabilità) del liquido extracellulare e influiscono sulla pressione arteriosa. Anche il cuore, sebbene in misura inferiore rispetto al cervello, produce l'ossitocina, di cui parleremo più avanti. Di recente è stato scoperto un altro ormone prodotto dal cuore: il **GDF15**. Questo ormone è prodotto in eccesso dal cuore di bambini con gravi malattie cardiache congenite, circola nel sangue e inibisce l'azione dell'ormone della crescita, contribuendo al ritardo della crescita osservato in questi bambini.

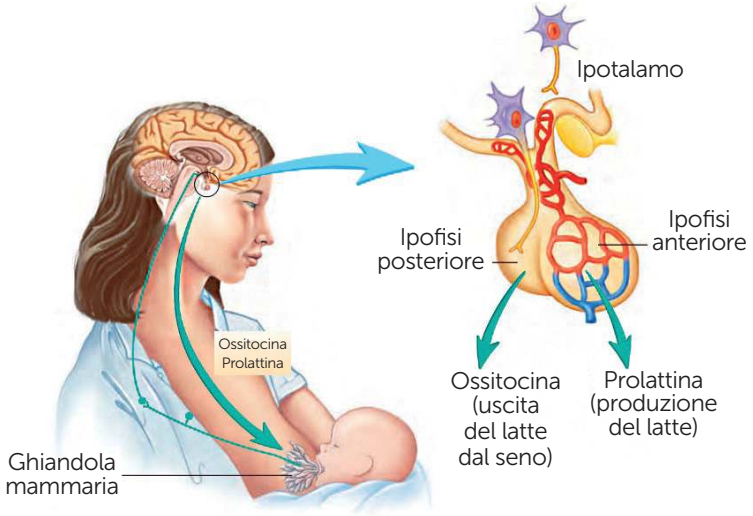
OSSITOCINA: "ORMONE DELL'AMORE"

L'ossitocina è anche conosciuta come "ormone dell'amore". La secrezione di questo neuropeptide aumenta durante l'ultima fase della gravidanza e al momento del parto, stimolando la contrazione muscolare dell'utero. Inoltre, induce la secrezione del latte materno durante l'allattamento. La poppata stimola infatti l'ipotalamo a produrre l'ossitocina, che è poi secreta dall'ipofisi posteriore [**figura 12**].

In entrambi i sessi la produzione di ossitocina è stimolata dai contatti fisici affettuosi, dal rapporto sessuale o anche solo dalla vista di persone amate o bambini piccoli, o dall'ascolto di musica.

Perché l'ossitocina è chiamata ormone dell'amore?

Figura 12 La produzione di ossitocina stimolata dalla poppata



L'ossitocina favorisce l'attaccamento relazionale e la fiducia nelle persone. A seguito di esperimenti sui topi si è visto che iniezioni di ossitocina nel cervello creano un comportamento materno in femmine non gravide. Al contrario, iniezioni di molecole che bloccano l'ossitocina inducono topi femmine a dimenticarsi dei piccoli quando questi si allontanano. Nei maschi l'assenza di ossitocina provoca aggressività e assenza di attaccamento sociale. L'ossitocina ha anche l'effetto di ridurre il consumo di cibo e per questo motivo se ne sta valutando l'uso terapeutico per ridurre l'obesità.

L'ossitocina esercita effetti benefici anche per il cuore, come ad esempio la vasodilatazione arteriosa e, di conseguenza, la diminuzione della pressione arteriosa. Durante un attacco cardiaco (causato dell'interruzione dell'apporto di sangue ossigenato al cuore in seguito all'occlusione di un'arteria coronaria) l'ossitocina sembra avere un effetto protettore sul cuore, riducendo la gravità dell'infarto.

Riassumendo, il cervello (e in misura minore il cuore) secerne ossitocina, un ormone con effetti benefici su entrambi gli organi.

STRESS MENTALE E MALATTIA CARDIACA

L'**ansia** e la **depressione** aumentano l'instabilità emozionale e la probabilità di sviluppare un attacco cardiaco. La relazione tra lo stress psichico e il collasso cardio-circolatorio fu ipotizzata per la prima volta da un antropologo, Walter Cannon, nel 1942. Egli suppose che la morte procurata per mezzo del voodoo e della magia nera presso alcune popolazioni primitive dell'Africa e di altre parti del mondo potesse essere causata da uno shock psicogeno prodotto dalla paura, che attiverebbe dei meccanismi cerebrali che possono portare al collasso cardio-circolatorio. Studi più recenti hanno mostrato un aumento del numero di attacchi cardiaci sia durante un terremoto che nei giorni successivi, suggerendo quindi effetti nocivi dell'ansia sul cuore.

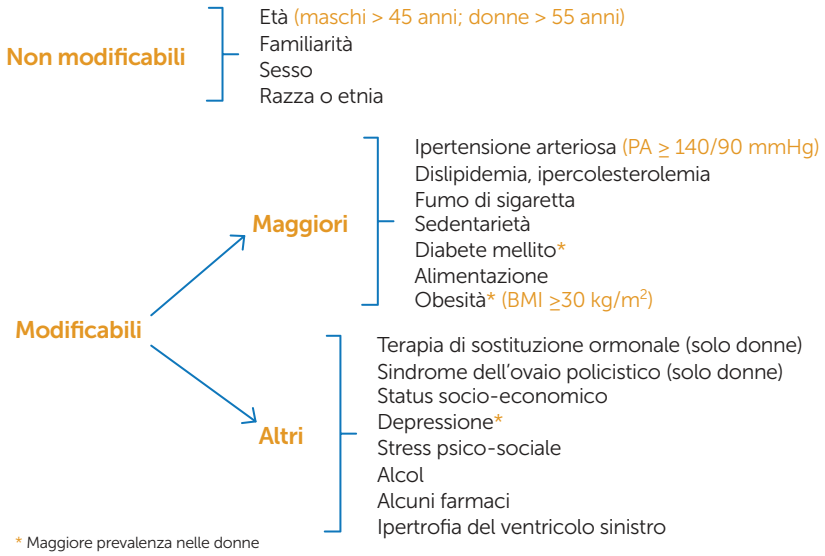
Altri studi hanno mostrato che lo stress psichico e la depressione cronica, che colpiscono in particolare le donne con un rapporto di 2:1, sono responsabili di un numero di attacchi cardiaci più elevato rispetto a quello causato dai fattori di rischio tradizionali (fumo, obesità, diabete, ipertensione arteriosa). Riguardo ai fattori di rischio, non dobbiamo dimenticare, tuttavia, che alcuni possono essere modificati attraverso cambiamenti dello stile di vita o terapie farmacologiche [**figura 13**].

In un interessante studio si è visto che lo stress mentale, indotto dal dover eseguire calcoli matematici o compiti di memoria, causava una perturbazione temporanea della circolazione cardiaca in una parte degli individui; gli stessi che, nei quattro anni successivi, avrebbero poi presentato un numero di attacchi cardiaci 5 volte più alto rispetto agli altri.

Nel 1959, inoltre, due cardiologi americani, Meyer Friedman e Ray Rosenman, osservarono che alcuni soggetti sono particolarmente predisposti a disturbi di tipo cardiovascolare. Questa **personalità**, che chiamarono **di tipo A**, è caratterizzata da eccessiva competitività, irritabilità, ostilità, continuo desiderio di riconoscimento e propensione a sottoporsi a lunghe giornate lavorative.

Cos'è la personalità di tipo A?

Figura 13 Fattori di rischio cardiovascolare



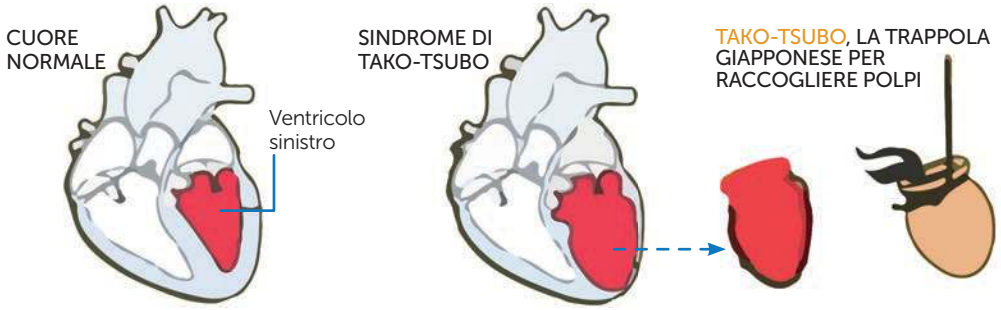
Dal punto di vista biologico, lo stress stimola il sistema nervoso simpatico aumentando i livelli di noradrenalina e cortisolo nel sangue, la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa e la vasocostrizione (riduzione reversibile del diametro dei vasi arteriosi). In risposta alla noradrenalina e al cortisolo, l'amigdala allerta tutto il sistema nervoso a prepararsi a un pericolo imminente, rinforzando anche ricordi legati a emozioni negative. Queste alterazioni possono creare un circolo vizioso che perpetua lo stress. Inoltre, lo stress aumenta il numero di globuli bianchi nel sangue, che è un segno di infiammazione, e la tendenza del sangue a formare dei coaguli (trombi) che possono causare un attacco cardiaco.

