

# Caratteristiche della materia vivente

## SEZIONE 1

◆	1.1	Corpo umano: principi generali di organizzazione	3
◆	1.2	Chimica della materia vivente	21
◆	1.3	Struttura e funzione cellulare, crescita e sviluppo	46

# Corpo umano: principi generali di organizzazione

Susan E. Montague  
Rosamund A. Herbert  
Roger Watson

Caratteristiche della materia vivente	4	Omeostasi	6
Organizzazione del corpo umano	4	Organizzazione anatomica	10
Tessuti: associazioni di cellule	4	Unità SI nella pratica clinica	12
Organi e sistemi di organi	6		

## Obiettivi dell'apprendimento

Dopo aver studiato questo capitolo lo studente dovrà essere in grado di:

- ◆ Descrivere le caratteristiche fondamentali della materia vivente
- ◆ Riconoscere le cellule come le unità strutturali e funzionali di base degli organismi viventi
- ◆ Descrivere i principi organizzativi del corpo umano
- ◆ Dimostrare di conoscere i livelli progressivi di organizzazione dell'organismo
- ◆ Definire il termine "tessuto" e classificare i tipi principali di tessuto che compongono il corpo umano
- ◆ Descrivere le due modalità fondamentali di organizzazione dei tessuti nella formazione degli organi
- ◆ Elencare i dieci apparati che costituiscono il corpo umano e le loro principali funzioni
- ◆ Definire il termine "ambiente interno" e spiegare il suo significato funzionale negli animali superiori
- ◆ Descrivere gli elementi costitutivi e la funzione di un meccanismo omeostatico
- ◆ Spiegare il concetto di omeostasi e la sua relazione con il mantenimento dello stato di salute
- ◆ Spiegare correttamente i termini direzionali anatomici
- ◆ Identificare i piani più importanti del corpo umano
- ◆ Nominare e descrivere le più importanti cavità del corpo
- ◆ Dimostrare di conoscere le unità di misura SI e il loro uso nella pratica clinica

## Introduzione

Un essere umano è composto da miliardi di cellule, la maggior parte delle quali non sono in contatto con il mondo esterno. È attraverso l'attività coordinata delle cellule che si mantiene la vita; se questa attività rimane efficiente ed efficace, lo stato che si determina viene indicato come «salute». Per poter funzionare in modo efficiente, ciascuna delle nostre cellule deve ricevere un adeguato apporto di ossigeno e di altre sostanze nutritive, eliminare le sostanze di rifiuto prodotte dal metabolismo e mantenersi in un ambito ristretto di valori di temperatura, pressione e pH. Ciascuna cellula del nostro organi-

smo realizza questi processi attraverso scambi attivi con l'ambiente che la circonda, cioè con quel sottile velo di liquido che la separa dalle altre cellule: questo viene denominato **ambiente interno**, o **mezzo interno**. Quando le funzioni cellulari sono coordinate per determinare una relativa stabilità dell'ambiente interno, viene raggiunto lo stato di **omeostasi**, che indica una situazione funzionale ottimale e rappresenta lo stato di salute. Questo libro descrive i processi attraverso i quali l'organismo umano mantiene l'omeostasi. Si occupa quindi, in primo luogo, delle normali funzioni del corpo, ma

contiene anche informazioni che dimostrano chiaramente quanto la conoscenza delle funzioni e delle strutture fornisca le basi razionali per la pratica professionale infermieristica e per l'assistenza al paziente. A questo fine, sono state incluse nel testo sia spiegazioni di come i problemi di salute possano sorgere dalla rottura degli equilibri omeostatici, sia la trattazione della teoria biologica che sta alla base delle pratiche assistenziali e terapeutiche.

Il testo è diviso in sei sezioni. Questa sezione contiene materiale introduttivo che riguarda le caratteristiche della materia vivente, i livelli di organizzazione dell'organismo e le unità di misura importanti per la pratica clinica. Il capitolo 1.1, inoltre, presenta i principi fondamentali dei meccanismi omeostatici come base per le altre sezioni, ciascuna delle quali tratta specificamente uno degli aspetti principali dell'omeostasi corporea.

## CARATTERISTICHE DELLA MATERIA VIVENTE

Tutta la materia vivente ha determinati aspetti in comune che distinguono ciò che è vivente (animato) da ciò che non è vivente (inanimato).

Le caratteristiche tipiche della materia vivente sono:

- irritabilità (capacità di rispondere agli stimoli);
- respirazione;
- digestione e assorbimento;
- escrezione di sostanze di rifiuto;
- crescita e riparazione;
- riproduzione;
- attività/movimento.

Alcune di queste caratteristiche sono più evidenti in certi organismi rispetto ad altri, ma tutte sono essenziali per la sopravvivenza e per la conservazione della specie.

## ORGANIZZAZIONE DEL CORPO UMANO

Nel corpo umano possiamo considerare due modelli di organizzazione: uno basato sulla **funzione**, cioè su come il corpo «lavora», ed è oggetto di studio della **fisiologia**. Un secondo modello si basa sulla **struttura** ed è studiato dall'**anatomia**. È chiaro che i due modelli di organizzazione non sono distinti, infatti sono inestricabilmente collegati poiché la struttura di ogni cosa determina la sua funzione.

In biologia (la scienza della vita) l'unità strutturale di base è la **cellula**. La struttura e le funzioni della cellula sono descritte nel capitolo 1.3 attraverso una descrizione dei principi generali che regolano l'accrescimento umano, lo sviluppo e l'invecchiamento.

Nella cellula si realizzano processi chimici che possono essere considerati il punto di partenza per capire il funzionamento dell'organismo. È per que-

sto motivo che la conoscenza della chimica della vita, argomento del prossimo capitolo (1.2), è tanto importante come base per la comprensione della vita umana quanto i livelli di organizzazione superiori. L'evoluzione della complessità strutturale e funzionale dell'organizzazione chimica inizia da semplici atomi e molecole e si sviluppa attraverso macromolecole, come le proteine, i carboidrati, i lipidi e gli acidi nucleici che si trovano nella materia vivente, e culmina con la loro organizzazione in organuli cellulari e con i loro prodotti.

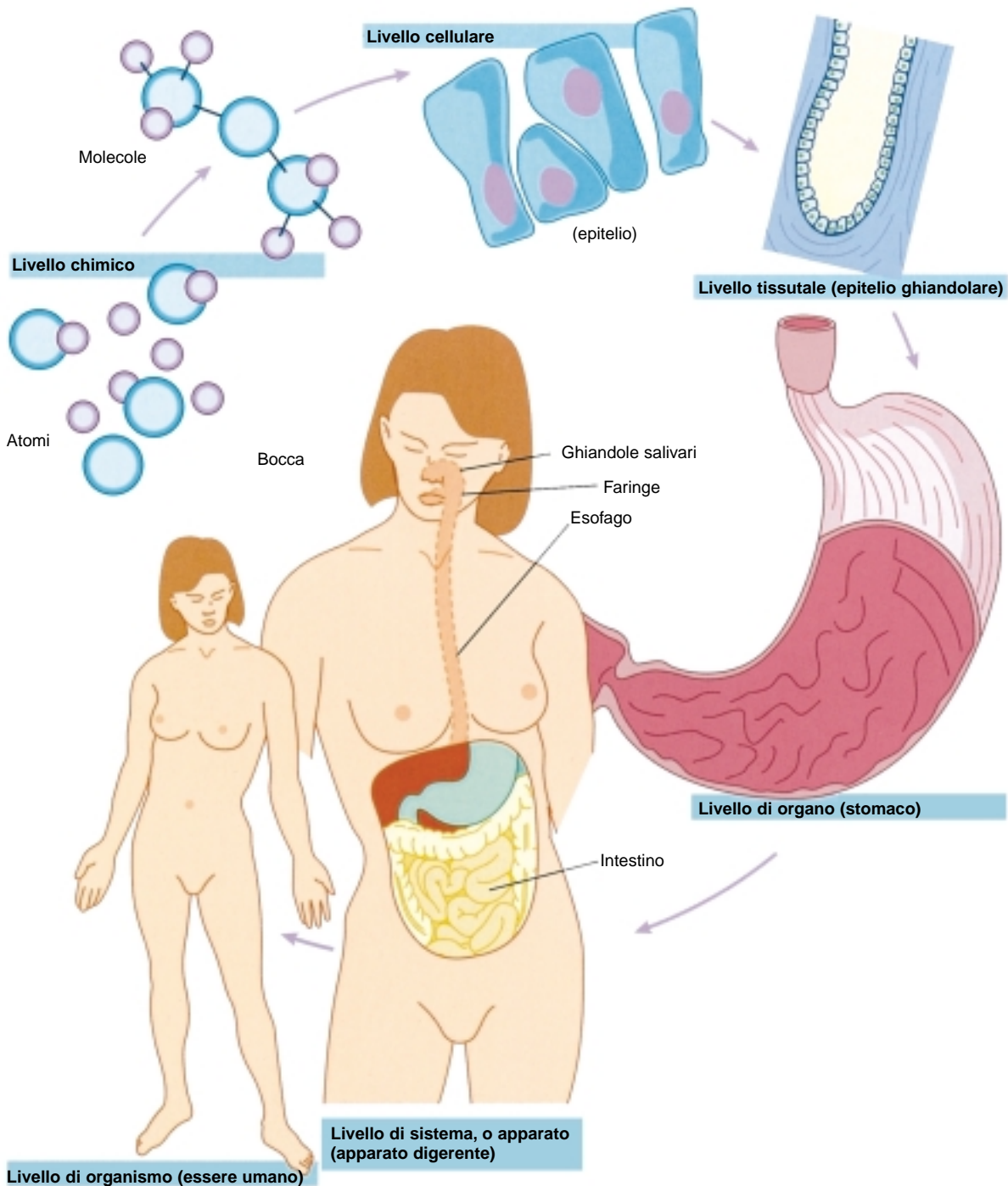
Tutte le funzioni vitali possono essere compiute anche da una singola cellula in organismi, come l'ameba, che sono unicellulari. Molte di queste funzioni sono presenti nella maggior parte delle cellule degli organismi pluricellulari, ma con l'aumentare del livello di complessità, gli organismi divengono *organizzati*, cioè grandi gruppi di cellule si specializzano per funzioni specifiche e nel processo di specializzazione possono perdere alcune funzioni. In altre parole, nella divisione del lavoro le cellule diventano funzionalmente specializzate e, pertanto, di solito acquisiscono anche una struttura specializzata.

Le cellule del corpo umano variano considerevolmente sia nella struttura sia nella funzione, anche se ciascuna di esse contiene un corredo di geni identico. Il processo attraverso il quale le cellule con lo stesso bagaglio d'informazioni genetiche si differenziano l'una dall'altra, anche quando si trovano nello stesso ambiente, viene chiamato **differenziazione**. La differenziazione prevede un progressivo sviluppo di struttura e funzioni specializzate, oltre alla perdita graduale della capacità di svilupparsi lungo altre vie. I meccanismi precisi attraverso i quali avviene la differenziazione, durante lo sviluppo embriologico, sono attualmente argomento di ricerca; informazioni più dettagliate si trovano in testi di embriologia sperimentale.