LA SINDROME DEL CUORE INFRANTO

Un caso particolare di danno cardiaco causato da stress psichico o psico-fisico è rappresentato dalla cosiddetta sindrome del cuore infranto, anche chiamata **cardiomiopatia da stress** o **sindrome di *tako-tsubo***. Descritta per la prima volta in Giappone nel 1991, questa sindrome è caratterizzata da un forte dolore toracico, indistinguibile dall'infarto cardiaco, e da un arrotondamento della forma

del cuore che ricorda quella del cestello (*tsubo*) usato dai pescatori giapponesi per pescare il polpo (*tako*). Questo evento è spesso causato da un'emozione negativa (una brutta notizia, uno spavento ecc.), anche se sono stati descritti alcuni casi causati da un'emozione positiva. La modificazione "a pallone" del cuore è essenzialmente reversibile. Il meccanismo biologico non è del tutto chiaro, ma il rilascio di noradrenalina nel sangue causato da una forte emozione sembra svolgere un ruolo importante, almeno in una parte dei casi. Livelli di noradrenalina molto alti, infatti, sono tossici per le cellule del cuore [**figura 14**].

Figura 14 La sindrome di tako-tsubo



IL BENESSERE EMOZIONALE

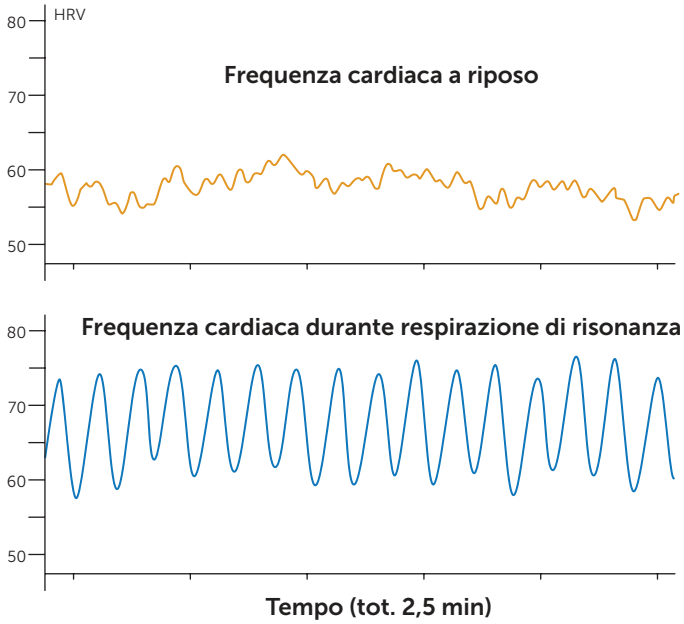
Anche nello stato di riposo fisico si registrano normalmente delle microvariazioni della frequenza cardiaca che dipendono dalla risposta del cuore a segnali oscillatori fisiologici, il più importante dei quali è l'attività respiratoria. Si distinguono due modalità di variabilità della frequenza cardiaca: una è caratterizzata da onde ampie e regolari che si susseguono armoniosamente (**coerenza**), mentre l'altra è disordinata, con onde che non seguono un particolare andamento (**caos**).

La **modalità coerente** riflette l'attivazione del sistema nervoso parasimpatico, in quanto le oscillazioni del ritmo cardiaco dipendono dall'azione frenante del nervo vago sul nodo seno-atriale, che è preponderante durante l'espirazione. In questo modo, un'attività respiratoria ritmica e profonda favorisce una variabilità armoniosa del ritmo cardiaco. La distanza tra i picchi e le valli

delle oscillazioni della frequenza cardiaca rappresenta una misura dell'attività vagale. Un aspetto interessante è che un'elevata variabilità armoniosa del ritmo cardiaco è associata a emozioni positive (compassione, pensieri altruistici ecc.) e alla diminuzione dell'ansia. In accordo con queste osservazioni, il nervo vago è stato descritto come il sistema biologico che facilita il prendersi cura dei figli e di altri individui, e in generale favorisce l'altruismo. Il nervo vago presenta un'alta densità di recettori all'ossitocina che, come abbiamo visto, induce emozioni positive. Inoltre, questo ormone aumenta la variabilità del ritmo cardiaco, potenziando l'effetto del nervo vago in questo senso.

L'aspetto più sorprendente, tuttavia, è il fatto che sia possibile aumentare volontariamente la variabilità del ritmo cardiaco mediante l'attività respiratoria controllata, e che ciò si traduca in un'esperienza emozionale positiva. Il pannello superiore della **figura 15** mostra la frequenza cardiaca di un individuo sano che respira spontaneamente, in modo non controllato, a ri-

Figura 15 Variabilità della frequenza cardiaca durante la respirazione spontanea (non controllata) e la respirazione di risonanza

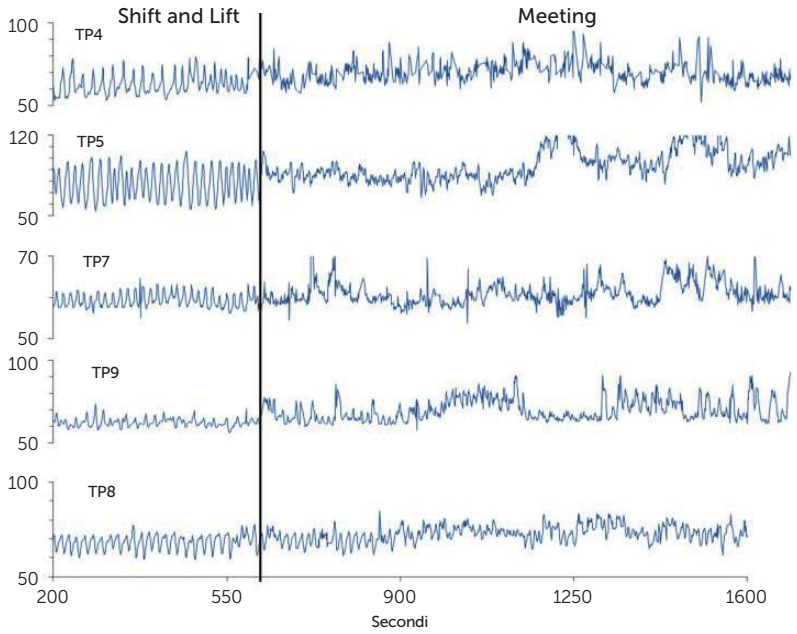


poso. La variabilità del ritmo è di tipo caotico. Il pannello inferiore mostra la frequenza cardiaca dello stesso individuo che respira ritmicamente una volta ogni 10 secondi (cioè con una frequenza di 0,1 Hz). Questa modalità di **respirazione** è detta **di risonanza** perché induce delle oscillazioni particolarmente ampie e armoniose del ritmo cardiaco. Una curiosità: questo aspetto è stato colto anche dalle ricerche di mercato che hanno incluso, in alcuni prodotti di consumo dotati di sensori per il ritmo cardiaco, delle applicazioni che invitano a respirare "in risonanza"!

Cosa è la respirazione di risonanza?

La **figura 16** illustra un altro esempio di questo fenomeno. Mostra, infatti, la variabilità della frequenza cardiaca in 5 individui che respirano in modo ritmico secondo una tecnica chiamata "Shift and Lift" prima dell'inizio di un meeting di lavoro (indicato dalla riga nera verticale). Con una sola eccezione

Figura 16 Variabilità del ritmo cardiaco in 5 individui durante la respirazione ritmica controllata e durante un successivo meeting di lavoro



Fonte: McCraty R. Front Publ Health 2017.

(secondo tracciato dal basso), la variabilità della frequenza cardiaca è stata più armoniosa durante la respirazione ritmica che durante il meeting. Diverse attività contemplative come la **meditazione** e lo **yoga** hanno in comune una respirazione controllata o attentamente guidata. Il beneficio emozionale associato a queste attività potrebbe essere dovuto, almeno in parte, all'attivazione del nervo vago indotta dalla respirazione ritmica. Un'oscillazione armoniosa del ritmo cardiaco sembra stimolare la funzione della corteccia cerebrale prefrontale, una regione del cervello particolarmente sensibile alle oscillazioni. Degli esercizi quotidiani di respirazione controllata nell'arco di 3 mesi sono risultati efficaci nell'aumentare la variabilità del ritmo cardiaco e migliorare l'esperienza emozionale.

IL CERVELLO E IL CUORE GENERANO CAMPI MAGNETICI

Il cervello e il cuore hanno entrambi un'attività elettrica, che è comunemente registrata rispettivamente con l'**elettroencefalogramma (EEG)** e l'**elettrocardiogramma (ECG)**. Queste metodiche registrano i segnali elettrici sulla superficie del corpo che generano dei campi magnetici. Nel corpo umano, il cuore genera il più grande campo magnetico ritmico, che è nell'ordine di nanotesla (circa 100 volte superiore al campo magnetico del cervello) e può essere misurato a circa un metro di distanza dal corpo mediante un magnetogramma (MCG, l'equivalente magnetico dell'ECG). Il campo magnetico del cuore umano ha una forma toroidale, la particolare forma geometrica illustrata dalla **figura 17**.

Il cuore irradia una serie di onde magnetiche pulsatili (energia magnetica emessa in modo pulsatile) nelle quali l'intervallo di tempo tra due polsi di energia magnetica (cioè tra due picchi dell'onda magnetica) varia in modo complesso. Queste onde magnetiche generano delle interferenze interagendo con tessuti che possono essere polarizzati magneticamente. La **figura 18** mostra le registrazioni simultanee dell'ECG e dell'MCG sulla superficie del torace di un individuo sano, durante l'espirazione e l'inspirazione. L'attività elettrica e quella magnetica sono sincrone, indicando che la prima genera la seconda.

Figura 17 Il campo magnetico del cuore umano

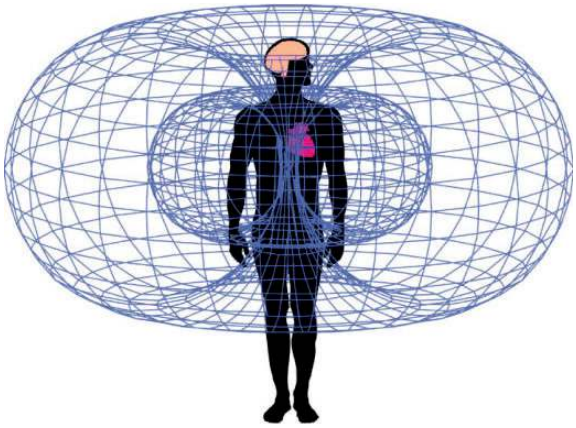
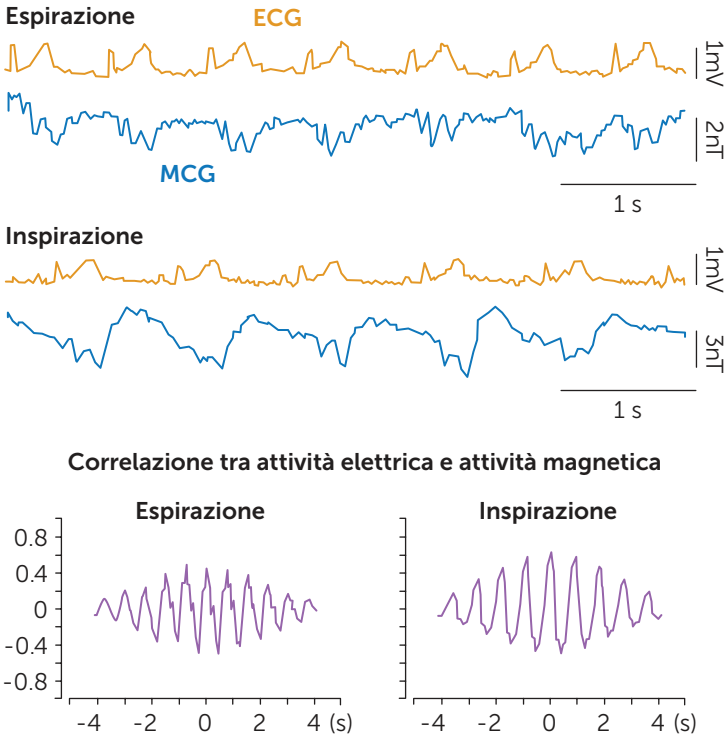


Figura 18 Elettrocardiogramma e magnetocardiogramma di un individuo durante l'espirazione e l'inspirazione: correlazione tra l'attività elettrica e l'attività magnetica



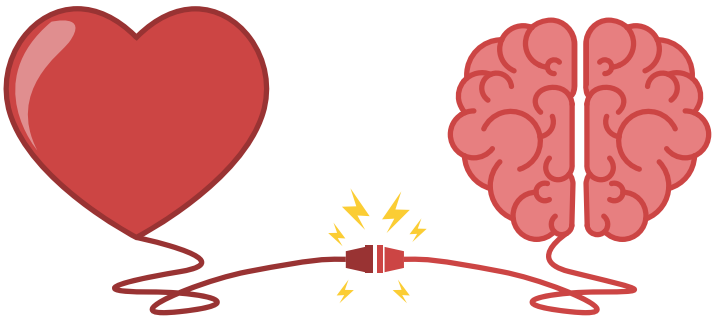
Fonte: Nakayama S. et al. PLoS One 2011.

CONCLUSIONI

Questi brevi accenni mostrano come il cuore e il cervello, sebbene distanti anatomicamente, si scambino informazioni attraverso il sistema nervoso e gli ormoni circolanti. Il cuore, quindi, è ben più di una pompa muscolare che manda il sangue ossigenato in tutto il corpo. Abbiamo anche visto che una respirazione ritmica e profonda può armonizzare la variabilità del ritmo cardiaco e che ciò sembra migliorare sorprendentemente l'esperienza emozionale. Quest'ultima osservazione, molto recente, necessita tuttavia di essere confermata da ulteriori studi.

Le connessioni tra cuore e cervello sono complesse e alcuni degli aspetti che abbiamo discusso non fanno necessariamente parte delle conoscenze di base tradizionali riguardanti il cuore. Tali aspetti, tuttavia, potrebbero avere il merito di togliere il cuore dall'isolamento concettuale in cui è stato lasciato, come organo a sé stante, vedendolo piuttosto nelle sue interazioni con il cervello e gli altri organi.

Una comprensione sistemica del corpo umano non è riducibile, infatti, alla conoscenza dettagliata del funzionamento delle sue parti. Al contrario, comprendere il sistema corpo e acquisire una certa saggezza nei suoi confronti (e in definitiva su noi stessi) è qualcosa che si nutre della conoscenza delle interazioni che si manifestano tra queste parti. Una comunicazione efficace e sana tra le parti del corpo è essenziale per favorire il benessere della persona: prendersi cura del cuore e del cervello ha dunque un effetto positivo su entrambi e di riflesso sul corpo intero e potremmo dire a buona ragione sulla persona e sull'esperienza che essa fa della realtà. Un buon equilibrio tra due organi importantissimi, cuore e cervello, è essenziale quindi per la nostra salute psico-fisica!



Questioni di... cuore

PARTE SECONDA

Testi

A cura degli alunni della classe 3C della Scuola Media Tesserete:

Siro Bettini
Jonathan Biasca
Alessandro Cammarata
Soraya Campana
Mara Camponovo
Michelle Corti
Zoe Dell'Andrino
Camilla Farasini
Alex Gelpi
Tristan Knupfer
Laura Morosoli
Alice Orsi
Anna Reverberi
Sophie Riavis
Priamo Riva
Amélie Ruggeri
Emma Stefanizzi
Eithlyn Stucki

Con il coordinamento dei professori:

Pamela Mobilia-Monti (docente di Scienze Naturali)
Martina Cameroni (docente di Italiano)

Scuola Media Tesserete
via Gola di Lago - 6950 Tesserete
Ticino - Svizzera
www.smtesserete.ti.ch
decs-sm.tesserete@edu.ti.ch
Direttore: Giorgio Cesarini

Disegni

Realizzazione, per la Scuola Romana dei Fumetti, di Alessandro Telve.