## TESSUTI: ASSOCIAZIONI DI CELLULE

Le cellule specializzate per adempiere a una qualsiasi funzione di solito sono raggruppate fra loro e assieme alla matrice intercellulare formano i **tessuti** (fig. 1.1.1). Le cellule muscolari, per esempio, sono specializzate per la contrazione, meccanismo fondamentale per la produzione del movimento. Una conseguenza della specializzazione cellulare è che talune cellule diventano talmente adattate a una particolare funzione da perdere la loro capacità di compierne altre. Un classico esempio è rappresentato dagli eritrociti maturi del sangue umano, che, diventando fortemente specializzati per la funzione di trasporto dell'ossigeno, perdono il nucleo e molti organuli intracellulari e diventano incapaci di riprodursi per mitosi.

L'esistenza di tessuti diversi è stata appurata con le prime dissezioni anatomiche, ma non è stato

**Figura 1.1.1**

Livelli di organizzazione del corpo umano. (Da Tortora, G.J., e Grabowski, R.R., 1993, *Principles of Anatomy and Physiology*, 7ª edizione, con autorizzazione da Harper Collins Publishers, Inc.)

chiaro che questi fossero insieme di cellule specializzate fino all'avvento del microscopio ottico. Lo studio dei tessuti prende il nome di **istologia**. Una breve classificazione dei principali tipi di tessuti del corpo umano è mostrata qui di seguito, mentre una trattazione più esauriente di alcuni tessuti si può trovare nei capitoli di questo libro relativi a ciascuno di essi.

## Classificazione dei tessuti fondamentali

### Tessuti epiteliali

1. *Epiteli superficiali*. Queste cellule rivestono tutte le superfici presenti nell'organismo, a eccezione di quelle delle cavità articolari.
2. *Epiteli ghiandolari*. Singole cellule o gruppi di cellule, specializzati per la secrezione.

3. *Epiteli specializzati*. Cellule specializzate nella percezione sensoriale (gusto, olfatto, vista e udito) e nella riproduzione (epitelio germinale).

#### Tessuti connettivi

1. *Tessuti connettivi propriamente detti*:
  - tessuti connettivi lassi, per esempio connettivo areolare, tessuto adiposo (grasso);
  - tessuti connettivi densi, per esempio i tendini e i legamenti.
2. *Sangue, tessuti emopoietici e linfa*.
3. *Tessuti connettivi di sostegno, osso e cartilagine*.

#### Tessuto muscolare

1. *Muscolo liscio (non striato, involontario)*.
2. *Muscolo scheletrico (striato, volontario)*.
3. *Muscolo cardiaco (striato, ma involontario)*.

#### Tessuto nervoso

1. *Neuroni*.
2. *Cellule gliali*, per esempio, cellule di Schwann del sistema nervoso periferico e oligodendrociti del sistema nervoso centrale.

L'organizzazione delle cellule specializzate, in ciascuno dei tessuti menzionati sopra, è tanto essenziale per le funzioni organiche quanto le caratteristiche biochimiche delle molecole da cui sono formate. La struttura e la funzione delle cellule che compongono un tessuto e la collaborazione coordinata fra tessuti sono fondamentali per la struttura e le funzioni (accrescimento, mantenimento e riparazione) di tutte le parti del corpo.

## ORGANI E SISTEMI DI ORGANI

Un organo è un insieme ordinato di tessuti che costituisce un'unità funzionale, per esempio il cuore, lo stomaco o il rene. In genere, gli organi sono composti di numerosi e differenti tipi di tessuto secondo due arrangiamenti fondamentali:

- organi cavi o tubulari;
- organi parenchimali o compatti.

#### Organi cavi

Attraverso la conoscenza dello sviluppo embriologico, il corpo può essere visto come un largo tubo contenente numerosi sistemi di condotti o tratti interni, come il sistema cardiovascolare, il sistema respiratorio, il sistema digerente, il sistema urinario e il sistema riproduttivo. Ciascuno di questi tratti, sebbene modificato, sia nel suo insieme sia in particolari zone, a seconda della funzione a cui è destinato, è strutturalmente simile agli altri, in quanto tutti sono formati da strati di tessuto sovrapposti.

Ogni organo tubulare possiede tre strati fondamentali.

1. Uno *strato più interno* composto da epitelio e dal suo tessuto connettivo di sostegno.
2. Uno *strato intermedio* composto da strati alternati di tessuto muscolare e connettivo.
3. Uno *strato esterno* composto da tessuto connettivo e, a volte, epiteliale.

#### Organi parenchimali

Gli organi parenchimali hanno come caratteristica comune una struttura solida, ma variano nella forma e nelle dimensioni. Possono essere grandi come il fegato, o piccoli come le ovaie. Come gli organi cavi, anche gli organi parenchimali hanno alcuni aspetti di base comuni. Essi, di solito, sono racchiusi da una capsula di connettivo denso; se l'organo è sospeso in una cavità del corpo, per esempio la cavità addominale, è rivestito da una membrana sierosa, cioè una membrana bagnata da un liquido sieroso che deriva dal plasma. A un lato dell'organo vi è una zona più ispessita di tessuto connettivo che penetra più in profondità nell'organo stesso formando l'**ilo**. Gli organi compatti hanno un'intelaiatura connettivale diffusa che costituisce lo **stroma**. Sepimenti di tessuto connettivo, chiamati **trabecole** o **setti**, si estendono all'interno dell'organo, dalla capsula all'ilo, dividendolo in parti, a volte ben definite, dette **lobuli**. Delicate fibre reticolari s'intrecciano nel resto dell'organo a formare un'intelaiatura più esile di supporto al **parenchima**, cioè al tessuto funzionalmente più importante dell'organo. Le cellule parenchimali possono essere raggruppate, a seconda dell'organo, in ammassi, in cordoni, in strisce o a formare tubuli. In molti organi il parenchima può essere diviso in due regioni funzionalmente distinte, una zona **corticale** situata sotto la capsula e una zona più profonda o **midollare**.

Tenere ben presenti i modelli di organo parenchimale e di organo cavo può essere di grande aiuto nello studio della fisiologia, perché la conoscenza dei principi generali fornisce una base utile a cui aggiungere di volta in volta le conoscenze specifiche relative a ogni singolo organo.

## Sistemi di organi, o apparati

Un sistema, o apparato, è un gruppo di organi che operano insieme per compiere una determinata funzione. I dieci principali apparati dell'organismo sono elencati nella **tabella 1.1.1**. Questi sistemi operano in maniera coordinata per mantenere l'omeostasi.

## OMEOSTASI

### Principi del mantenimento della composizione intracellulare

Le normali funzioni delle cellule di qualsiasi essere vivente dipendono dalla capacità delle cellule stesse di rifornirsi di so-

2

Quali sono le caratteristiche principali di un organo cavo?

3

Come definiresti un apparato?

**Tabella 1.1.1** Sistemi di organi del corpo umano

Sistema	Organi o tessuti principali	Funzioni principali
Cardiovascolare	Cuore, vasi sanguigni (vasi linfatici e linfa a volte sono inclusi in questo sistema)	Trasporto del sangue da e per i tessuti
Gastrointestinale	Bocca, faringe, esofago, stomaco, intestino, ghiandole salivari, pancreas, fegato e cistifellea	Digestione e assorbimento delle sostanze nutritive, dei minerali e dell'acqua
Respiratorio	Naso, bocca, faringe, laringe, trachea, bronchi e polmoni	Scambi di ossigeno e anidride carbonica, regolazione del pH
Renale	Reni, ureteri, vescica, uretra	Regolazione della composizione del plasma attraverso l'escrezione di elettroliti, di acqua e sostanze di rifiuto, regolazione del pH
Muscoloscheletrico (locomotore)	Cartilagine, osso, legamenti, tendini, articolazioni, muscolo scheletrico	Sostegno, protezione e movimento del corpo.
Tegumentario	Cute	Emopoiesi
Immunitario	Leucociti, vasi e noduli linfatici, milza, timo e altri tessuti linfatici	Protezione da lesioni e disidratazione, difesa da organismi estranei, termoregolazione
Riproduttivo	Maschio: testicoli e pene con relativi dotti e ghiandole Femmina: ovaie, tube uterine, utero, vagina, ghiandole mammarie	Difese contro agenti estranei, recupero di liquido extracellulare e suo trasporto al sangue, formazione di leucociti
Endocrino	Tutte le ghiandole che producono ormoni: ipotalamo, ipofisi, pineale, tiroide, paratiroidi, timo, testicoli, ovaie, reni, surreni, intestino, pancreas	Produzione di spermatozoi, trasferimento di spermatozoi alla femmina
Nervoso	Encefalo, midollo spinale, nervi periferici e gangli, organi di senso	Produzione di ovuli, formazione dell'ambiente adatto allo sviluppo dell'embrione e del feto, nutrizione del neonato
		Regolazione e coordinamento di numerose attività dell'organismo
		Regolazione e coordinamento di numerose attività dell'organismo, rilevazione delle variazioni dell'ambiente interno ed esterno, stato di coscienza, apprendimento e processi cognitivi

stanze nutritive e di eliminare le sostanze di rifiuto, mantenendo una certa composizione intracellulare, anche in termini di temperatura e di pH. Questo è essenziale per il normale metabolismo cellulare e anche perché le proteine strutturali cellulari e quelle che formano gli enzimi possono essere denaturate o inattivate da condizioni anormali di temperatura o acidità.

Poiché tutte le cellule sono sistemi aperti e dinamici che continuamente utilizzano e producono sostanze con il loro metabolismo, devono essere in grado di scambiare continuamente queste sostanze con l'ambiente circostante. Inoltre le cellule, per conservarsi vitali, non solo devono essere in grado di mantenere costante la propria composizione, ma devono anche proteggersi dalle fluttuazioni dell'ambiente esterno.

Gli organismi unicellulari si trovano immersi in un ambiente esterno molto grande se rapportato alla loro dimensione; quindi hanno a disposizione una grande quantità di sostanze nutritive e, allo stesso tempo, le sostanze che producono ed eliminano non hanno effetti significativi sulla composizione

del loro ambiente esterno. D'altro canto, essi sono direttamente esposti alle avversità dell'ambiente e se vogliono sopravvivere devono sviluppare meccanismi di autodifesa.