QUESTIONI DI...
CUORE
BOSCO DI REDDE... ALLENAMENTO DI CORSA D'ORIENTAMENTO...
È ANCORA MOLTO LONTANO IL PUNTO NUMERO OTTO?
NO, DOVREMMO QUASI ESSERCI...
DI LÀ...

TROVATO!

FORZA, ANDIAMO... SIAMO QUASI ALLA FINE DEL PERCORSO!

ARRIVIAMO...
UFF...
PANT...

COS'HAI KASPER... NON TI SENTI BENE?

MI MANCA UN PO' IL RESPIRO, RICCARDO...

HO MAL DI TESTA... E MI SENTO SVENIRE...

OHHHH...

LUIS!... LUIS!
CHIAMA UN'AMBULANZA... PRESTO!
UN NOSTRO AMICO È SVENUTO DURANTE UN ALLENAMENTO!

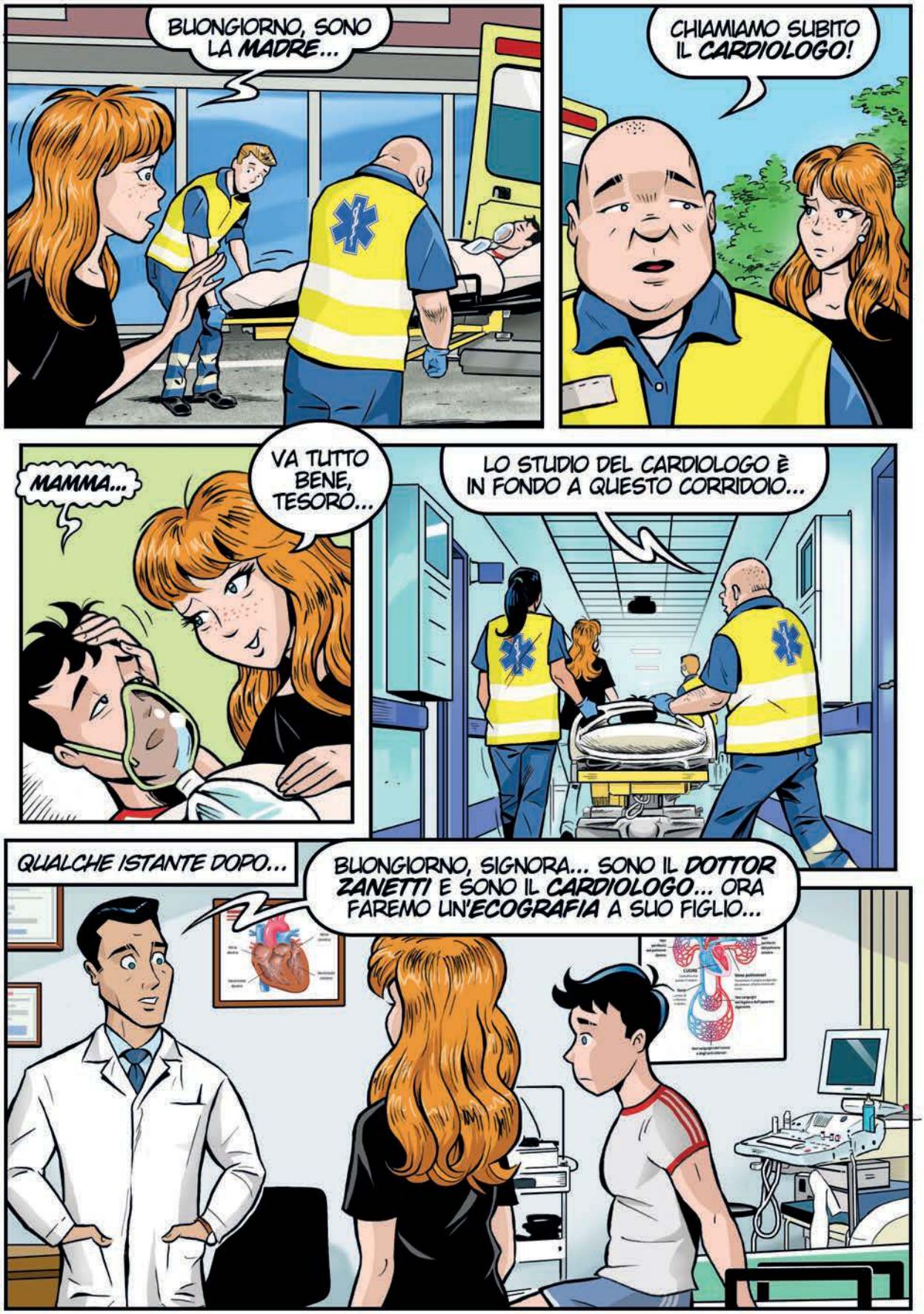
CI TROVIAMO NEL BOSCO DI REDDE A TESSERETE...

DICONO DI CONTROLLARE SE IL CUORE BATTE ANCORA...

COME FACCIO?
SENTIGLI IL POLSO...

BATTE!
DICONO DI CERCARE DI PORTARLO ALLA FINE DEL PERCORSO... L'AMBULANZA ARRIVERÀ LÌ!

FACCIAMO PIANO... KASPER RESISTI, FORZA!
RESTA COSCIENTE ANCORA UN PO'...
DI LÌ A POCO...
RAGAZZI, STATE TRANQUILLI... ANDRÀ TUTTO BENE!
AVETE GIÀ AVVISATO I SUOI GENITORI?
NO...
LI CHIAMIAMO NOI!
UEEEEEEE
UEEEEEEE


BUONGIORNO, SONO LA MADRE...
CHIAMIAMO SUBITO IL CARDIOLOGO!
MAMMA...
VA TUTTO BENE, TESORO...
LO STUDIO DEL CARDIOLOGO È IN FONDO A QUESTO CORRIDOIO...
QUALCHE ISTANTE DOPO...
BUONGIORNO, SIGNORA... SONO IL DOTTOR ZANETTI E SONO IL CARDIOLOGO... ORA FAREMO UN'ECOGRAFIA A SUO FIGLIO...

METTITI PURE SUL LETTINO, GIOVANOTTO, E TOGLITI LA MAGLIETTA...

ORA TI METTERÒ QUESTO GEL... AIUTA A OTTENERE UN'IMMAGINE MIGLIORE DEL CUORE.

COSÌ...

C'È UN PROBLEMA! IL TUO CUORE HA UN ***FORO*** TRA L'***ATRIO DESTRO E QUELLO SINISTRO***...

COSA SIGNIFICA?

PER SPIEGARVI MEGLIO PROVATE A IMMAGINARE CHE LA ***CIRCOLAZIONE SANGUIGNA*** VENGA RAPPRESENTATA COME LA ***CIRCOLAZIONE STRADALE***...

"SOLITAMENTE LE MACCHINE, CHE SAREBBERO I **GLOBULI ROSSI**, SEGUONO UNA STRADA UNICA DURANTE IL PERCORSO..."

VROOM...