### Implicazioni della pluricellularità

Con l'evoluzione degli organismi animali verso forme pluricellulari, determinate cellule si sono differenziate e si sono specializzate nell'assunzione di sostanze nutritive o nell'eliminazione di sostanze di rifiuto. Queste cellule formano i sistemi respiratorio, gastrointestinale e renale. Per adempiere alle loro funzioni, alcune cellule di questi sistemi comunicano direttamente con l'ambiente esterno. Tuttavia, una conseguenza inevitabile della pluricellularità e della specializzazione cellulare è stata che parte delle cellule hanno perso il contatto sia con l'ambiente esterno sia tra loro; diventa perciò difficile, per queste cellule, mantenere costante la propria composizione. Da qui è nata la necessità biologica di sistemi che rendessero possibile la comunicazione fra



gruppi di cellule specializzate e fra questi e l'ambiente esterno. Quindi, altre cellule si sono specializzate per questo scopo dando origine al sistema cardiovascolare e al mezzo liquido che esso contiene, cioè il sangue. La funzione di queste cellule ha reso possibili scambi indiretti fra tutte le cellule dell'organismo e l'ambiente esterno.

## Compartimenti liquidi

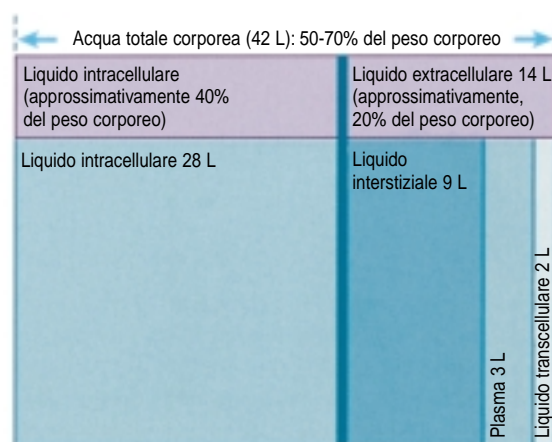
Abbiamo visto che in un organismo pluricellulare complesso solo poche cellule sono in contatto diretto con l'ambiente esterno. L'immediato intorno della maggioranza delle cellule consiste in un ambiente «interno» costituito da un piccolo volume di liquido, definito **liquido interstiziale**. Il liquido all'interno delle cellule è logicamente chiamato **liquido intracellulare**, mentre il liquido esterno (di cui fa parte anche il liquido interstiziale) prenderà il nome di **liquido extracellulare**.

### Acqua corporea

L'acqua rappresenta il 50-70% del peso corporeo totale. L'esatta percentuale dipende dalla quantità di tessuto adiposo presente, perché il tessuto adiposo ha un contenuto di acqua molto minore rispetto agli altri tessuti. Dato che la quantità del grasso corporeo dipende da fattori come l'età, il sesso e le abitudini alimentari, l'acqua corporea totale è anch'essa influenzata da queste variabili. Per esempio, la percentuale di acqua è minore nelle femmine e nei soggetti obesi, in cui i depositi di grasso sono più grandi; è invece maggiore nei bambini, in cui i depositi di grasso sono relativamente scarsi. Dopo l'infanzia, l'acqua corporea totale diminuisce gradualmente con l'età, diventando circa il 60% del peso corporeo in un uomo adulto di 70 kg.

Il volume dell'acqua totale corporea è quindi approssimativamente 42 litri nell'uomo adulto e si distribuisce fra **liquido intracellulare** (28 litri) ed **extracellulare** (14 litri) (fig. 1.1.2). Il volume del compartimento liquido extracellulare è quindi considerevolmente minore del volume del compartimento liquido intracellulare.

Il plasma sanguigno corrisponde a circa 3 litri del liquido extracellulare, mentre il volume del liquido interstiziale è di circa 9 litri. Il liquido interstiziale bagna direttamente le cellule e viene detto anche **liquido tissutale**: questo è il mezzo attraverso il quale avvengono gli scambi fra le cellule e il loro ambiente esterno. Un ulteriore componente del compartimento liquido extracellulare è il **liquido transcellulare** (2 litri), che è separato dal sangue non solo dall'endotelio capillare, ma anche da uno strato epiteliale. Esso comprende i liquidi che si trovano nelle cavità dell'organismo, come i liquidi intraoculare, pleurico, peritoneale, sinoviale e cerebrospinale, oltre alle secrezioni del sistema digerente.



**Figura 1.1.2**

Dimensione dei principali compartimenti liquidi in un uomo adulto di 70 kg di peso

### Composizione dei compartimenti liquidi

Ogni compartimento liquido principale ha una propria composizione specifica, ma le composizioni del plasma e del liquido interstiziale sono simili, mentre vi sono differenze notevoli fra essi e il liquido intracellulare (fig. 1.1.3).

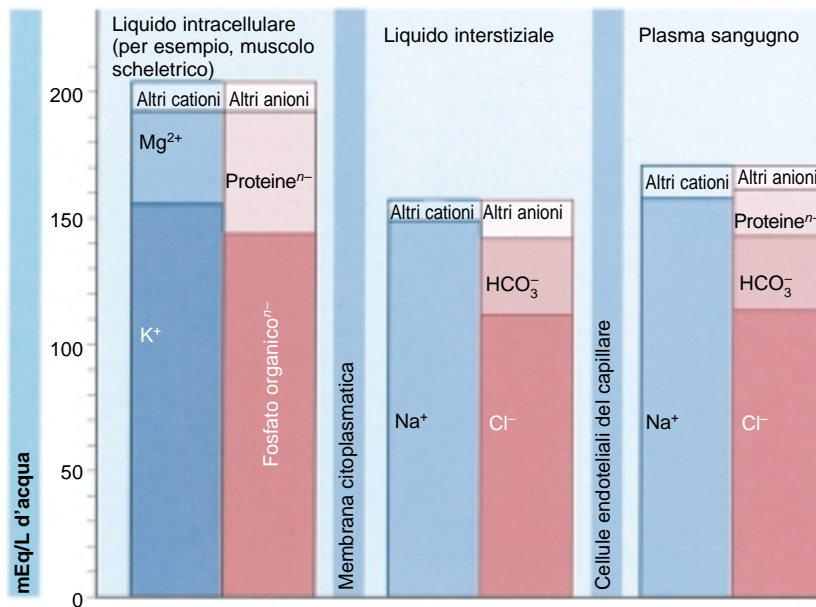
Nel liquido intracellulare gli ioni positivi (cationi) predominanti sono il potassio ( $K^+$ ) e il magnesio ( $Mg^{2+}$ ), con una quantità di sodio ( $Na^+$ ) decisamente scarsa. Gli ioni negativi (anioni) più presenti nel liquido intracellulare sono, invece, il fosfato organico ( $PO_4^{n-}$ ) e le proteine ( $Pr^{n-}$ ), con una quantità molto limitata di bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) e cloro ( $Cl^-$ ).

All'opposto, il catione principale del liquido extracellulare è il sodio, mentre le concentrazioni di potassio, magnesio e calcio ( $Ca^{2+}$ ) sono decisamente basse. Gli anioni cloruro e bicarbonato predominano nel liquido interstiziale e hanno elevate concentrazioni nel plasma, in cui vi è anche una certa concentrazione di proteine. Nel liquido extracellulare si trovano, inoltre, piccole quantità di ortofosfato ( $HPO_4^{2-}$ ), solfato ( $SO_4^{2-}$ ) e di ioni organici.

Perciò la differenza principale fra plasma e liquido interstiziale è data dalla concentrazione delle proteine, che è relativamente alta nel plasma e bassa nel liquido interstiziale. La permeabilità selettiva dell'endotelio capillare ostacola l'uscita verso il liquido interstiziale di proteine plasmatiche, sebbene quantità molto piccole sfuggano continuamente dal sangue per poi rientrarvi attraverso il drenaggio linfatico. Mentre la selettività della membrana dell'endotelio capillare spiega le differenze nella concentrazione proteica fra plasma e liquido interstiziale, le differenze nelle concentrazioni degli elettroliti dipendono dal fatto che le proteine, essendo ioni negativi, attraggono cationi diffusibili come  $Na^+$  e  $K^+$  e respingono anioni diffusibili come il  $Cl^-$ . Poiché la necessità fisico-chimica dell'elettro-neutralità richiede che in ogni soluzione la somma delle

4

Quale compartimento costituisce il maggiore componente del liquido extracellulare?



**Figura 1.1.3**

Composizione elettrolitica dei compartimenti liquidi corporei espressa in milliequivalenti/L (che tengono in considerazione la carica ionica); in ciascun compartimento, il totale delle cariche positive viene neutralizzato dal totale delle cariche negative

cariche positive sia uguale a quella delle cariche negative, si determinerà una distribuzione disuguale di ioni diffusibili ai lati della membrana capillare, con una lieve prevalenza all'interno dei vasi. Questa diversa distribuzione è indicata come **equilibrio di Gibbs-Donnan**.

Le differenze di composizione fra il liquido intracellulare e il liquido interstiziale sono da attribuire alla permeabilità selettiva della membrana cellulare, cioè al fatto che le cellule contengono in grande quantità anioni indiffusibili come proteine e fosfati, e quindi la distribuzione ionica fra questi due compartimenti dipende dall'equilibrio di Gibbs-Donnan; inoltre le proteine intracellulari legano alcuni cationi, influenzando quindi le differenze di composizione fra liquido intracellulare e liquido interstiziale. Dobbiamo ricordare anche la presenza della pompa sodio-potassio (trasporto attivo) che continuamente porta fuori ioni sodio scambiandoli con ioni potassio.

### Ambiente interno

Alla metà del XIX secolo, il fisiologo francese Claude Bernard si rese conto che, negli animali superiori, il liquido interstiziale rappresenta il vero ambiente interno delle cellule e funziona da intermediario per tutti gli scambi di materia fra le cellule e fra queste e l'ambiente esterno. Egli affermò che la stabilità dell'ambiente interno è la condizione fondamentale per una vita libera e indipendente. Da questo si deduce che è essenziale che la composizione del liquido interstiziale sia preservata da grandi fluttuazioni, allo scopo di assicurare alle cel-

lule l'ambiente chimicamente stabile e termicamente controllato di cui hanno bisogno. Il processo di conservazione della costanza dell'ambiente interno è stato definito **omeostasi** dal fisiologo americano Walter Cannon (1932).

### Meccanismi omeostatici

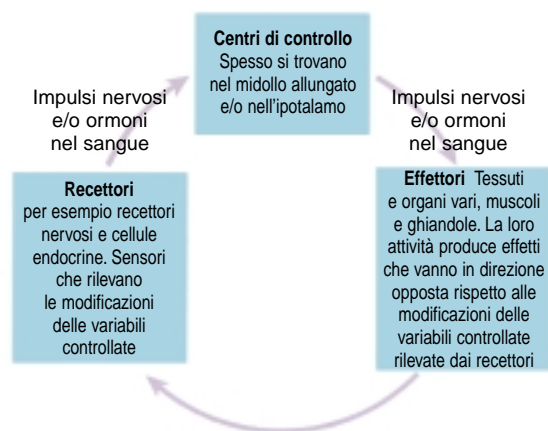
Numerosi meccanismi fisiologici operano per conservare le condizioni necessarie per la vita nell'ambiente interno. Tali meccanismi sono definiti meccanismi omeostatici. Questi meccanismi sono controllati e coordinati dai sistemi nervoso ed endocrino.