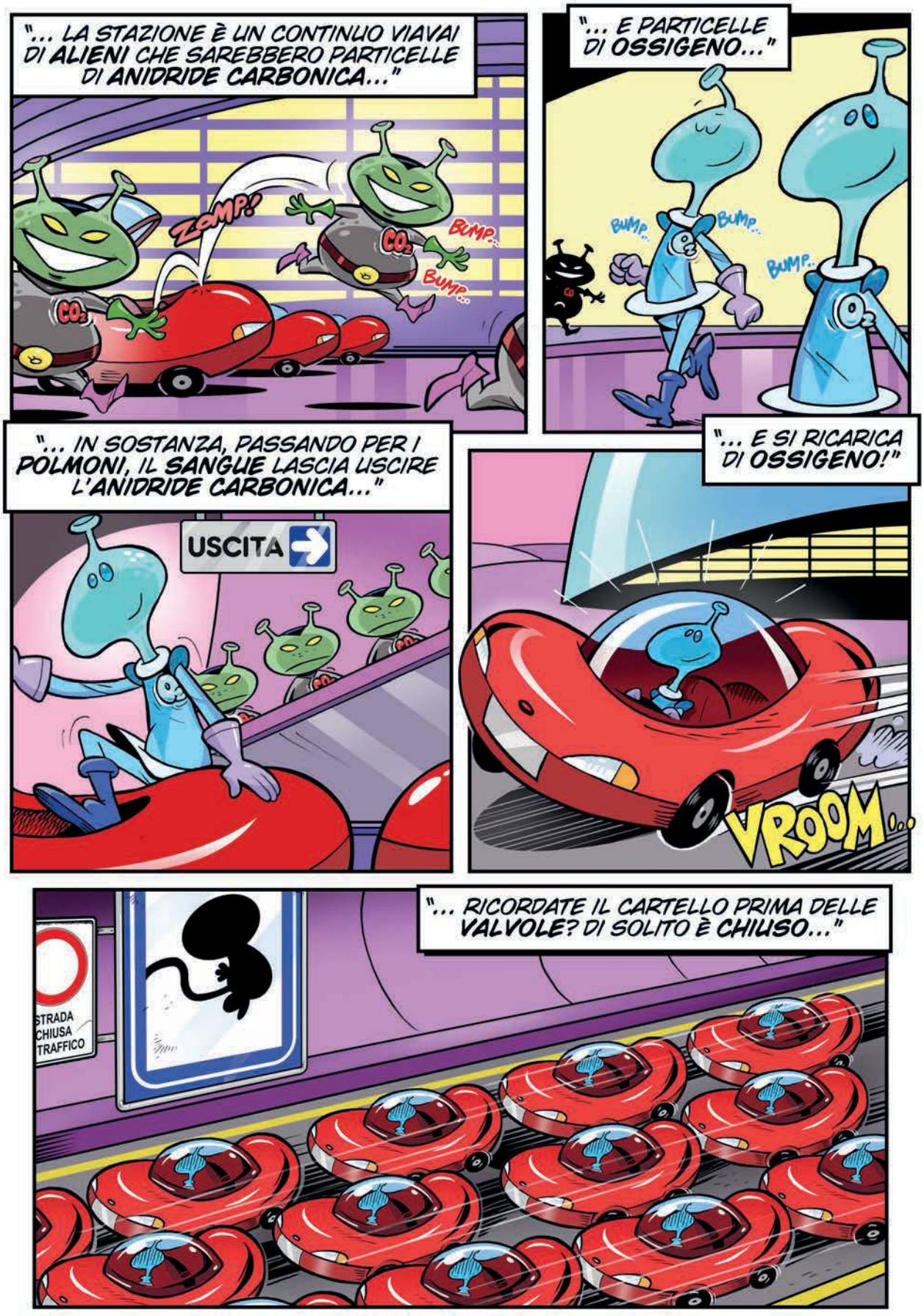
VROOM...

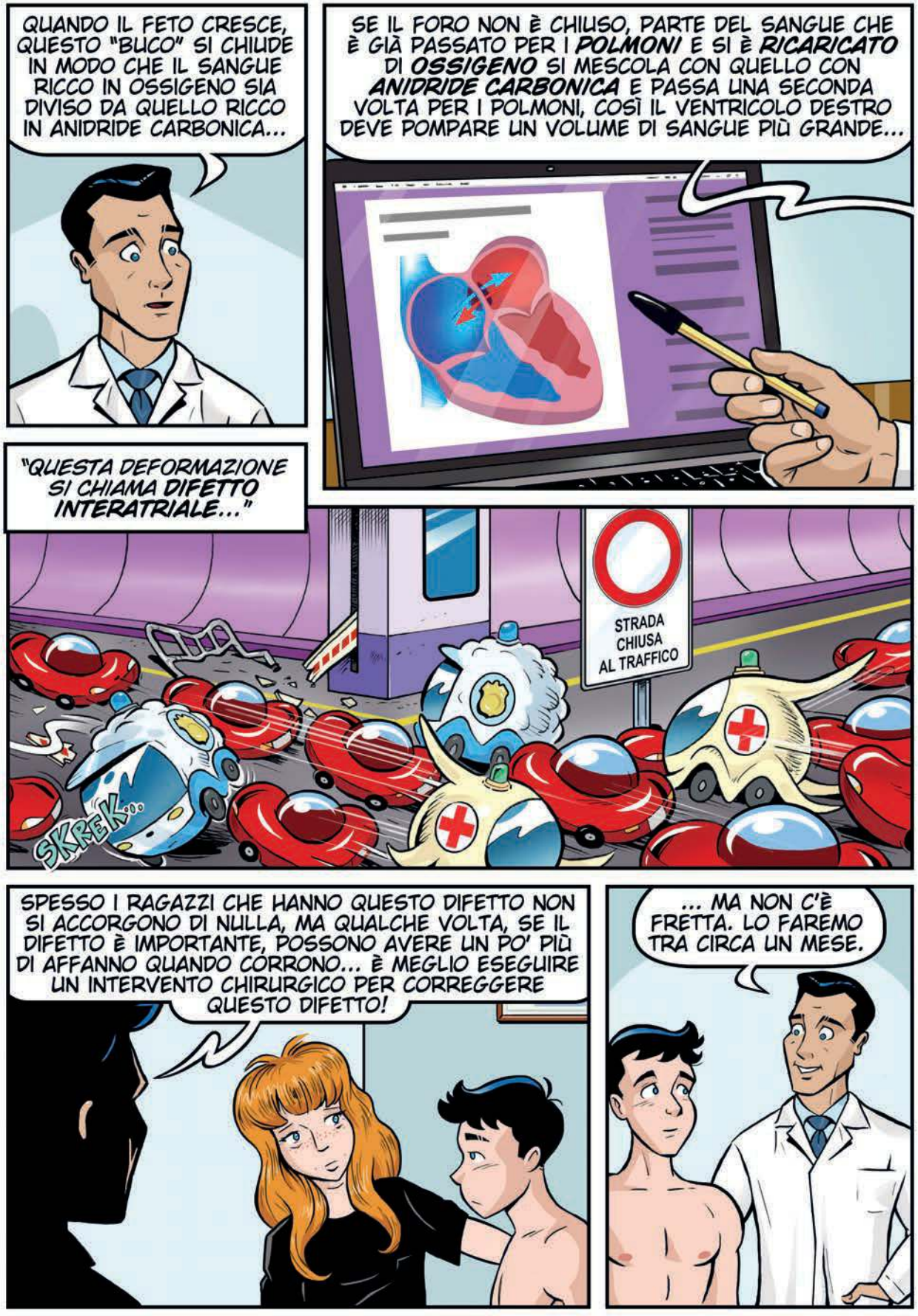
"... INCONTRANDO PRIMA UN CARTELLO CON DISEGNATO UN FETO E IL SUO CORDONE OMBELICALE..."