I meccanismi omeostatici vengono sollecitati dalle variazioni di determinati parametri del liquido extracellulare, e agiscono attraverso circuiti definiti "a feedback negativo" per recuperare o mantenere i valori normali con un'operazione che va in senso opposto alla variazione iniziale. Alcuni meccanismi sono più complessi di altri, ma gli elementi costitutivi di base di un circuito a feedback negativo sono quelli sottoelencati (fig. 1.1.4).

1. **Rilevatori.** Sono generalmente recettori nervosi che misurano l'entità delle variabili controllate.
2. **Effettori.** Sono le cellule dei muscoli, delle ghiandole, dei vasi sanguigni, del cuore, dei reni ecc. che possono operare i cambiamenti compensatori necessari.
3. **Meccanismi di controllo.** Possono essere nervosi o endocrini e, mettendo in relazione i recettori con gli effettori, fanno sì che le risposte avvengano in tempi e modi appropriati.

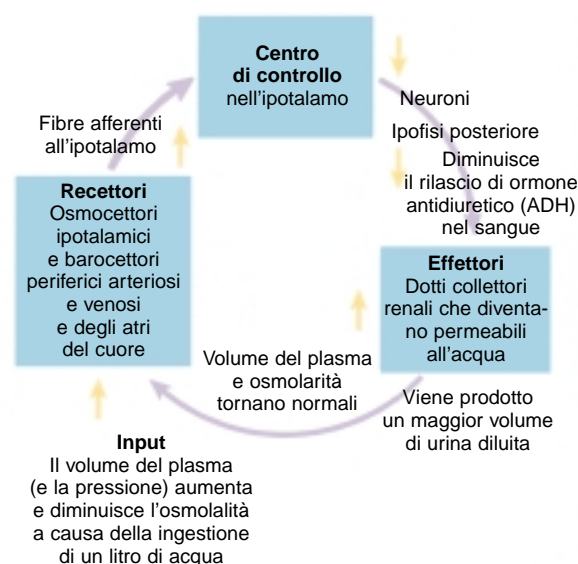
**5**  
Quali sistemi controllano l'omeostasi?



**Figura 1.1.4**

Circuito a feedback negativo di controllo omeostatico che mostra come il feedback negativo determini una modificazione in direzione opposta rispetto alla variazione iniziale rilevata

Per esempio, molte persone assumono più liquido di quanto sarebbe necessario per l'eliminazione delle sostanze di rifiuto con l'urina (**fig. 1.1.5**). Quando l'acqua assunta in eccesso viene assorbita dal tratto gastrointestinale e si ritrova in circolo, l'osmolalità del plasma (normalmente circa 285 mosmoli/kg d'acqua) cade, mentre il volume del sangue aumenta. La caduta dell'osmolalità è rilevata dagli osmocettori dell'ipotalamo, mentre l'aumento del volume è rilevato dai barocettori periferici, che trasmettono impulsi al centro ipotalamico di controllo. Questo centro regola la sintesi e la liberazione dall'ipofisi

**Figura 1.1.5**

Esempio di controllo a feedback negativo: controllo dell'equilibrio idrico

posteriore di ormone antidiuretico (ADH) nel sangue. La concentrazione di ADH nel sangue controlla l'eliminazione di acqua da parte del rene. In questo esempio la secrezione di ADH sarà ridotta, perciò i reni ristabiliranno l'equilibrio idrico eliminando più acqua. Con questo meccanismo omeostatico di controllo, nel soggetto sano l'osmolalità e il volume del plasma potranno variare solo in un ambito ristretto di valori. Altri meccanismi omeostatici possono essere descritti e spiegati con circuiti a feedback negativo simili all'esempio precedente.

## Omeostasi e salute

Nelle normali condizioni di salute dell'organismo umano, per assicurare l'omeostasi deve essere soddisfatta ciascuna delle seguenti necessità fisiologiche:

1. mantenimento di un'assunzione di ossigeno e di sostanze nutritive adeguata;
2. eliminazione dei prodotti di rifiuto e delle sostanze tossiche;
3. mantenimento dell'equilibrio idrico ed elettrolitico e del pH;
4. mantenimento della temperatura corporea;
5. mantenimento dei meccanismi di difesa intatti;
6. movimento e normale postura;
7. riposo e sonno.

Una ulteriore necessità fisiologica, non indispensabile per la sopravvivenza individuale, ma essenziale per la conservazione della specie umana, è la riproduzione.

La soddisfazione di tutte queste necessità dipende dalla normale attività delle cellule che adempiono a queste funzioni e anche dalla normale attività delle cellule dei sistemi di coordinamento e integrazione (nervoso ed endocrino) che controllano i meccanismi omeostatici. Se una qualsiasi parte di questi sistemi non funziona correttamente, si possono verificare conseguenze negative diffuse sull'omeostasi e sulla salute. Il grande numero di meccanismi omeostatici che garantiscono le condizioni vitali e la salute del corpo, costituiscono una grande parte degli argomenti di studio della fisiologia e quindi del contenuto di questo libro. Molti dei problemi che riguardano la salute possono essere interpretati come risultato di un malfunzionamento dell'omeostasi. Segue da ciò che la conoscenza dei meccanismi omeostatici e dei fattori che li possono alterare è fondamentale per pianificare razionalmente e per monitorare l'assistenza fornita ai pazienti.

## ORGANIZZAZIONE ANATOMICA

Esternamente il corpo umano ha una forma ben definita e riconoscibile e internamente gli organi sono localizzati in posizioni specifiche in rapporto gli uni

agli altri. Questa costanza nell'organizzazione del corpo umano permette di farne una descrizione e di individuarne le singole parti. Vi sono diversi modi per esaminare l'organizzazione anatomica del corpo, con diversi gradi di complessità. In base a una conoscenza elementare della sua organizzazione macroscopica, il corpo si può dividere in estremità, capo, torace e addome. Ciascuna di queste parti contiene organi la cui collocazione, all'interno di esse, può essere specificata in base al rapporto che hanno con i piani del corpo.

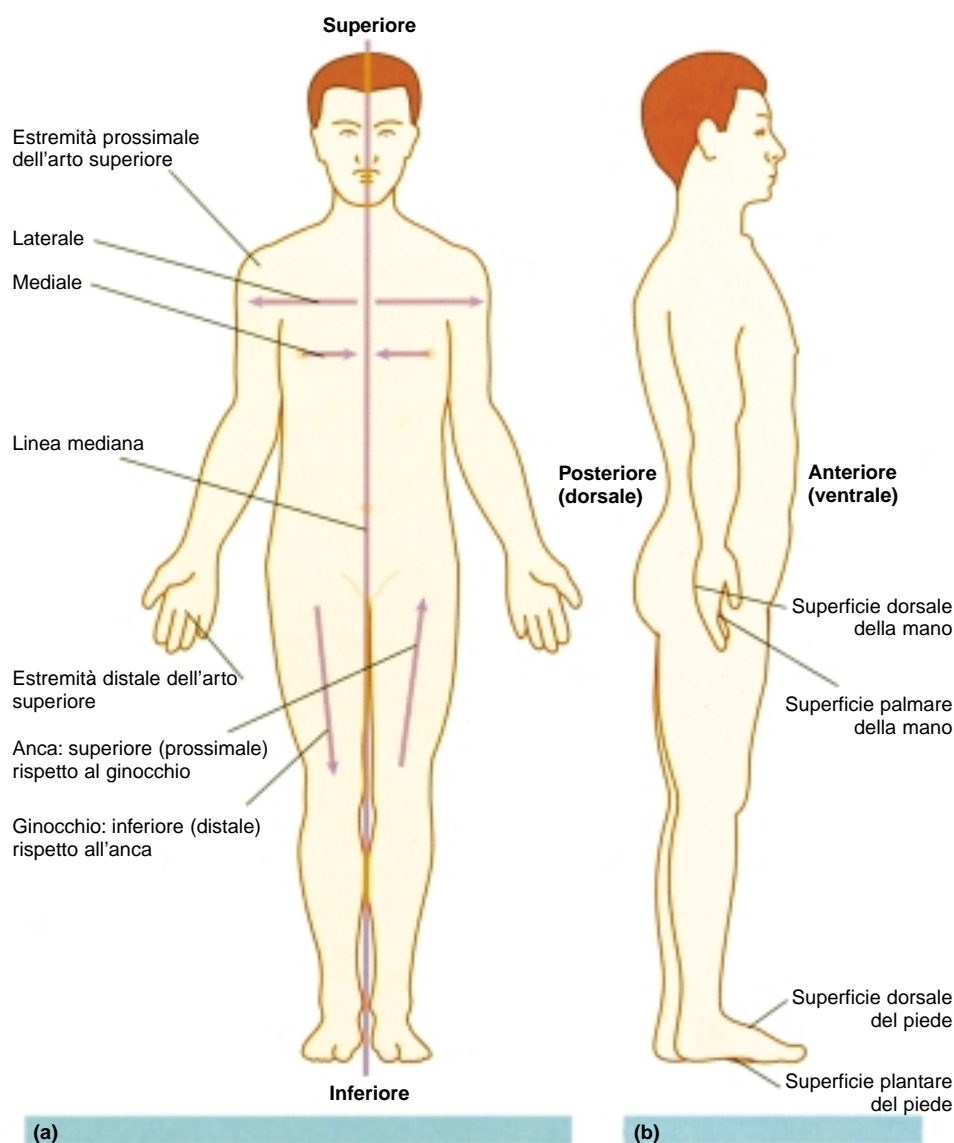
Le direzioni del corpo possono essere indicate con i seguenti termini: anteriore (riferito al davanti del corpo), posteriore (riferito al retro del corpo), prossimale (verso il tronco), distale (lontano dal tronco), mediale (verso la linea mediana del corpo) e laterale (lontano dalla linea mediana del corpo),

come mostrato nella **figura 1.1.6**. I piani del corpo, illustrati nella **figura 1.1.7**, sono: piano sagittale, piano trasverso e piano coronale (frontale).

In alcuni casi è necessario essere più precisi nel localizzare le diverse aree del corpo, e a questo proposito un buon esempio riguarda la regione addominale, com'è mostrato nella **figura 1.1.8**. L'addome può essere diviso grossolanamente in quattro quadranti, ma anche, in modo più preciso, in nove settori; questo grado di precisione può essere necessario al medico per effettuare la diagnosi di una malattia che interessa la regione addominale, o al chirurgo quando si renda necessario intervenire chirurgicamente.

All'inizio la terminologia anatomica può sembrare poco usuale e di difficile comprensione, ma una

**6**  
Spiegare  
il significato  
dei termini:  
anteriore, po-  
steriore, me-  
diale e laterale



**Figura 1.1.6**

Termini usati per indicare le direzioni nel corpo

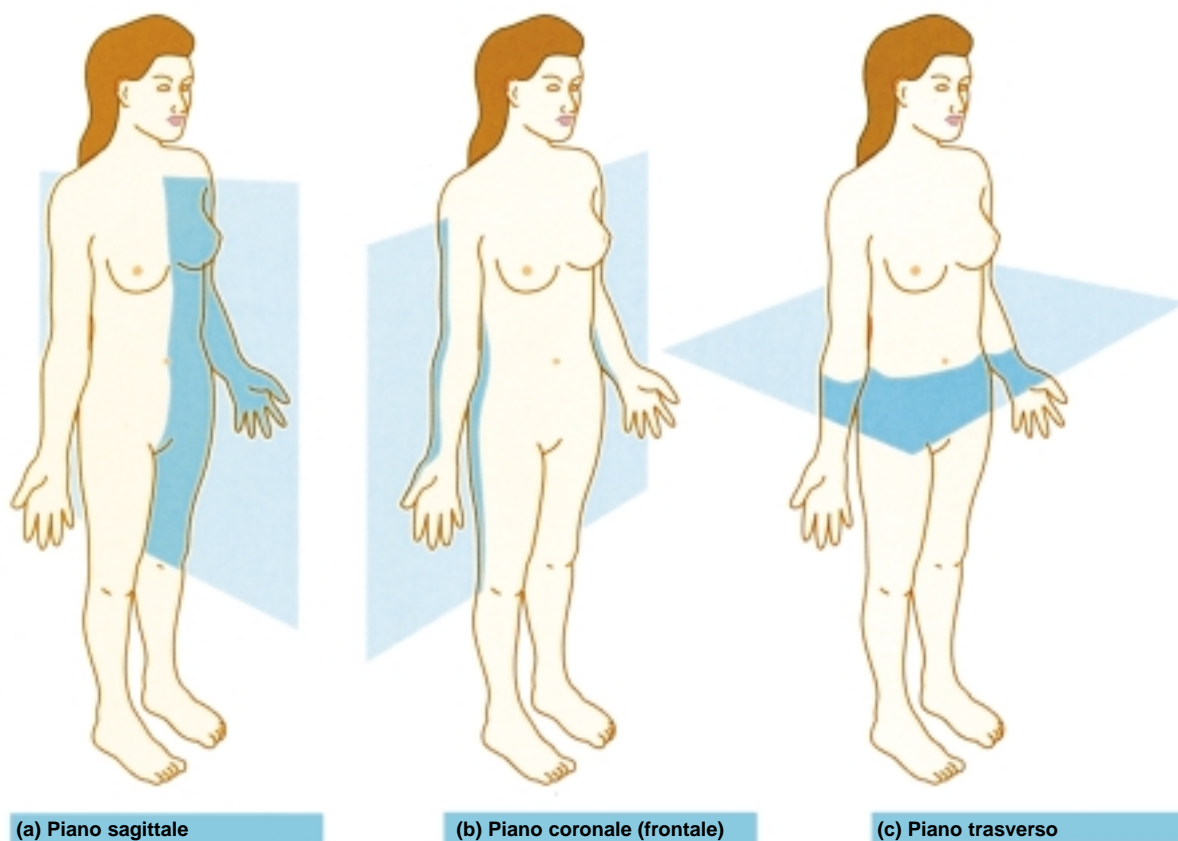


Figura 1.1.7 Piani del corpo

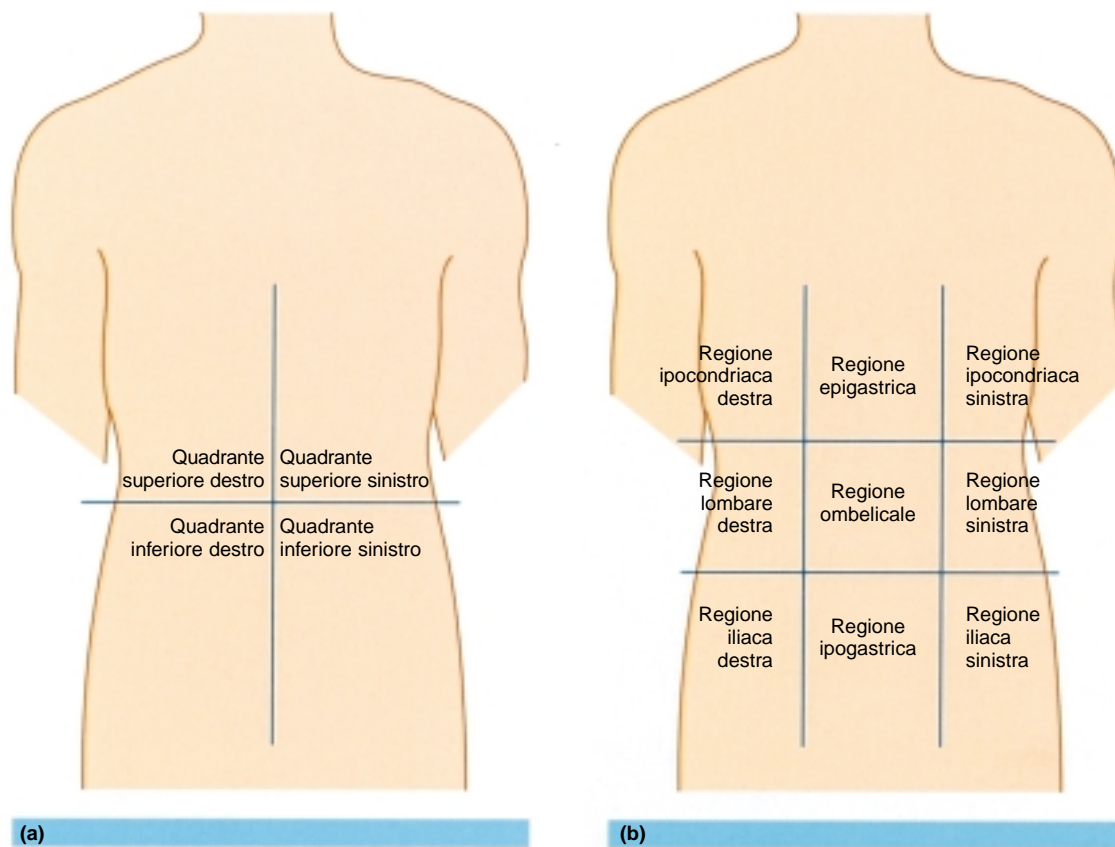


Figura 1.1.8 Quadranti e settori dell'addome

volta che si siano compresi i termini di base, i prefissi e i suffissi, ci si renderà conto della logica e dell'utilità del metodo con cui vengono indicate le diverse strutture. Per esempio, avendo capito che superiore significa verso la testa (**fig 1.1.6**) e che anteriore significa verso la fronte, diventerà facile identificare "la spina iliaca antero-superiore". Allo stesso modo, se si sa che il termine «cardio» si riferisce al cuore, diventerà chiaro a cosa ci si riferisce parlando di funzione cardio-polmonare. Imparare questi termini richiede tempo, ma è estremamente utile.

## Cavità del corpo

Le cavità del corpo contengono gli organi interni o visceri.

L'organismo comprende due cavità che hanno pareti ossee, e contengono l'una il cervello (cavità cranica) e l'altra il midollo spinale (canale vertebrale) (**fig. 1.1.9**). Una cavità più ampia anteriore è divisa da un muscolo a forma di cupola, il diaframma, in cavità toracica (superiore) e cavità addominopelvica (inferiore).

La cavità toracica contiene il cuore, racchiuso nella membrana pericardica, e i polmoni, avvolti dalla membrana pleurica.

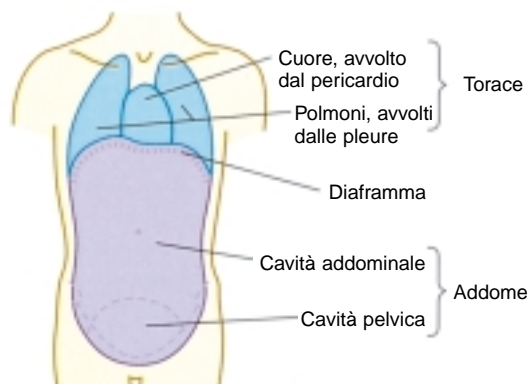
La cavità addominopelvica è divisibile in cavità addominale (superiore) e in cavità pelvica (inferiore) a livello del margine superiore della cresta ossea iliaca (**fig. 1.1.10**).

La cavità addominale contiene lo stomaco, l'intestino tenue e l'intestino crasso, il fegato, la cistifellea, la milza, il pancreas e i reni. La cavità pelvica contiene l'intestino retto, la vescica urinaria e gli organi della riproduzione (**fig 1.1.11**). Sia la cavità addominale sia quella pelvica sono rivestite dalla membrana peritoneale.

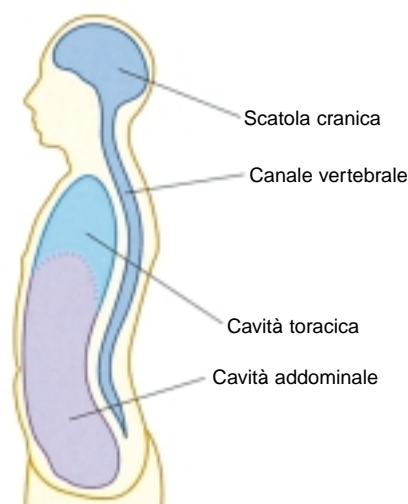
La funzione principale dello scheletro osseo adulto (**fig 1.1.10**), che è costituito da 206 ossa, è quella di sostenere gli organi interni. Oltre a esercitare una funzione di sostegno, lo scheletro circonda e protegge alcuni organi. Per esempio, il cervello è racchiuso all'interno del cranio, mentre i polmoni sono avvolti dalla gabbia toracica. La struttura e le funzioni delle ossa e il loro ruolo nei sistemi di leve che rendono possibili i movimenti del corpo sono descritti nella sezione 3.

## UNITÀ SI NELLA PRATICA CLINICA

Il *Système International d'Unité* o sistema internazionale di misura (abbreviato, SI), basato sul sistema metrico-decimale, è oggi largamente utilizzato nella scienza e in medicina in tutto il mondo. Il Sistema Internazionale di misura si basa su sette unità di misura, definite fondamentali, e su numerose unità de-



Visione anteriore



Visione laterale

### Figura 1.1.9

Visioni anteriore e laterale del corpo

7

Dove si trova il peritoneo?