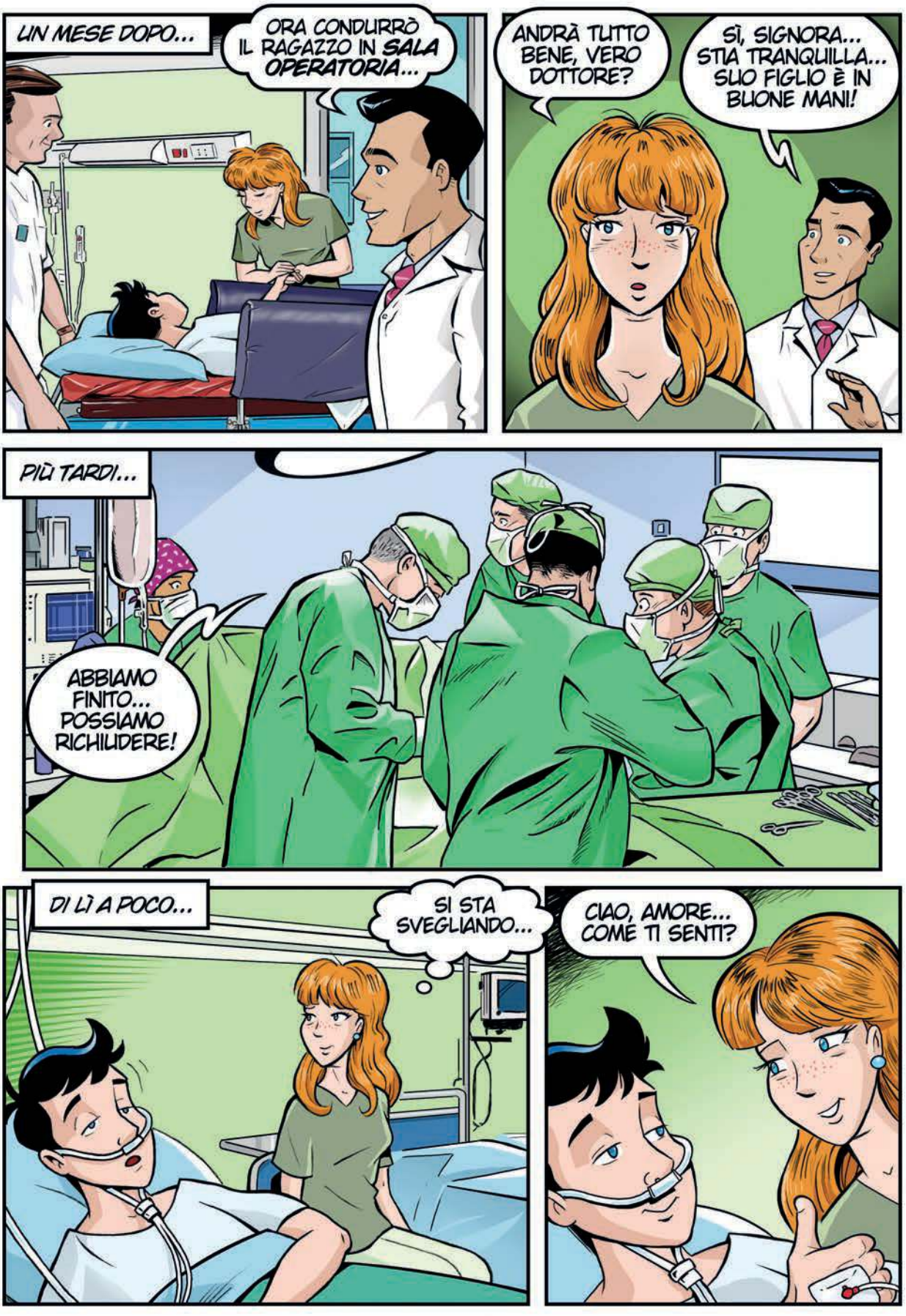
"... POI I **CASELLI** CHE SONO LE **VALVOLE** DEL CUORE CHE PERMETTONO AI GLOBULI ROSSI DI ANDARE AVANTI..."