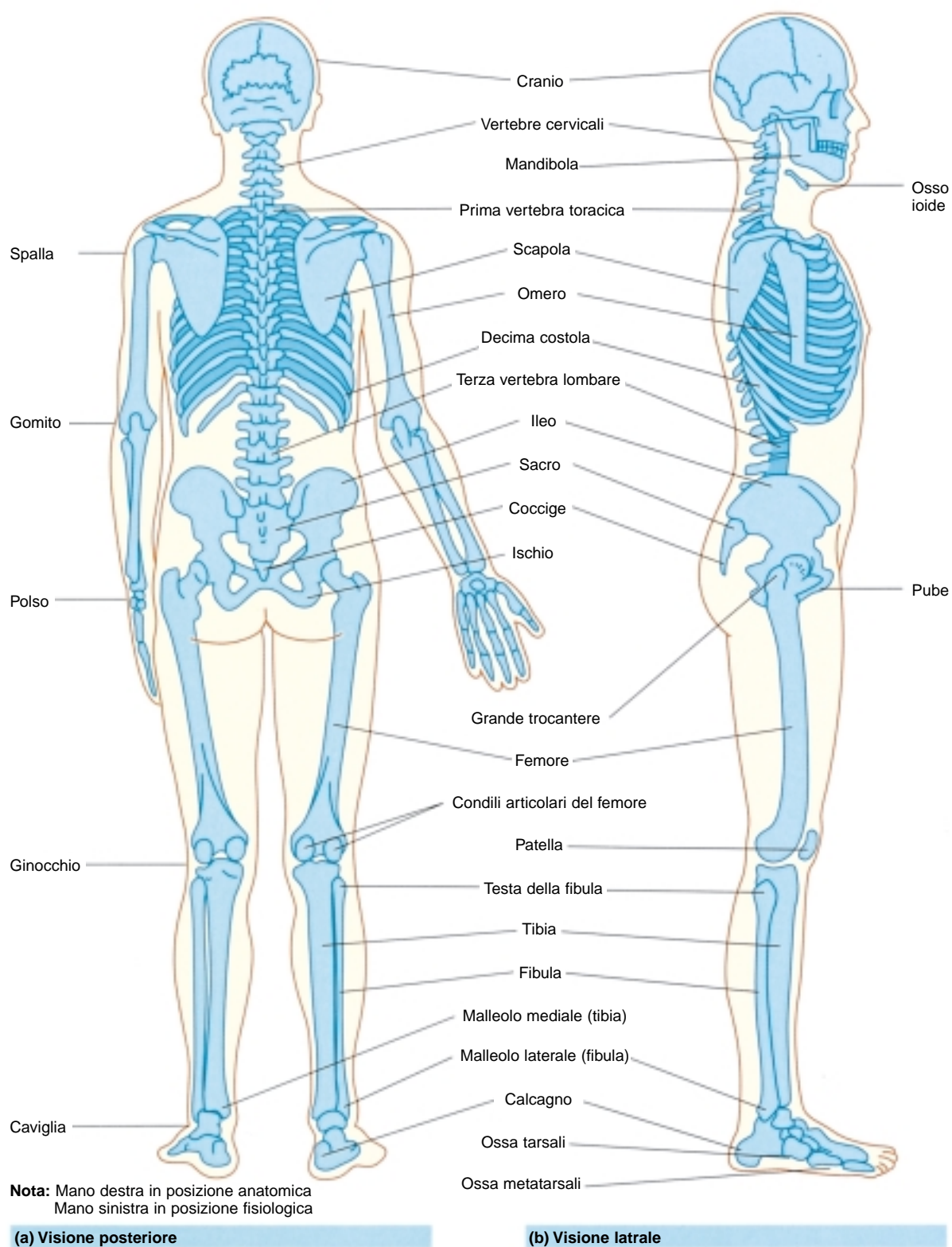
riviate (ricavate da due o più unità fondamentali). Prima di descrivere le unità SI e la loro relazione con altre unità che non fanno parte del Sistema Internazionale di misura, descriveremo brevemente le modalità accettate di scrittura dei numeri.

I sistemi metrici utilizzano i numeri decimali, cioè numeri che si basano su potenze di 10. Quando si effettuano misure di tipo chimico o biologico è facile imbattersi in numeri molto grandi o molto piccoli. La notazione scientifica prevede di scrivere questi numeri utilizzando le potenze di 10, per esempio, 1000 può essere indicato come  $10^3$ . Questo perché  $10 \times 10 \times 10 = 1000 = 10^3$  (cioè 10 alla terza potenza). Allo stesso modo

$$1000 \times 1000 = 1\,000\,000 = 10^6$$

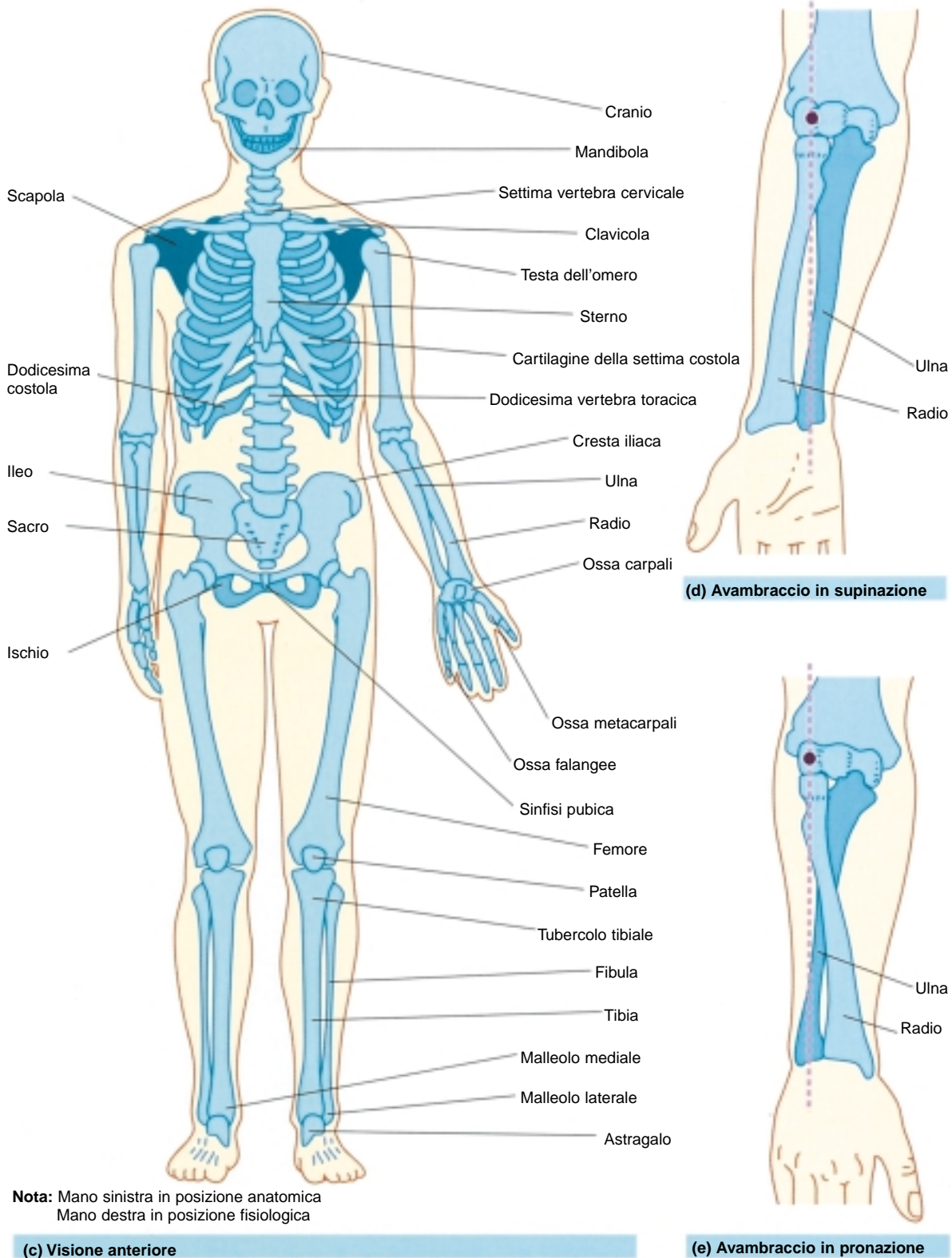
$$10^3 \times 10^3 = 10^6$$

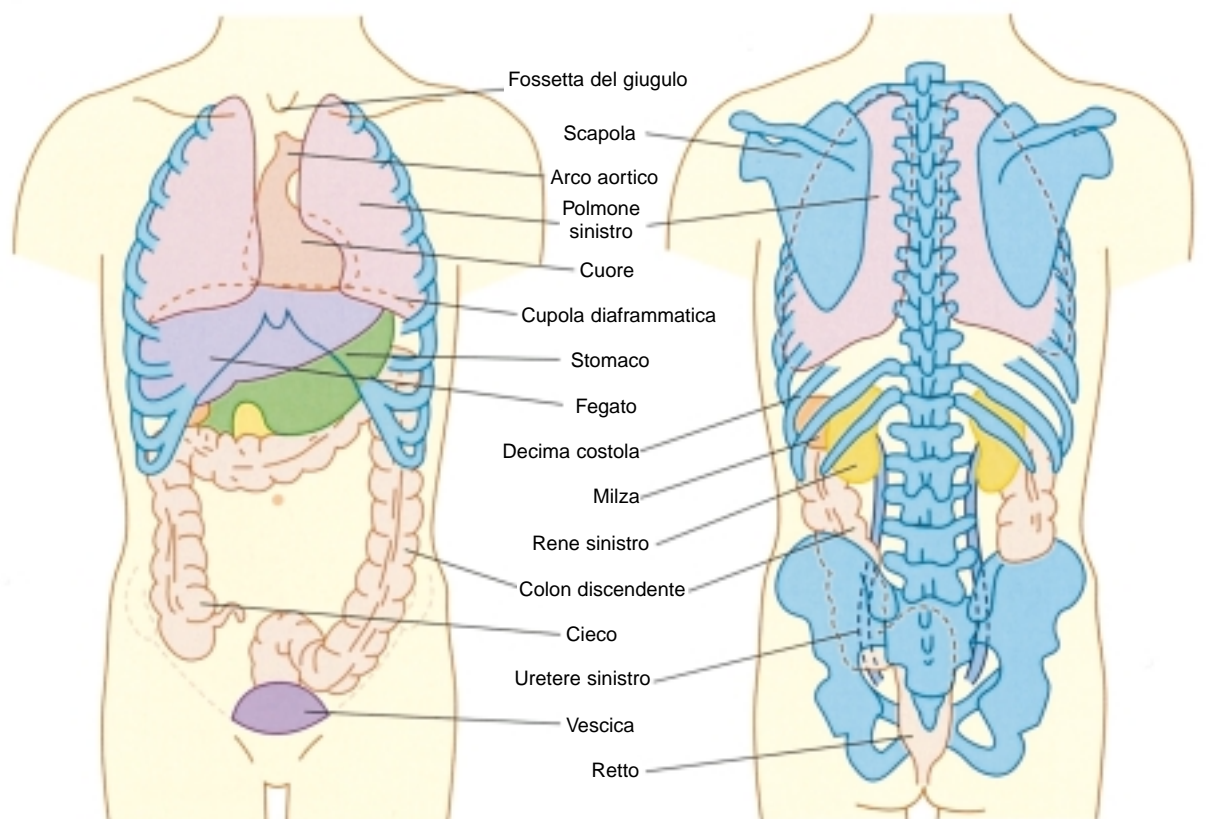


**Figura 1.1.10**

Lo scheletro umano: (a) visione posteriore, (b) visione laterale destra, (c) visione anteriore, (d) ed (e) ossa dell'avambraccio