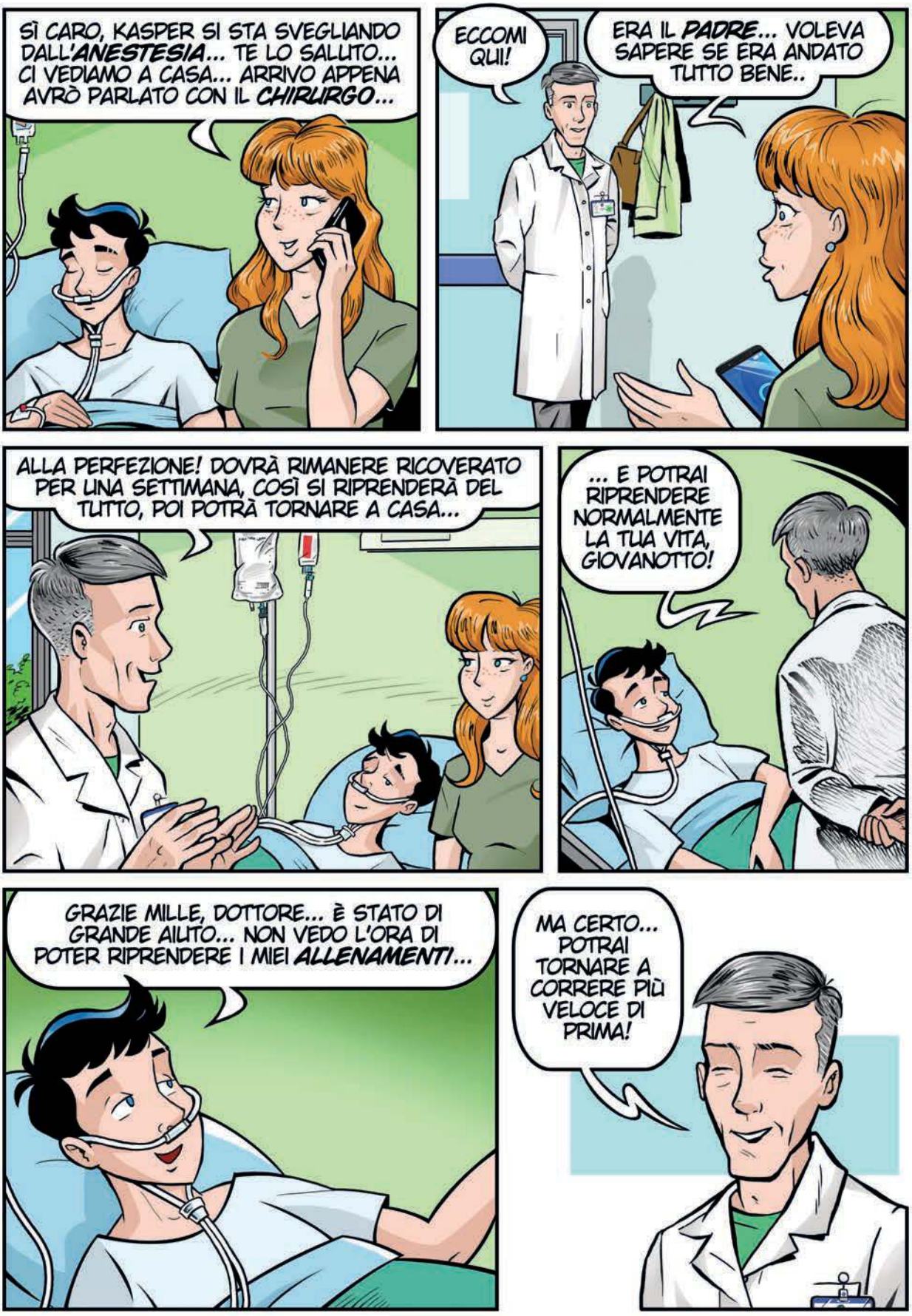
CO_2

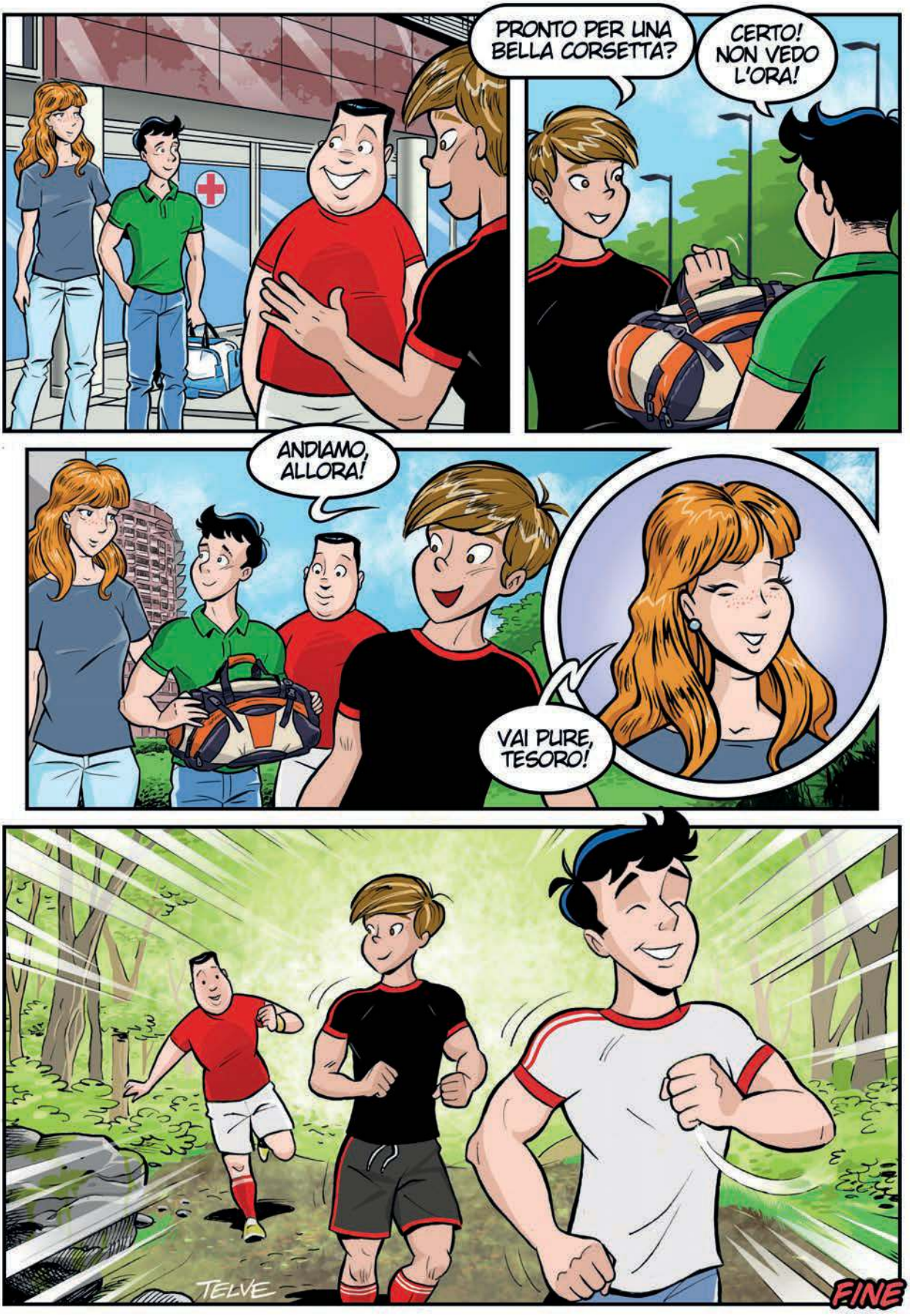
"... TUTTI ARRIVANO ALLA **STAZIONE**... CHE SAREBBE COSTITUITA **DAI POLMONI**..."


"... LA STAZIONE È UN CONTINUO VIAVAI DI ALIENI CHE SAREBBERO PARTICELLE DI ANIDRIDE CARBONICA..."
ZOMP!
CO_2
BUMP...
BUMP...
"... E PARTICELLE DI OSSIGENO..."
BUMP...
BUMP...
BUMP...
"... IN SOSTANZA, PASSANDO PER I POLMONI, IL SANGUE LASCIA USCIRE L'ANIDRIDE CARBONICA..."
USCITA
"... E SI RICARICA DI OSSIGENO!"
VROOM...
"... RICORDATE IL CARTELLO PRIMA DELLE VALVOLE? DI SOLITO È CHIUSO..."
STRADA CHIUSA TRAFFICO


QUANDO IL FETO CRESCE, QUESTO "BUCO" SI CHIUDE IN MODO CHE IL SANGUE RICCO IN OSSIGENO SIA DIVISO DA QUELLO RICCO IN ANIDRIDE CARBONICA...
SE IL FORO NON È CHIUSO, PARTE DEL SANGUE CHE È GIÀ PASSATO PER I POLMONI E SI È RICARICATO DI OSSIGENO SI MESCOLA CON QUELLO CON ANIDRIDE CARBONICA E PASSA UNA SECONDA VOLTA PER I POLMONI, COSÌ IL VENTRICOLO DESTRO DEVE POMPARE UN VOLUME DI SANGUE PIÙ GRANDE...
"QUESTA DEFORMAZIONE SI CHIAMA DIFETTO INTERATRIALE..."
STRADA CHIUSA AL TRAFFICO
SKREK...
SPESSO I RAGAZZI CHE HANNO QUESTO DIFETTO NON SI ACCORGONO DI NULLA, MA QUALCHE VOLTA, SE IL DIFETTO È IMPORTANTE, POSSONO AVERE UN PO' PIÙ DI AFFANNO QUANDO CORRONO... È MEGLIO ESEGUIRE UN INTERVENTO CHIRURGICO PER CORREGGERE QUESTO DIFETTO!
... MA NON C'È FRETTA. LO FAREMO TRA CIRCA UN MESE.


UN MESE DOPO...
ORA CONDURRÒ IL RAGAZZO IN SALA OPERATORIA...
ANDRÀ TUTTO BENE, VERO DOTTORE?
SÌ, SIGNORA... STIA TRANQUILLA... SUO FIGLIO È IN BUONE MANI!
PIÙ TARDI...
ABBIAMO FINITO... POSSIAMO RICHIUDERE!
DI LÌ A POCO...
SI STA SVEGLIANDO...
CIAO, AMORE... COME TI SENTI?


SÌ CARO, KASPER SI STA SVEGLIANDO DALL'ANESTESIA... TE LO SALUTO... CI VEDIAMO A CASA... ARRIVO APPENA AVRÒ PARLATO CON IL CHIRURGO...
ECCOMI QUI!
ERA IL PADRE... VOLEVA SAPERE SE ERA ANDATO TUTTO BENE..
ALLA PERFEZIONE! DOVRÀ RIMANERE RICOVERATO PER UNA SETTIMANA, COSÌ SI RIPRENDERÀ DEL TUTTO, POI POTRÀ TORNARE A CASA...
... E POTRAI RIPRENDERE NORMALMENTE LA TUA VITA, GIOVANOTTO!
GRAZIE MILLE, DOTTORE... È STATO DI GRANDE AIUTO... NON VEDO L'ORA DI POTER RIPRENDERE I MIEI ALLENAMENTI...
MA CERTO... POTRAI TORNARE A CORRERE PIÙ VELOCE DI PRIMA!


PRONTO PER UNA BELLA CORSETTA?
CERTO! NON VEDO L'ORA!
ANDIAMO, ALLORA!
VAI PURE, TESORO!
TELVE
FINE

GLOSSARIO

Acetilcolina Sostanza prodotta dal nostro organismo, responsabile della trasmissione nervosa a livello di sistema nervoso centrale e periferico. È uno dei principali neurotrasmettitori. Controlla le aree del cervello deputate alle funzioni dell'attenzione, della memoria e dell'apprendimento. Rallenta la frequenza cardiaca e diminuisce la contrattilità del muscolo cardiaco.

Amigdala Piccola formazione ovale di sostanza grigia che si trova nella parte anteriore del lobo temporale mediale dei due emisferi cerebrali. È connessa con l'ippocampo e con il nucleo paraventricolare, che regolano la risposta del sistema nervoso autonomo a diversi tipi di stress fisico e psichico. È attivata dalle emozioni negative, genera reazioni immediate a emozioni di paura e contribuisce al riacutizzarsi di ricordi legati a emozioni negative. Al contrario, le emozioni positive tendono a ridurre l'attivazione dell'amigdala.

Atrio Gli atri (destro e sinistro) sono le due cavità superiori del cuore umano e si trovano al di sopra dei due ventricoli; sono separati dal setto interatriale.

Cardiomiopatia Patologia che colpisce il muscolo cardiaco riducendo l'efficienza del cuore, che fatica a pompare il sangue nel resto del corpo.

Corteccia cerebrale prefrontale Parte anteriore del lobo frontale del cervello, situata davanti alla corteccia motoria primaria e alla corteccia premotoria. Insieme ad altre strutture cerebrali (corteccia insulare, amigdala, ipotalamo ecc.), costituisce il centro di controllo che regola la comunicazione tra il cuore e il cervello.

Corteccia insulare Parte della corteccia cerebrale che si trova tra il lobo temporale e il lobo frontale. Partecipa alla generazione dell'immagine mentale del proprio stato fisico, che ha un influsso importante sullo stato emotivo basale.

Elettrocardiogramma (ECG) Esame diagnostico che registra e riproduce graficamente l'attività elettrica del cuore durante il suo funzionamento. Fornisce informazioni riguardanti il ritmo, la frequenza cardiaca e la presenza di patologie cardiache.

Elettroencefalogramma (EEG) Esame diagnostico che, attraverso alcuni elettrodi posizionati sul cuoio capelluto, misura l'attività elettrica del cervello, riproducendola su uno schermo sotto forma di una serie di onde.