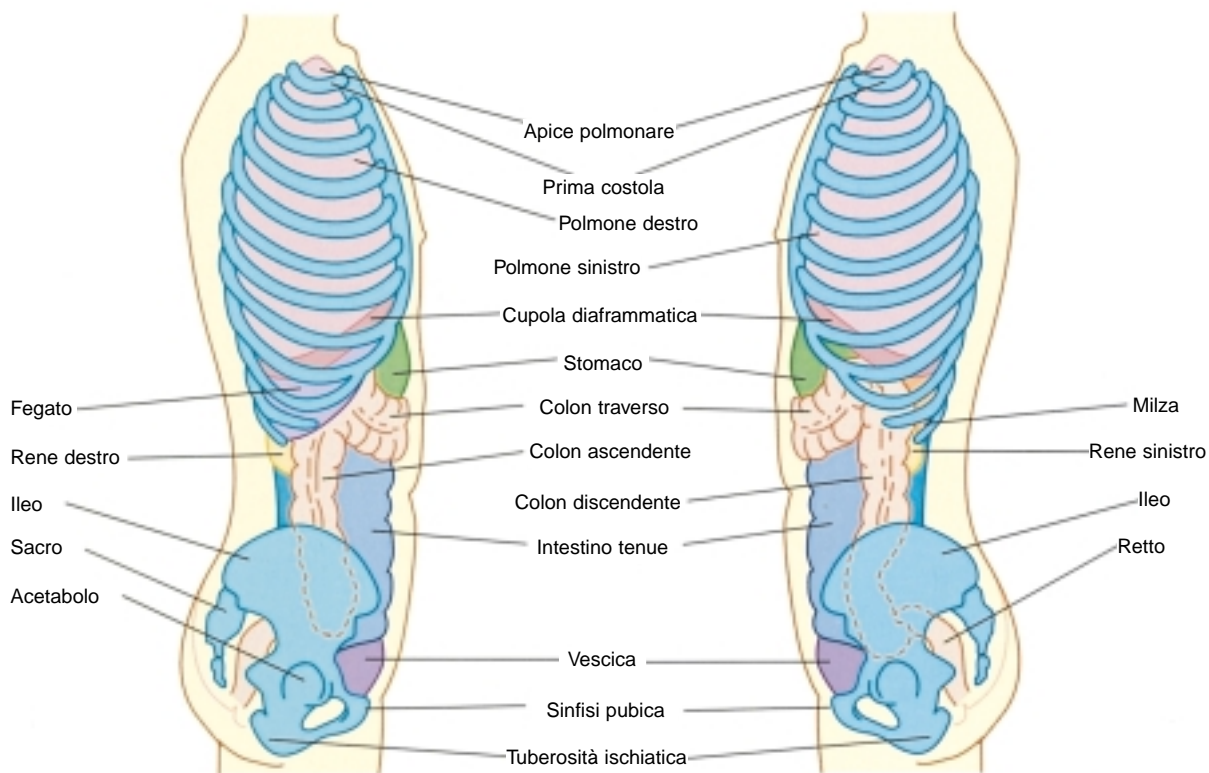






(a) Visione anteriore

(b) Visione posteriore



(c) Visione laterale destra

(d) Visione laterale sinistra

**Figura 1.1.11**

Rapporti anatomici fra gli organi del tronco in visione anteriore (a), posteriore (b), laterale destra (c) e laterale sinistra (d)

Quando un numero contiene anche altre cifre, è possibile esprimerlo nel modo seguente:

$$5 \text{ milioni} = 5\,000\,000 = 5 \times 10^6$$

$$5,5 \text{ milioni} = 5\,500\,000 = 5,5 \times 10^6$$

Allo stesso principio si fa riferimento per i numeri inferiori a uno. Per esempio:

$$0,001 = 1 \times 10^{-3}$$

che equivale a

$$0,1 \times 0,1 \times 0,1 = 1 \times 10^{-3}$$

$$\frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{1000} = 1 \times 10^{-3}$$

$$\text{o } 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^{-1} = 1 \times 10^{-3}$$

Il segno meno davanti all'esponente indica che la base (in questo caso 10) va al denominatore, moltiplicato per se stesso il numero di volte espresso dall'esponente.

Con altri numeri diversi da 1:

$$0,004 = 4 \times 10^{-3}$$

$$0,045 = 4,5 \times 10^{-3} \text{ cioè } \frac{4,5}{1000}$$

È da tenere presente che nei paesi di lingua inglese vengono utilizzati il punto per i decimali e la virgola per separare le migliaia, mentre in altri paesi, fra cui l'Italia, succede il contrario. Per questo, per evitare possibili confusioni, a volte i numeri con molte cifre vengono divisi in gruppi di tre cifre da uno spazio e non dal punto o dalla virgola (per esempio 5 613 100). (La scrittura corretta stabilita dal Sistema Internazionale prevede l'uso della virgola per separare i decimali e l'inserimento di uno spazio ridotto – non del punto – per separare le migliaia per valori superiori a 9999: per esempio, 1000, 10 000, 1 000 000 ecc.). Se un numero è inferiore a 1, viene preceduto da uno zero posto prima della virgola decimale, per esempio si scrive 0,88 e non ,88.

I multipli e i sottomultipli decimali delle unità SI sono spesso necessari nell'uso quotidiano. È preferibile utilizzare le potenze delle migliaia, come kilo-, milli-, micro-, ma possono essere usati anche tutti i prefissi indicati nella **tabella 1.1.2**.

### Unità fondamentali SI

Le sette unità fondamentali SI sono elencate nella **tabella 1.1.3**.

Non sono previsti simboli con l'indicazione del plurale e non devono essere seguiti dal punto (salvo siano scritti alla fine di una frase):

per esempio, 60 kg e non 60 kg.

Perciò si dirà, per esempio: "Il Sig. Rossi, alto solamente 1,5 m con un peso di 80 kg, è decisamente sovrappeso".

I prefissi elencati sopra sono spesso combinati con le unità di base per fornire unità comode da utilizzare. Per esempio:

$$\text{kilometro (km)} = 1000 \text{ m}$$

$$\text{centimetro (cm)} = 0,01 \text{ m}$$

$$\text{nanometro (nm)} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{millimole (mmol)} = 0,001 \text{ moli o } 1 \times 10^{-3} \text{ moli}$$

Le unità fondamentali, quando è necessario, possono essere combinate. Per esempio, una velocità di infusione di 100 mL all'ora può essere scritta come 100 mL/h o 100 mL h<sup>-1</sup>. Sono possibili combinazioni più specifiche, per esempio una velocità di infusione può essere indicata come 10 mL per kg di peso corporeo all'ora; che si può scrivere come 10 mL/kg/h o 10 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

**Tabella 1.1.2** Prefissi di multipli e sottomultipli

Prefisso	Simbolo	Valore	Fattore di moltiplicazione
tera-	T	1 000 000 000 000	10 <sup>12</sup>
giga-	G	1 000 000 000	10 <sup>9</sup>
mega-	M	1 000 000	10 <sup>6</sup>
*kilo-	k	1000	10 <sup>3</sup>
etto-	h	100	10 <sup>2</sup>
deca-	da	10	10 <sup>1</sup>
deci-	d	0,1	10 <sup>-1</sup>
*centi-	c	0,01	10 <sup>-2</sup>
*milli-	m	0,001	10 <sup>-3</sup>
*micro-	μ†	0,000 001	10 <sup>-6</sup>
nano-	n	0,000 000 001	10 <sup>-9</sup>
pico-	p	0,000 000 000 001	10 <sup>-12</sup>
femto-	f	0,000 000 000 000 001	10 <sup>-15</sup>
atto-	a	0,000 000 000 000 000 001	10 <sup>-18</sup>

\* Prefissi comuni nella pratica clinica

† Questo simbolo è la lettera greca "mu", ma viene letto come "micro"

**Tabella 1.1.3** Unità di misura fondamentali SI

Grandezza fisica	Unità di misura SI	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Tempo	secondo*	s
Temperatura	kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Corrente elettrica	ampère	A
Intensità luminosa	candela	cd

\* Sebbene il secondo sia l'unità fondamentale di tempo, vengono spesso utilizzati il minuto (min), l'ora (h) e il giorno (g).

### Altre indicazioni e spiegazioni relative all'uso delle unità fondamentali

#### Lunghezza

L'unità SI della lunghezza è il metro, da cui sono ricavabili multipli e sottomultipli. Due unità del sistema metrico utilizzate a volte per indicare lunghezze

ze decisamente piccole sono il micron ( $10^{-6}$  m) e l'ångström ( $10^{-10}$  m). Il termine micron può essere sostituito con micrometro (per esempio  $1\ \mu\text{m}$  o  $10^{-6}$  m) mentre l'ångström equivale a 0,1 nanometri.

### Volume

Il volume di un oggetto si ricava moltiplicando fra loro l'altezza, la profondità e la larghezza. L'esempio della **figura 1.1.12** mostra un volume molto grande rispetto alle misure che ricorrono nella pratica clinica, in cui, in genere, ci si riferisce al litro per misurare volumi di liquidi o di gas. Il litro non è un'unità fondamentale del sistema di unità SI, infatti 1 litro equivale a un decimetro cubo ( $1\ \text{dm}^3$ ) (**fig.1.1.13**),  $1\ \text{m}^3$  equivale perciò a 1000 litri.

Un'unità di volume molto piccola è il millilitro (mL), cioè un millesimo di litro:

$$1\ \text{mL} = 1 \times 10^{-3}\ \text{L}$$

Il millilitro è un termine familiare per molte persone, in quanto un cucchiaino standard per l'assunzione di farmaci corrisponde circa a 5 mL. Un millilitro equivale a un centimetro cubo.

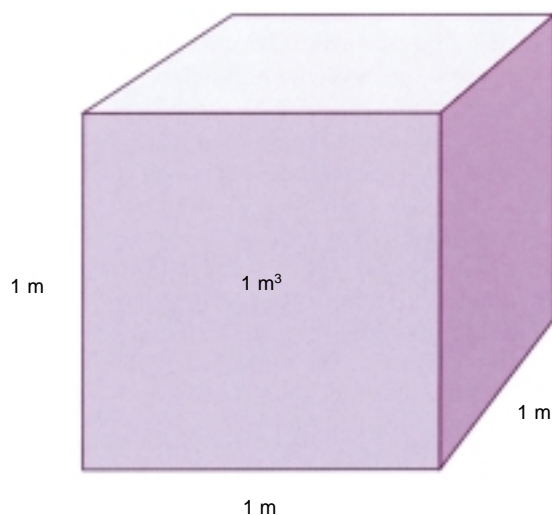
Il litro è anche correlabile alla massa, poiché un litro di acqua pesa 1 kg.

### Massa

Sebbene il kilogrammo sia l'unità fondamentale della massa, ci si riferisce spesso al grammo che è un'unità più piccola ( $1000\ \text{g} = 1\ \text{kg}$ ). I prefissi già descritti vengono usati combinati con il grammo, per esempio:

$$\text{milligrammo (mg)} = 0,001\ \text{g}$$

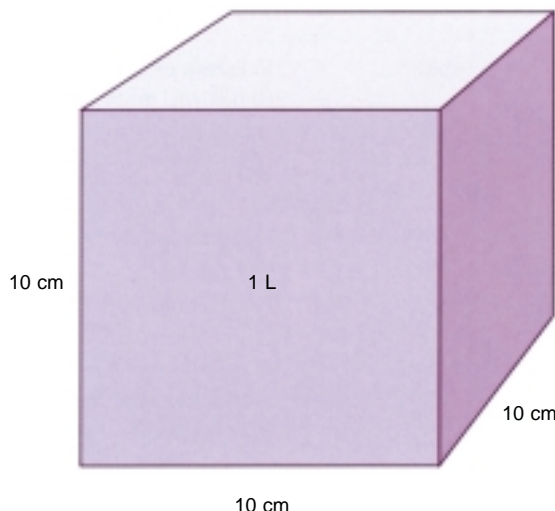
$$\text{*microgrammo (\mu g)} = 0,001\ \text{mg} \text{ o } 1 \times 10^{-6}\ \text{g}$$



$$\begin{aligned}\text{Volume del cubo} &= 1\ \text{m} \times 1\ \text{m} \times 1\ \text{m} \\ &= 1\ \text{m}^3 \\ &= 1\ \text{metro cubo}\end{aligned}$$

**Figura 1.1.12**

Volume di un metro cubo



$$\begin{aligned}\text{Volume del cubo} &= 10\ \text{cm} \times 10\ \text{cm} \times 10\ \text{cm} \\ &= 1000\ \text{cm}^3 \\ &= 1\ \text{dm} \times 1\ \text{dm} \times 1\ \text{dm} \\ &= 1\ \text{dm}^3 \\ &= 1\ \text{L}\end{aligned}$$

**Figura 1.1.13**

Volume di 10 centimetri cubi

(\*a volte il microgrammo è indicato con il simbolo mcg che, non essendo corretto, dovrebbe essere evitato).

In termini corretti, il peso di un oggetto è una misura di forza, cioè la massa moltiplicata per l'accelerazione di gravità. Tuttavia, poiché l'accelerazione di gravità in molte misurazioni è costante, il peso di un oggetto viene comunemente espresso con i kilogrammi che corrispondono alla sua massa. Questo è giustificabile considerando che un astronauta che pesa 75 kg sulla Terra, e nello spazio avrà un peso ridotto, avrà, comunque, una massa di 75 kg.

### Temperatura

L'unità SI di temperatura è il kelvin (K), ma non viene utilizzata clinicamente: per l'uso ordinario è internazionalmente riconosciuta la scala Celsius. Secondo questa scala, l'acqua congela a zero gradi Celsius ( $0\ ^\circ\text{C}$ ) e bolle a cento gradi Celsius ( $100\ ^\circ\text{C}$ ). Il grado Celsius è spesso chiamato grado centigrado: nel linguaggio più corretto non si dovrebbe usare il termine centigrado, poiché può assumere un significato molto differente, in quanto viene riferito anche alla misura degli angoli. Lo zero assoluto di temperatura o 0 K corrisponde a  $-273\ ^\circ\text{C}$ . Un salto di 1 K è identico alla variazione di  $1\ ^\circ\text{C}$ . Così  $37\ ^\circ\text{C}$  equivalgono a 310 K, poiché  $37 + 273 = 310$  K. Notare che il simbolo K non è preceduto dal simbolo di grado ( $^\circ$ ).

### Quantità e concentrazione di una sostanza

L'unità SI per indicare la quantità di una sostanza è la mole. La mole è il peso molecolare di una sostan-



za espresso in grammi. Una mole di una sostanza contiene  $6,023 \times 10^{23}$  molecole di quella sostanza.

La concentrazione esprime la quantità di una sostanza contenuta in un determinato volume e comunemente viene espressa in termini di moli/litro (molarità); per esempio la concentrazione di glucosio nel sangue è di 4,2 mmol/L o  $4,2 \text{ mmol L}^{-1}$ , oppure una soluzione iniettabile in vena (soluzione fisiologica) contiene 150 mmol/L, o  $150 \text{ mmol L}^{-1}$ .

Le proteine hanno peso molecolare variabile, perciò vi sono problemi nel calcolare la loro concentrazione molare, soprattutto nelle miscele di proteine. È uso comune, perciò, esprimere la concentrazione delle proteine in grammi per litro, per esempio la concentrazione di albumina nel plasma è di 40 g/L o  $40 \text{ g L}^{-1}$ . La valutazione degli enzimi viene espressa con unità internazionali (abbreviate in U, IU o i.u.) per litro che misurano l'attività enzimatica. I valori possono variare da laboratorio a laboratorio se vengono utilizzati metodi di analisi diversi.

Per convenzione, la concentrazione dell'emoglobina è indicata in grammi per decilitro, per esempio 14 g/dL. I grammi per decilitro equivalgono a grammi per cento millilitri; per esempio 14 g/dL può essere scritto anche come 14 g/100 mL.

Le concentrazioni di ioni, cioè di sostanze cariche elettricamente, possono essere anche indicate in equivalenti o milliequivalenti per litro (Eq/L o mEq/L):

$$\text{Numero di equivalenti/litro (normalità)} = \frac{\text{peso in grammi} \times \text{valenza}}{\text{peso molecolare} \times \text{litro}}$$

$$\text{Numero di moli/litro (molarità)} = \frac{\text{peso in grammi}}{\text{peso molecolare} \times \text{litro}}$$

Nel caso di ioni monovalenti (come  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) i valori saranno numericamente gli stessi, cioè una concentrazione di sodio di 140 mEq/L corrisponderà a

140 mmol/L. Per ioni a valenza maggiore (per esempio,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), si ottiene la conversione da equivalenti a moli, dividendo il numero di equivalenti per la valenza, così una concentrazione dello ione magnesio di 2,0 mEq/L corrisponderà a 1,0 mmol/L.

I valori espressi in mg/100 mL, possono essere convertiti in mmoli dividendoli per il peso molecolare (per convertire i mg in mmoli) e moltiplicandoli per 10 (per portare i 100 mL a un litro).

In alcune situazioni cliniche il pH viene espresso in nanomoli di idrogeno per litro:

$$\text{pH } 7,4 = 40 \text{ nmol/L}$$

## Unità derivate

Le sette unità fondamentali non coprono tutti i parametri che necessitano di unità di misura, perciò sono state aggiunte altre unità, tutte derivate da quelle fondamentali, dotate di nomi e simboli specifici (tabella 1.1.4).

## Spiegazione delle unità derivate

### Unità di misura della pressione

L'unità di misura della pressione nel SI è il pascal (Pa) che sostituisce il millimetro di mercurio (mmHg). Poiché il pascal è un'unità di misura molto piccola, spesso le misure sono espresse in kilopascal (kPa), cioè 1000 Pa.

L'utilizzo di unità di pressione nella scienza medica non è sempre consistente. Le pressioni di gas nel sangue vengono oggi a volte indicate in kilopascal; per esempio, una  $\text{pO}_2$  (pressione parziale di ossigeno) arteriosa di 12,7 kPa piuttosto che 95 mmHg. Tuttavia la pressione del sangue viene ancora espressa in mmHg; per esempio, una pressione arteriosa di 120/75 mmHg invece di 16/10 kPa.

$$1 \text{ kilopascal} = 7,5 \text{ mmHg}$$

**Tabella 1.1.4** Unità SI derivate

Parametro/quantità	Unità derivata	Simbolo	Esprese in termini di altre unità SI
Lavoro	joule	J	Nm
Energia			
Quantità di calore			
Forza	newton	N	$\text{kg m s}^{-2}$ ( $\text{kg m/s}^2$ )
Potenza	watt	W	$\text{J s}^{-1}$ (J/s)
Pressione	pascal	Pa	$\text{N m}^{-2}$ ( $\text{N/m}^2$ )
Frequenza	hertz	Hz	$\text{s}^{-1}$ (1/s)
Potenziale elettrico	volt	V	$\text{W A}^{-1}$ (W/A)
Differenza di potenziale			
Forza elettromotrice			
Assorbimento (radiazioni ionizzanti)	gray	Gy	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$ ( $\text{m}^2/\text{s}^2$ )
Attività di un radionuclide (esprime il numero di trasformazioni nucleari al secondo)	becquerel	Bq	$\text{s}^{-1}$ (1/s)



### Unità di misura dell'energia

L'unità SI per tutte le forme di energia è il joule (J) o, più frequentemente, il kilojoule (kJ). Così, l'energia degli alimenti può essere misurata in kJ in sostituzione della caloria (o della kilocaloria, o Caloria), unità di misura del calore.

Una caloria corrisponde approssimativamente a 4,2 kJ. Perciò una dieta di 2000 calorie equivale a una dieta di 8400 kJ.

### CONCLUSIONI

L'organizzazione dell'organismo può essere descritta dal punto di vista anatomico e fisiologico. Le due modalità di approccio sono strettamente collegate e permettono di localizzare le strutture corporee e di capire come le cellule, i tessuti, gli organi e gli apparati sono organizzati per assicurare l'omeostasi. Il Sistema Internazionale delle unità di misura (SI) è oggi ampiamente usato nella pratica clinica, in cui è possibile imbattersi in tutte e sette le unità di misura fondamentali e anche nelle numerose unità derivate.

### Obiettivi

**In aggiunta agli obiettivi dell'apprendimento elencati all'inizio di questo capitolo lo studente dovrà essere anche in grado di:**

- ◆ Definire i termini cellula, tessuto, organo, sistema e organismo e spiegare come questi sono correlati funzionalmente
- ◆ Descrivere la struttura e la funzione di un tessuto a scelta
- ◆ Descrivere il ruolo dei vari sistemi di organi nell'omeostasi dell'organismo
- ◆ Definire il termine omeostasi e, utilizzando esempi, spiegare la relazione fra questo fondamentale concetto fisiologico e la salute
- ◆ Indicare alcune unità del Sistema Internazionale di misura comunemente utilizzate nella pratica clinica

### Domande di ripasso

- 1 Come definiresti un tessuto?
- 2 Quali sono le caratteristiche principali di un organo cavo?
- 3 Come definiresti un apparato?
- 4 Quale compartimento costituisce il maggiore componente del liquido extracellulare?
- 5 Quali sistemi controllano l'omeostasi?
- 6 Spiegare il significato dei termini: anteriore, posteriore, mediale e laterale
- 7 Dove si trova il peritoneo?

### Bibliografia

Cannon, W.B. (1932) *The Wisdom of the Body*. New York: Norton.