Frequenza cardiaca Numero di battiti che il cuore compie nell'arco di un minuto (bpm). Le variazioni della frequenza cardiaca dipendono dagli stimoli nervosi ricevuti dal cuore, da sostanze chimiche (noradrenalina ecc.), e dalla risposta del cuore a segnali oscillatori fisiologici, il più importante dei quali è l'attività respiratoria. La frequenza cardiaca a riposo di un adulto è di circa 60-90 bpm. Si definisce bradicardia la presenza di un battito cardiaco lento, in genere al di sotto dei 60 bpm. Si parla, invece, di tachicardia quando la frequenza cardiaca è superiore a 100 bpm.

Ganglio Struttura nervosa appartenente al sistema nervoso periferico, con l'aspetto di un piccolo rigonfiamento rotondo situato lungo il decorso dei nervi.

Gdf15 Ormone, scoperto di recente, prodotto in eccesso dal cuore di bambini con gravi malattie cardiache congenite. Circola nel sangue e inibisce l'azione dell'ormone della crescita, contribuendo al ritardo della crescita.

Ipotalamo Struttura del sistema nervoso centrale posta tra i due emisferi cerebrali. Comprende numerosi nuclei che regolano e controllano i meccanismi autonomi periferici, l'attività endocrina e diverse funzioni somatiche come la termoregolazione, il sonno, il bilancio idro-salino e l'assunzione del cibo.

Ippocampo Struttura del cervello che si trova nella regione interna del lobo temporale. Insieme al nucleo paraventricolare (localizzato nell'ipotalamo), regola la risposta del sistema nervoso autonomo a diversi tipi di stress fisico e psichico.

Magneto-cardio-gramma Strumento usato per misurare i campi magnetici prodotti dall'attività elettrica del cuore.

Medulla oblongata Nome latino del bulbo, definito anche midollo allungato. È la parte finale del tronco cerebrale, situata sopra il midollo spinale. È formata da fasci di fibre nervose che collegano il midollo con l'encefalo e ha la forma di un cono rovesciato. Nella *medulla oblongata* sono localizzati i neuroni parasimpatici che partecipano al controllo della funzione cardiaca.

Midollo spinale Contenuto nella colonna vertebrale, è una fragile struttura a forma di tubo appartenente al sistema nervoso centrale. È formato da fibre nervose che trasportano le informazioni dal cervello verso gli altri organi e le altre parti del corpo e viceversa.

Miocardio Tessuto muscolare del cuore, forma la struttura delle pareti e lo fa funzionare come una pompa. È costituito per il 70% da fibre muscolari e per il 30% da vasi e tessuto connettivo.

Neuriti Cellule nervose sensoriali del cuore che sono attivate da diversi stimoli fisici e chimici provenienti sia dal cuore stesso (frequenza cardiaca, pressione, sostanze chimiche) che da altre parti del corpo.

Neurone Cellula nervosa destinata alla produzione e allo scambio di segnali. Insieme alle fibre nervose, costituisce il sistema nervoso centrale.

Neuro-peptide Piccola molecola di natura proteica elaborata e messa in circolo dalle cellule nervose in risposta a uno stimolo. La sua funzione è quella di trasmettere o modulare i segnali nervosi.

Nodo atrio-ventricolare Struttura anatomica appartenente, insieme al nodo seno-atriale (SA), al fascicolo di His e alle fibre di Purkinje, al sistema di conduzione elettrica del cuore. Ha il compito di ritardare l'impulso elettrico nel passaggio da atrio a ventricolo.

Nodo seno-atriale Struttura anatomica appartenente, insieme al nodo atrio-ventricolare (AV), al fascicolo di His e alle fibre di Purkinje, al sistema di conduzione elettrica del cuore. È anche chiamato pacemaker fisiologico perché determina il ritmo cardiaco. La sua funzione è influenzata dagli impulsi simpatici e parasimpatici che riceve, quindi dall'attività cerebrale.

Noradrenalina Ormone e uno dei principali neurotrasmettitori. Attiva i recettori adrenergici beta-1 del cuore che accelerano il ritmo cardiaco, aumentando nel contempo la contrattilità del muscolo cardiaco. Agisce direttamente sul sistema nervoso simpatico regolando la risposta di alcune funzioni (battito cardiaco, respirazione) di fronte a situazioni di stress o pericolo. Induce lo stato di allerta fisico e mentale e regola l'umore.

Nucleo paraventricolare Raggruppamento di cellule dell'ipotalamo. Contiene diversi tipi di neuroni, che vengono attivati da stimoli stressanti e/o cambiamenti fisiologici.

Ormone Sostanza chimica prodotta all'interno dell'organismo che viene liberata nel circolo sanguigno e attiva risposte in cellule localizzate a varia distanza dalla sua sede di produzione.

Ossitocina Ormone prodotto dall'ipotalamo e secreto dall'ipofisi. La sua secrezione aumenta nelle donne durante l'ultima fase della gravidanza e al momento del parto, stimolando la contrazione muscolare dell'utero. Inoltre, induce la secrezione del latte materno durante l'allattamento. È chiamato anche "ormone dell'amore" perché, in entrambi i sessi, la sua produzione è stimolata dai contatti fisici affettuosi, dal rapporto sessuale o anche solo dalla vista di persone amate o bambini piccoli, o dall'ascolto di musica.

Respirazione di risonanza Modalità di respirazione che induce delle oscillazioni particolarmente ampie e armoniose della variabilità del ritmo cardiaco.

Risonanza magnetica Esame diagnostico, non invasivo, che fornisce immagini dettagliate dell'interno del corpo umano (organi interni, scheletro, articolazioni ecc.) utilizzando i campi magnetici.

Sistema nervoso autonomo Fa parte del sistema nervoso periferico ed è indipendente dalla nostra volontà. Regola, infatti, tutte le attività degli organi interni (ad esempio, cuore, polmoni, intestino) e di alcuni muscoli. È suddiviso in due branche: il sistema simpatico e il sistema parasimpatico, che hanno effetti antagonistici.

Sistema nervoso centrale Insieme al sistema nervoso periferico costituisce il "sistema nervoso". È costituito dai neuroni e dalle fibre nervose che si trovano nel cervello (protetto dalla scatola cranica) e nel midollo spinale (contenuto nella colonna vertebrale). Ha una funzione di controllo ed elaborazione delle informazioni provenienti dagli altri organi e dall'ambiente; genera le risposte più appropriate e le trasmette al resto dell'organismo.

Sistema nervoso periferico Insieme al sistema nervoso centrale costituisce il "sistema nervoso". Composto da recettori e nervi, invia le informazioni provenienti dall'interno e dall'esterno del corpo al sistema nervoso centrale e, nello stesso tempo, trasmette alla periferia gli stimoli nervosi elaborati a livello centrale.

Sistema parasimpatico Una delle due branche in cui è suddiviso il sistema nervoso autonomo. Rallenta i battiti e diminuisce la contrazione cardiaca, esercitando un effetto dilatatore sui vasi arteriosi e l'intestino.

Sistema simpatico Una delle due branche in cui è suddiviso il sistema nervoso autonomo. Accelera i battiti e aumenta la contrazione cardiaca, esercitando anche un effetto costrittivo su altri organi (ad esempio, i vasi arteriosi e l'intestino); può causare aumento della pressione arteriosa.

Trombo Coagulo di sangue che si forma all'interno dei vasi sanguigni arteriosi o venosi o nelle cavità cardiache e che ostacola la normale circolazione del sangue.

La comprensione sistemica del corpo umano non è riducibile alla conoscenza dettagliata del funzionamento delle sue parti, ma delle interazioni che si manifestano tra queste parti.

Il cuore, quindi, non è solo una pompa muscolare che manda il sangue ossigenato in tutto il corpo; è un organo molto più complesso che interagisce con il cervello e altri organi. Il cervello, a sua volta, manda continuamente segnali al cuore. Da questa connessione complessa cuore-cervello dipende il nostro benessere fisico ed emozionale.

Giuseppe Vassalli, Fondazione Cardiocentro Ticino, Lugano; Foundation for Cardiovascular Research and Education (FCRE), Lugano; Facoltà di Scienze Biomediche, Università della Svizzera Italiana (USI); Facoltà di Medicina, Università di Zurigo.

All'interno il fumetto:

Questioni di... cuore

Testi a cura degli alunni della classe 3C della Scuola Media Tesserete, Ticino-Svizzera.

Disegni realizzati, per la Scuola Romana dei Fumetti, da Alessandro Telve.

Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport