

# La seconda settimana

## L'embrione inizia ad organizzare le sue cellule

Nel corso della seconda settimana il **processo di annidamento** – iniziato tra il 6° ed il 7° giorno – prosegue, e viene considerato come **concluso intorno al 13°-14° giorno**.

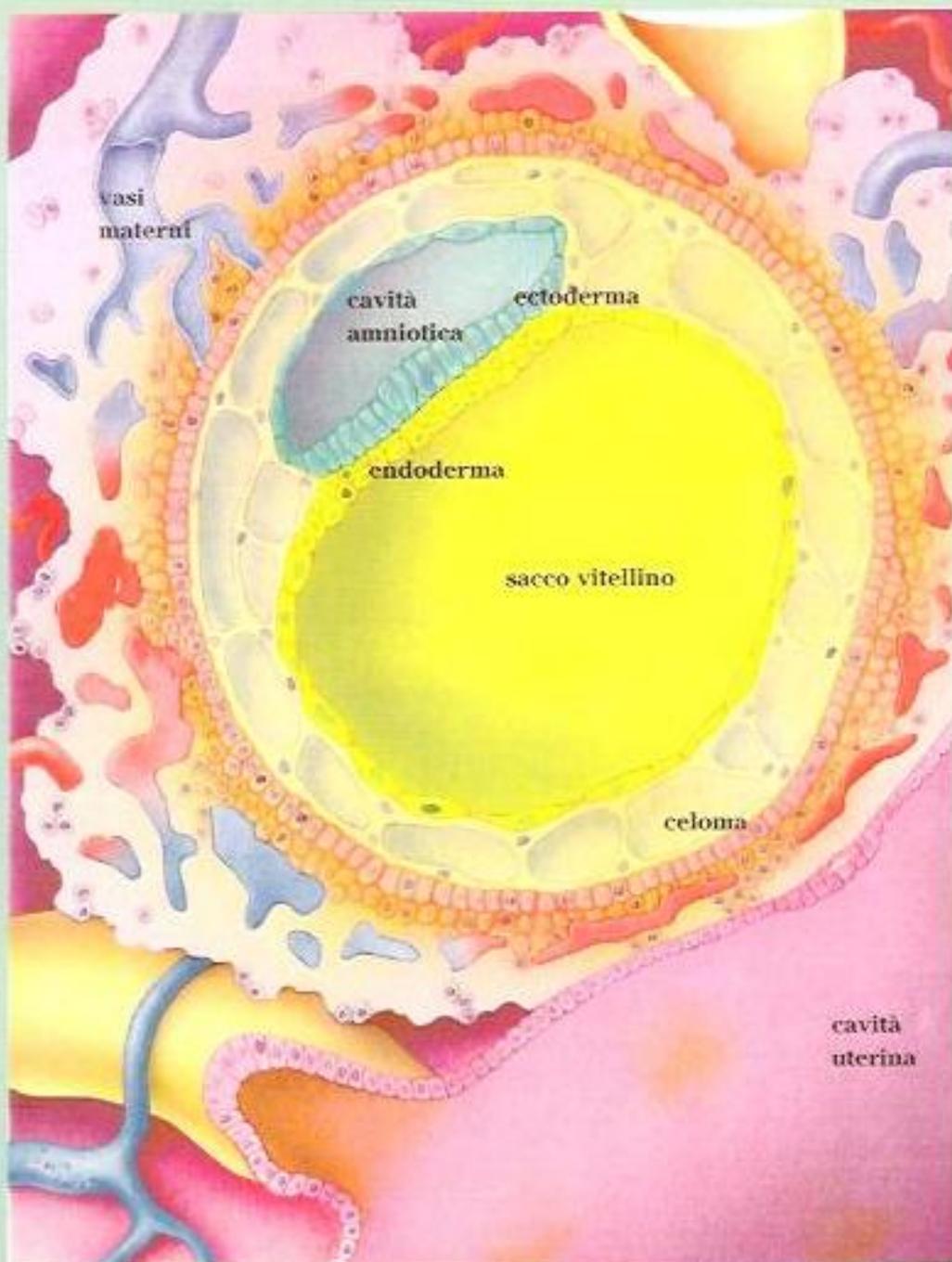
All'inizio della settimana nel corpo dell'embrione compaiono delle **cellule** chiaramente **distinguibili dalle altre**. Se ne possono riconoscere due tipi diversi tra loro, che si dispongono ciascuno su un unico strato formando così i **primi due foglietti embrionali**, chiamati **ectoderma ed endoderma**.

Durante la stessa settimana si **creano anche delle cavità**. Sono gli "spazi" che serviranno per il successivo sviluppo dell'embrione:

**1** Il **sacco vitellino**, che parteciperà alla costituzione dell'intestino primitivo e sulla cui parete interna, durante la quarta settimana, si formeranno le **cellule germinali primordiali**, i precursori degli oogoni (nella femmina) e degli spermatogoni (nel maschio). A meno di un mese di vita l'embrione "pensa" già ai propri figli, preparando le linee cellulari dalle quali origineranno i suoi gameti!

**2** Il **celoma**, le cui pareti andranno a formare un involucro membranoso (**peritoneo**) che avvolgerà gli organi addominali del nostro corpo.

**3** La **cavità amniotica**, che continuerà ad accrescersi nel corso della gravidanza accogliendo l'embrione e, successivamente, il feto, immersi nel **liquido amniotico**.

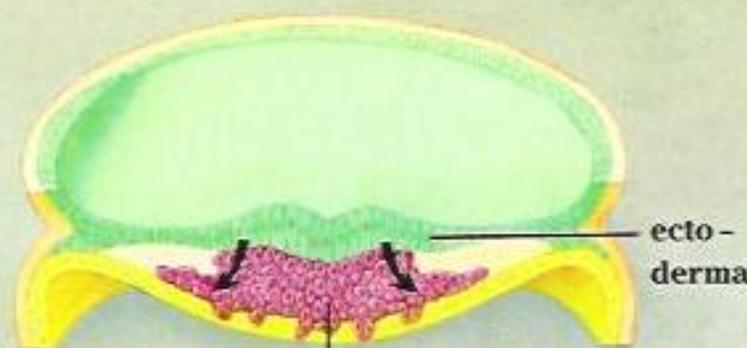


L'embrione allo stadio bilaminare (due foglietti embrionali: ectoderma ed endoderma), impiantato nell'endometrio dell'utero.

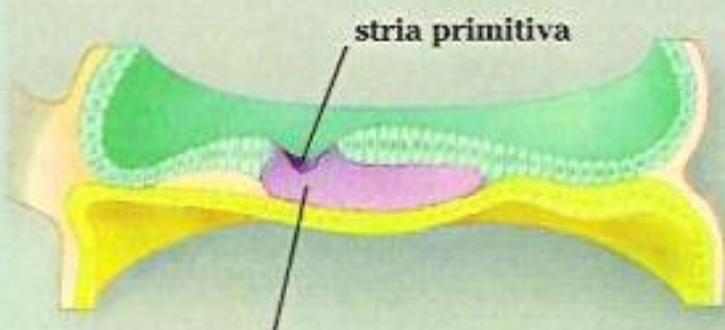
Al termine della seconda settimana l'embrione, ormai impiantato nell'endometrio dell'utero, presenta una struttura già piuttosto complessa: ha la forma di un disco a due strati di cellule – ectoderma ed endoderma – compreso tra due emisfere, la cavità amniotica ed il sacco vitellino. Il tutto è situato entro una terza cavità: il celoma.

# La terza settimana

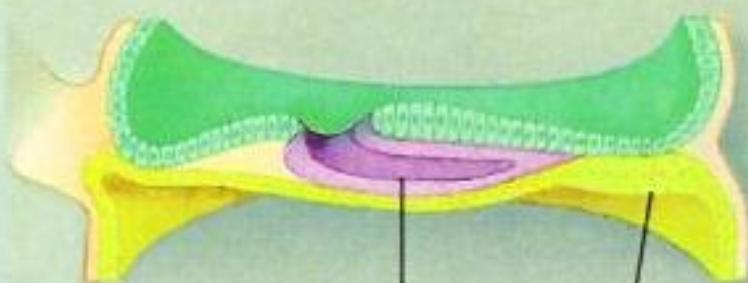
## Una terna vincente: i tre foglietti embrionali



movimenti cellulari  
a livello della  
linea primitiva;  
si forma il mesoderma



corda dorsale



canale dorsale

endoderma

La terza settimana di sviluppo dell'embrione umano è caratterizzata dalla **comparsa di un terzo foglietto embrionale** che, interponendosi tra i primi due, dà luogo alla trasformazione del **disco germinativo bilaminare** in quello **trilaminare**.

All'inizio della settimana (**15° giorno**) si può osservare un ispessimento ed una inflessione lineare dell'ectoderma: è la cosiddetta **linea primitiva**. Da questa struttura, in continua trasformazione, migrano delle **cellule che si differenziano** da quelle dell'ectoderma e si posizionano tra quest'ultimo e l'endoderma, dando origine ad un nuovo foglietto, il **mesoderma**.

La parte centrale del mesoderma si distacca dalle porzioni laterali e forma un cordone, chiamato **corda dorsale**. Intorno a questa, per migrazione di cellule del mesoderma laterale, si formeranno i **corpi vertebrali** che andranno ad accogliere il **canale neurale** originatosi dall'ectoderma.

La **corda dorsale**, dopo aver svolto questa preziosa funzione di richiamo delle cellule del mesoderma, **regredisce** e non darà origine a nessuna struttura del nostro corpo adulto. Dal **mesoderma laterale**, invece, si formeranno lo **scheletro**, la **muscolatura**, il **tessuto connettivo**, l'**apparato cardiocircolatorio** ed il **rene**.

Formazione del terzo foglietto embrionale (*mesoderma*) e del canale dorsale per invaginazione dell'ectoderma. Un solco longitudinale mediano, osservabile già a partire dal 15° giorno, si allunga e si affossa progressivamente, e viene detto *stria* (o *linea*) *primitiva*.

# La quarta settimana

## Dai tessuti agli organi

Nello sviluppo embrionale umano il processo di formazione degli organi (**organogenesi**) ha inizio con la quarta settimana. In quel periodo l'organismo dell'embrione ha a disposizione **una preziosa terna** di tipi cellulari: i **foglietti embrionali** (germinativi). Sarà proprio a partire da questi semplici strati di cellule che, nel giro di alcune settimane, attraverso un **processo di differenziazione**, prenderanno forma i tessuti, gli organi e gli apparati del nostro corpo. Alla fine della 4ª settimana l'embrione sarà **lungo ca. 5 mm**, ed avrà **aumentato la sua massa di 7000 volte** rispetto a quella che aveva allo stadio di zigote. Ogni organo è preposto ad una determinata funzione, per svolgere la quale ha bisogno di **gruppi di cellule organizzate in tessuti** e coordinate per compiere lo stesso lavoro.

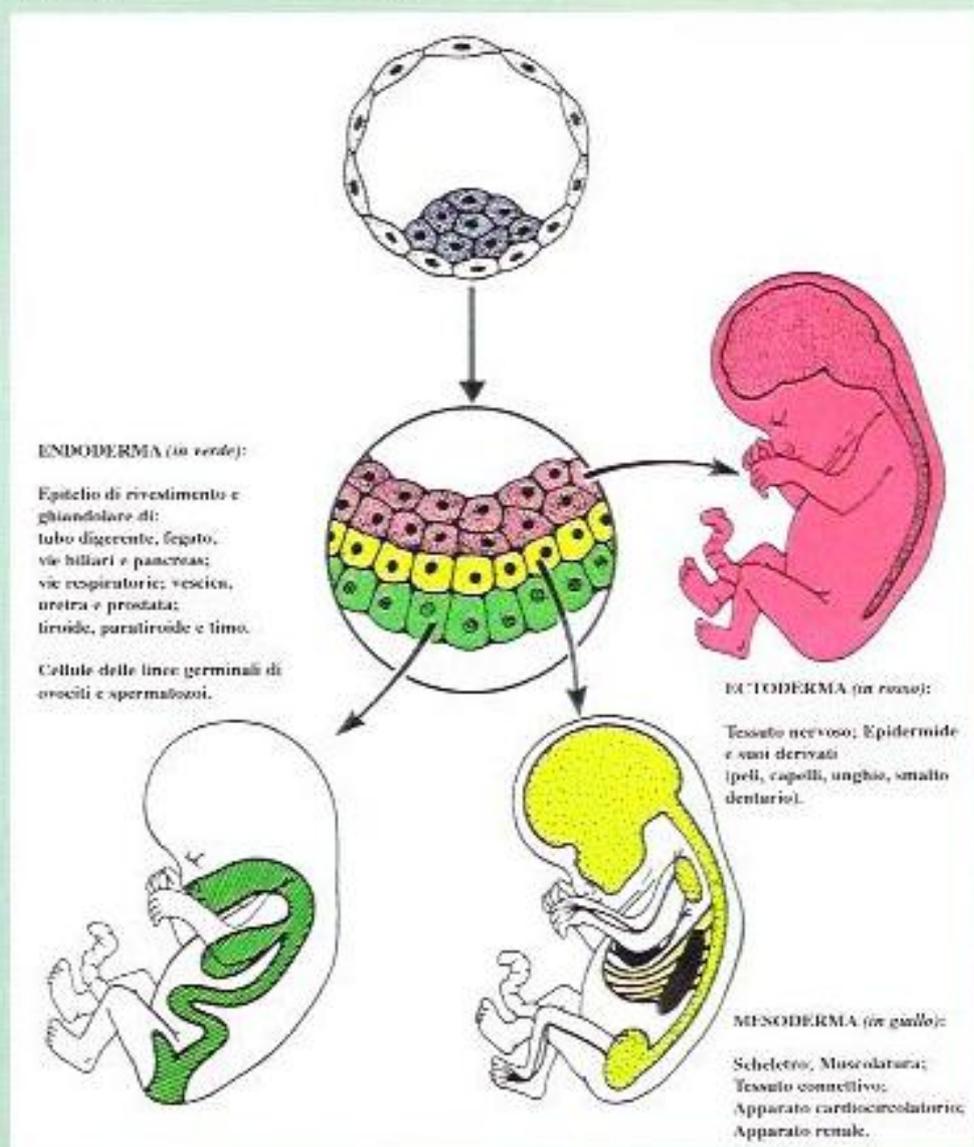
Le cellule del nostro corpo, pur contenendo tutte lo stesso patrimonio genetico, **non sono tra loro uguali** ma presentano precise specializzazioni: appartengono cioè a **linee differenziative diverse** (ne possediamo oltre 200), ciascuna delle quali esprime solo una parte delle informazioni contenute nel nostro genoma.

Ad un certo stadio della vita dell'embrione alcune cellule iniziano a prendere strade di sviluppo diverse le une dalle altre, risultando così orientate verso un percorso di differenziazione ben preciso.

Lo **zigote** e i **primi blastomeri** (fino allo stadio di morula precoce) sono **cellule totipotenti**: hanno in sé tutte le potenzialità di sviluppo, e ciascuna – se separata dalle altre e posta in opportune condizioni – sarebbe capace di dare origine anche ad un organismo completo (cf. gli esperimenti di clonazione per scissione embrionale precoce).

Le cellule di ogni singolo foglietto embrionale sono **pluripotenti**: da esse si formerà solo un numero ristretto e ben determinato di tipi cellulari.

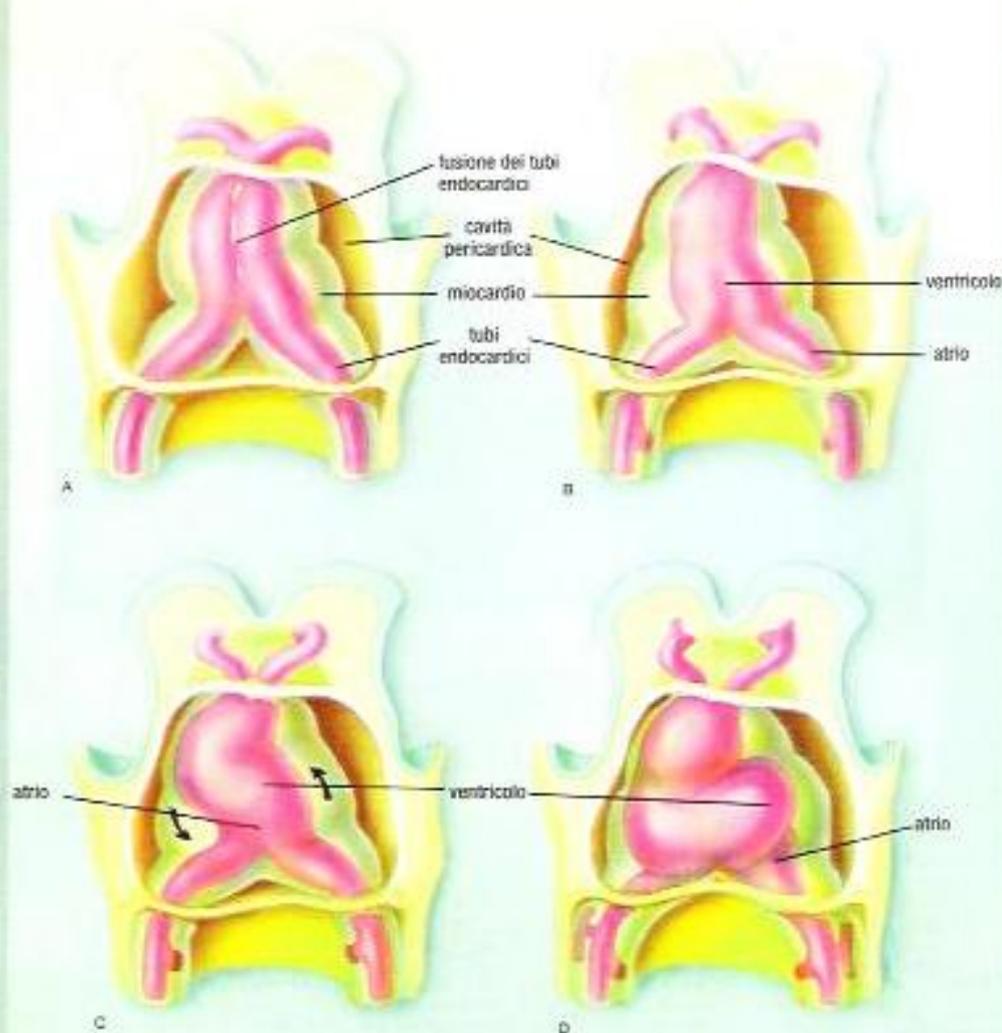
Proseguendo nel processo di differenziazione, le cellule **divengono unipotenti**, potendo generare una solo tipo cellulare (è il caso della maggior parte delle cellule dell'organismo adulto).



# Lo sviluppo del cuore

## Quando la vita incomincia a ... pulsare

Sviluppo del cuore alla IV settimana



Alla fine dell'8<sup>a</sup> settimana il cuore dell'embrione è formato, come il nostro cuore, da quattro camere (due atri e due ventricoli).

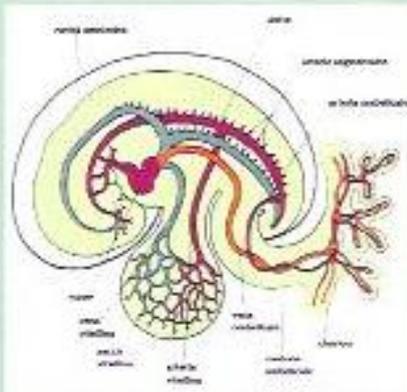
All'origine vi sono due strutture, i **tubi endocardici**, che al 22° giorno si fondono formando il **tubo cardiaco primitivo**. Accrescendosi in uno spazio ristretto – la cavità pericardica – il tubo cardiaco è costretto a ripiegarsi a forma di S. Tale ripiegamento è seguito da successive divisioni che portano alla costituzione delle quattro camere.

Al 49° giorno, quando l'embrione misura solo 20 mm, il suo cuore è già anatomicamente simile a quello di un adulto, anche se di dimensioni molto più ridotte.

Il tubo cardiaco comincia a "battere" verso il 23° giorno (solo circa una settimana dopo che la donna si è accorta di essere incinta!), grazie alla presenza di cellule specializzate, i **miocardiociti**, che sono in grado di contrarsi. Da quel momento il nostro cuore non cesserà più di battere (attualmente lo fa ca. 100000 volte al giorno). Queste primissime contrazioni non sono però ancora capaci di imporre una direzione di flusso al sangue. Una vera e propria **circolazione embrionale** comincia a stabilirsi tra il 27° e il 29° giorno, e può essere visualizzata con tecniche ultrasonografiche. Inizialmente la **pressione arteriosa dell'embrione** è di soli 2-3 mm Hg.



A. Sonogramma di un embrione di 5 settimane (7,3 mm).  
L'area rossa è il cuore, visualizzato con tecnica Doppler.  
B. Schema corrispondente all'immagine ecografica.



Rappresentazione schematica della circolazione nell'embrione all'inizio del secondo mese di sviluppo.



# Il sistema nervoso

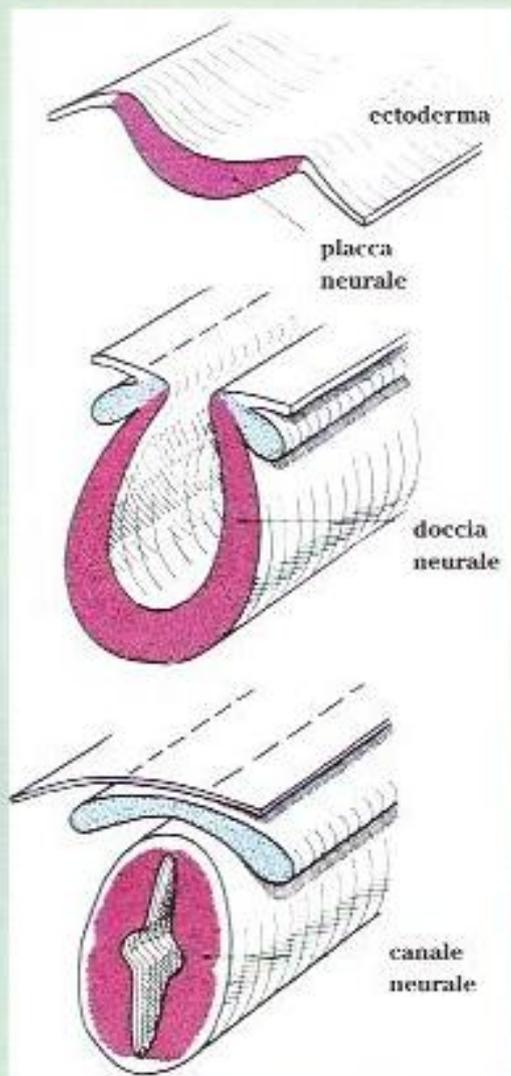
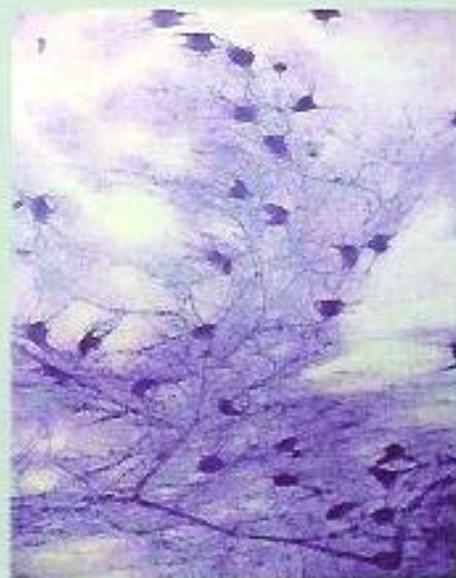
## Un network di neuroni tutto per noi

### Morfogenesi: l'organizzazione spaziale

L'abbozzo nervoso deriva dal foglietto ectodermico e compare attorno al 17° giorno, sotto forma di un ispessimento: la **placca neurale**.

Successivamente la **placca si approfonda** fino a formare un **avvallamento**: la **doccia neurale**.

Infine la **doccia si chiude**, dando origine al **canale neurale** (21°-28° giorno).



I neuroni si moltiplicano con un ritmo di circa 4000 al secondo. Al termine della XVI settimana sono più di 20 miliardi. Oltre a moltiplicarsi, le cellule nervose si differenziano e si dispongono a formare una fitta rete di comunicazioni.

### Neurogenesi: miliardi di neuroni in "rete"

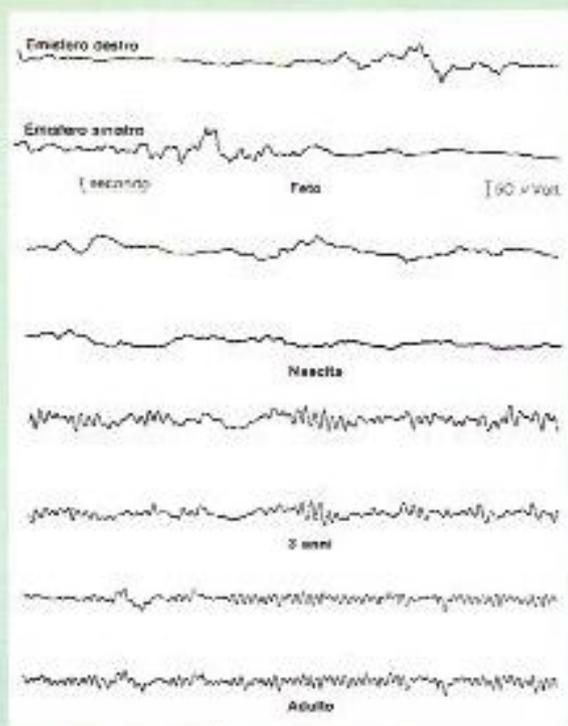
La **corteccia cerebrale**, lo strato esterno dell'encefalo di colore grigio, è la **zona più "recente" e "nobile"** del sistema nervoso dei mammiferi, e presenta notevoli differenze da specie a specie. Essa **raggiunge il massimo spessore e la più complessa stratificazione nell'uomo**, permettendo le **funzioni cerebrali più evolute**, dette **"superiori"** (percezione della forma, riconoscimento visivo, coordinamento dei movimenti volontari, linguaggio, apprendimento, memoria, ...). Questo particolare assetto morfo-funzionale viene acquisito durante la **neurogenesi**.

Dopo la **chiusura del canale neurale** (26°-27° giorno), le cellule dello strato più interno si moltiplicano al ritmo di **ca. 4000 neuroni al secondo**. Alla 16<sup>a</sup> settimana alcune di esse, cessando di replicarsi, migrano verso gli strati più esterni; altre, continuando a dividersi, danno origine alle cellule ausiliarie di sostegno del sistema nervoso, dette **gliali**. Durante la migrazione le **cellule nervose si differenziano**, acquisendo la capacità di produrre sostanze chimiche specifiche per la loro funzione (**neurotrasmettitori**: acetilcolina, noradrenalina, dopamina, serotonina, e altre molecole). Nel corso della differenziazione i neuroni emettono dei prolungamenti del loro corpo cellulare - **assoni e dendriti** - essenziali per l'instaurarsi dei contatti (**sinapsi**) tra le cellule che consentono la propagazione degli impulsi nervosi. Da ultimo, **gli assoni si rivestono di mielina**, una sostanza che assicura la **conduzione molto veloce degli impulsi elettrici**: questo processo (**mielinizzazione**) inizia con la 24<sup>a</sup> settimana ma si completa solo dopo la nascita, alla pubertà.

# Il sistema nervoso

## Un network di neuroni tutto per noi

### Maturazione: la "carica" dei neuroni



Tracce elettroencefalografiche (EEG) registrate in diverse fasi della vita dell'uomo.

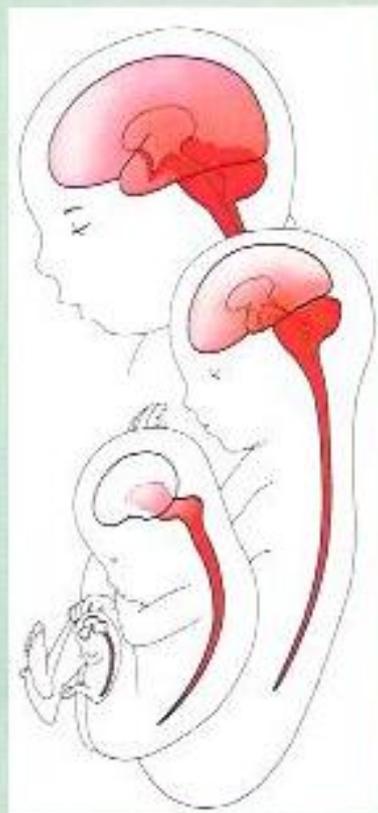
Uno tra i metodi più usati per studiare l'attività del sistema nervoso centrale è l'Elettroencefalogramma (EEG). Esso misura l'attività elettrica della "rete" dei neuroni: tra di essi si costituiscono infatti degli autentici circuiti elettrici in miniatura. Le correnti che li attraversano (la cui tensione varia da frazioni di mV ad alcune decine di mV) sono originate dalle variazioni (inversioni di polarità) delle differenze di carica elettrica tra l'interno e l'esterno della membrana degli assoni, che si propagano lungo le fibre nervose da un neurone all'altro attraverso giunzioni speciali, chiamate sinapsi. Attraverso questa "rete" i neuroni sono in comunicazione tra loro, avvertono gli stimoli e li trasmettono ai centri interessati, e consentono all'organismo di rispondere in modo adeguato.

A circa 12 settimane è già possibile registrare la presenza di una modesta attività elettrica cerebrale nel feto. L'incremento dell'attività del sistema nervoso, l'aumento del volume degli emisferi, e l'attivazione di numerosi processi neurochimici sono un indice della maturazione del cervello del feto e sono ben evidenti a partire dal 7° mese di gestazione.

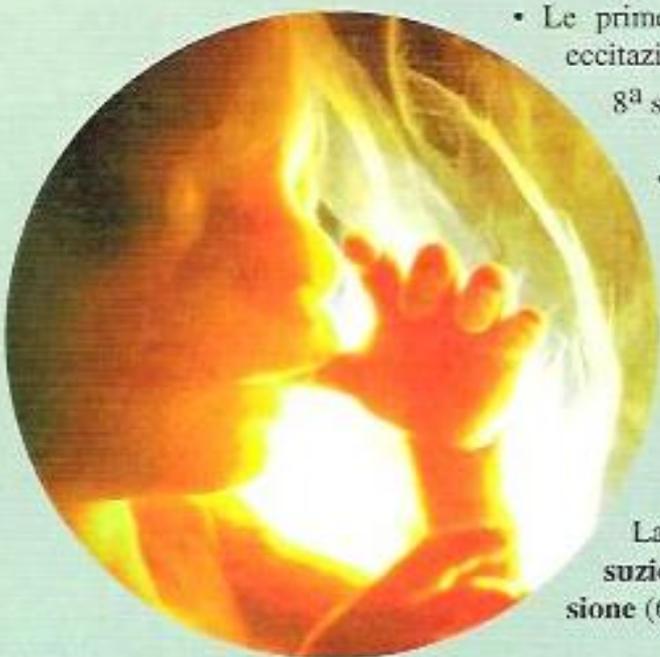
A queste trasformazioni si affiancano segni ancor più evidenti di attività neurofunzionale, quali quelli legati alla reattività del feto agli stimoli:

- Le prime reazioni muscolari ad eccitazioni esterne (a partire dalla 8<sup>a</sup> settimana).
- I movimenti spontanei, indici di maturazione midollare (dalla 9<sup>a</sup> settimana).
- La comparsa dei riflessi osteotendinei (6° mese).

La comparsa dei riflessi di suzione (5° mese) e di prensione (6° mese).



Maturazione cerebrale a 2, 4, 6 e 8 mesi.



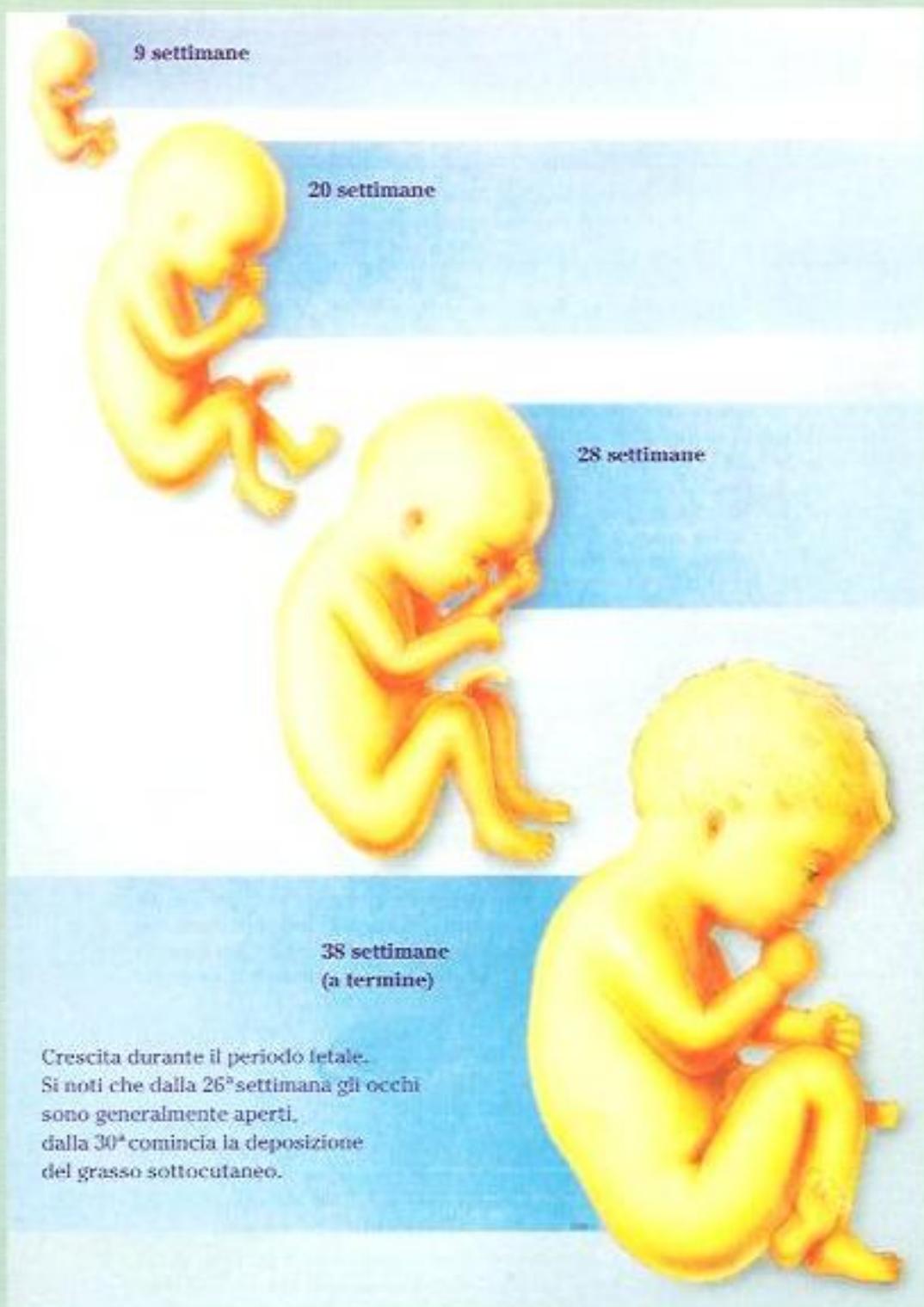
# Chiamatemi pure feto

## La crescita continua

Dall'inizio del terzo mese non si parla più di embrione, ma si usa il termine feto. Nulla di improvviso o di straordinario è accaduto tra l'ottava e la nona settimana, ma il nuovo nome vuole indicare che ora egli possiede tutti gli abbozzi degli organi fondamentali, e l'aspetto del suo corpo è già nettamente definito.

Nei sette mesi successivi che lo separano dal parto, l'organismo fetale vedrà la maturazione dei suoi organi, li collocherà nella loro sede definitiva, e comincerà a fruire della loro funzione per una parte delle sue necessità fisiologiche.

Ma, principalmente durante questo periodo, il feto si accresce considerevolmente: la sua altezza passa da 3 a 50 cm ca. (incremento di oltre 16 volte) ed il suo peso da 2.5 a 3300 g ca. (incremento di 1300 volte).



I diversi segmenti del corpo e gli organi non crescono in misura identica: a confronto con il tronco e gli arti, la crescita è inizialmente soprattutto a favore della testa. Questa sproporzione è più evidente nelle prime fasi dello sviluppo fetale, mentre con l'avvicinarsi del termine la crescita si riequilibra e i rapporti tra le parti si normalizzano.

# Maschio o femmina?

## Il cromosoma Y da subito al lavoro

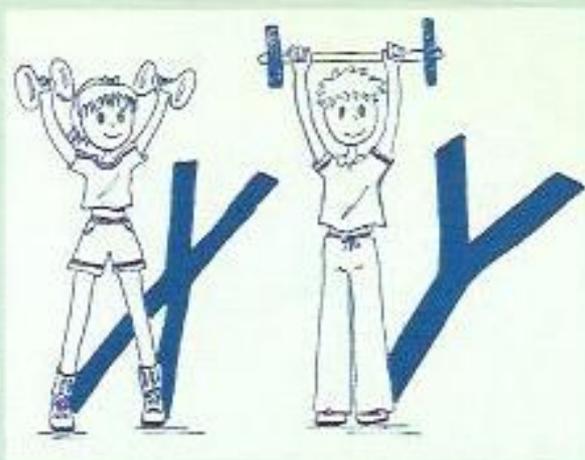
### X, Y e ... il sesso del nascituro

Il processo con il quale si costituisce il sesso di un individuo ha rappresentato fin dall'antichità un enigma capace di incuriosire gli studiosi e di accendere l'immaginario popolare.

Nel 1685 il medico Charles Drelincourt raccolse ben 262 differenti ipotesi – tutte più o meno fantasiose – sulla natura del sesso e sulla sua determinazione, alle quali volle lui stesso aggiungere un'altra, non meno stravagante! Ancora nel 1890, Geddes e Thomson ancora giungevano alla conclusione che, per la nascita di un maschio o di una femmina, erano decisive «la costituzione fisica, la nutrizione ed il comportamento dei genitori». Solo all'inizio del '900 si accumularono prove del fatto che la determinazione del sesso dipende dalla trasmissione di specifici cromosomi nel corso della riproduzione.

Oggi sappiamo che il sesso genetico del nascituro è normalmente determinato alla fecondazione dal cromosoma sessuale (Y oppure X) che lo spermatozoo introduce nell'ovocita, poiché quest'ultimo è portatore di un cromosoma di tipo femminile (X). Se lo spermatozoo veicola il cromosoma Y, il concepito sarà geneticamente maschio, altrimenti risulterà una femmina.

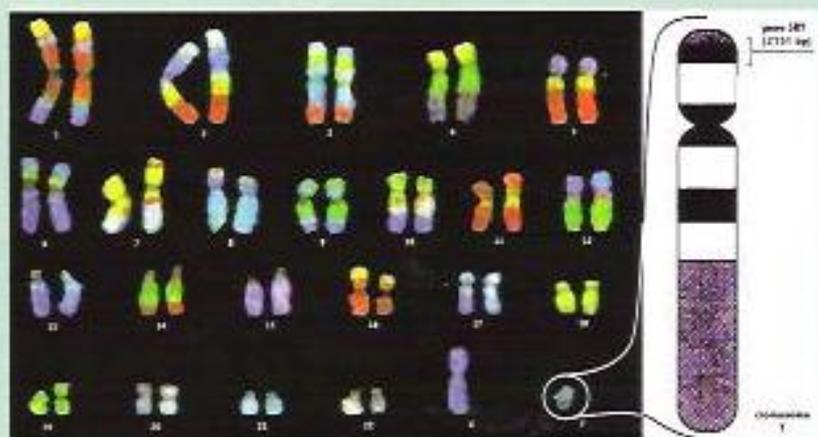
A differenza di quanto avviene in altre specie animali, nei mammiferi il cromosoma Y è l'elemento fondamentale nella determinazione del sesso. Ad esempio, un individuo con 2 o anche 4 cromosomi X ed un solo cromosoma Y (cariotipi 47,XXY o 49,XXXXY: sindrome di Klinefelter) è comunque un maschio, anche se avrà problemi di sterilità. Per contro, un soggetto con un solo cromosoma X e nessun altro cromosoma sessuale (cariotipo 45,X0: sindrome di Turner) risulterà una femmina, anche se affetta da sterilità congenita. In assenza del cromosoma Y, normalmente si sviluppa il sesso biologico di base, che è quello femminile.



### Chi cresce più velocemente?

Il cromosoma Y (ca. 60 milioni di basi di lunghezza) porta un gene per il fattore (proteina) che induce, nella 7ª settimana dalla fecondazione, la gonade dell'embrione a svilupparsi in testicolo anziché in ovaio. Il gene della mascolinità, chiamato SRY (Sex determining Region on chromosome Y), è stato localizzato nel 1990 sulla regione pseudoautosomica del cromosoma Y e risulta costituito da 2151 coppie di basi azotate.

Recentemente (1994) è stato scoperto che il gene SRY viene espresso molto precocemente nel corso dello sviluppo embrionale umano, addirittura già allo stadio di zigote. Ciò ha consentito, tra l'altro, di fornire un'ipotesi di spiegazione – per ora la più accettabile – del fatto che gli embrioni maschili crescano un poco più velocemente di quelli femminili proprio nelle primissime fasi di sviluppo (già prima dell'impianto), quando ancora non vi è alcuna diversità somatica osservabile tra i due sessi. Ma dopo il primo trimestre di gravidanza, le differenze nella velocità di crescita tendono ad annullarsi, e le femmine guadagnano ben presto il ... tempo perso.



Cariotipo umano maschile. I 46 cromosomi sono disposti in coppie di omologhi (autosomi) numerate da 1 a 22. In basso a destra sono collocati i due cromosomi sessuali (X e Y). Il gene SRY è localizzato nella regione pseudoautosomica del cromosoma Y (verso l'estremità del braccio più corto) ed è costituito da 2151 coppie di basi azotate del DNA.

# L'impianto

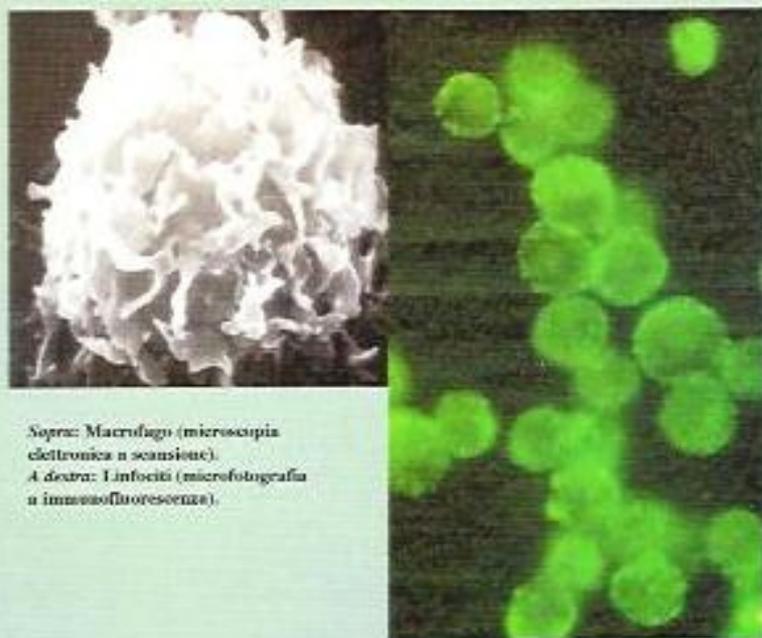
## L'accoglienza di un altro

### Una irriducibile diversità

Tutti sappiamo quanto siano complessi gli interventi di trapianto d'organo. Uno dei motivi della loro difficoltà è il rischio che l'organo trapiantato – proveniente da un "altro" soggetto – venga "rigettato" (cioè "non accolto") dall'organismo che lo riceve, il quale, non riconoscendolo come proprio, gli dichiara una "guerra immunologica".

Il rigetto è una reazione di difesa immunitaria diretta contro cellule o tessuti che non sono riconosciuti dall'organismo come propri. È attuata sia tramite cellule "da combattimento", come i linfociti e i macrofagi, che per mezzo di "armi biochimiche", gli anticorpi.

Sotto certi aspetti l'embrione si presenta – nei confronti dell'organismo della madre – come un organo trapiantato, perchè espri-



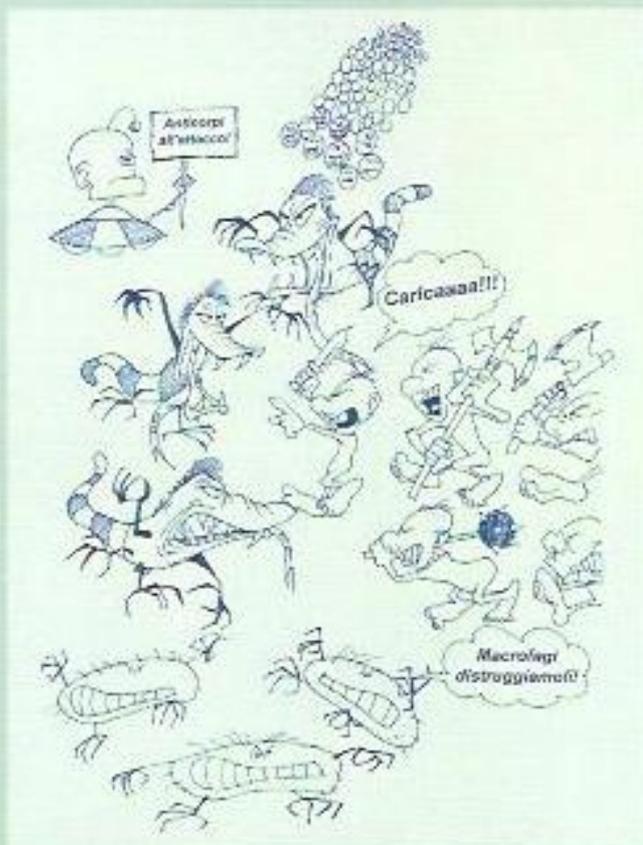
Sopra: Macrofago (microscopia elettronica a scansione).  
A destra: Linfociti (microfotografia a immunofluorescenza).

me nelle sue cellule delle proteine, codificate da geni di origine paterna, che il sistema di difesa immunitaria della madre identifica come non identiche alle proprie, cioè "estranee" (nel sangue materno si trovano anticorpi diretti contro queste proteine e, in gravidanza, c'è un sensibile aumento di volume dei linfonodi vicini all'utero).

### Tra madre ed embrione nessuna "guerra"

Per diversi anni è rimasto un fenomeno misterioso, oggetto di numerosi studi, il fatto che la madre "tollerasse" l'estraneità dell'embrione, senza mettere in atto una reazione di rigetto come nel caso dei trapianti.

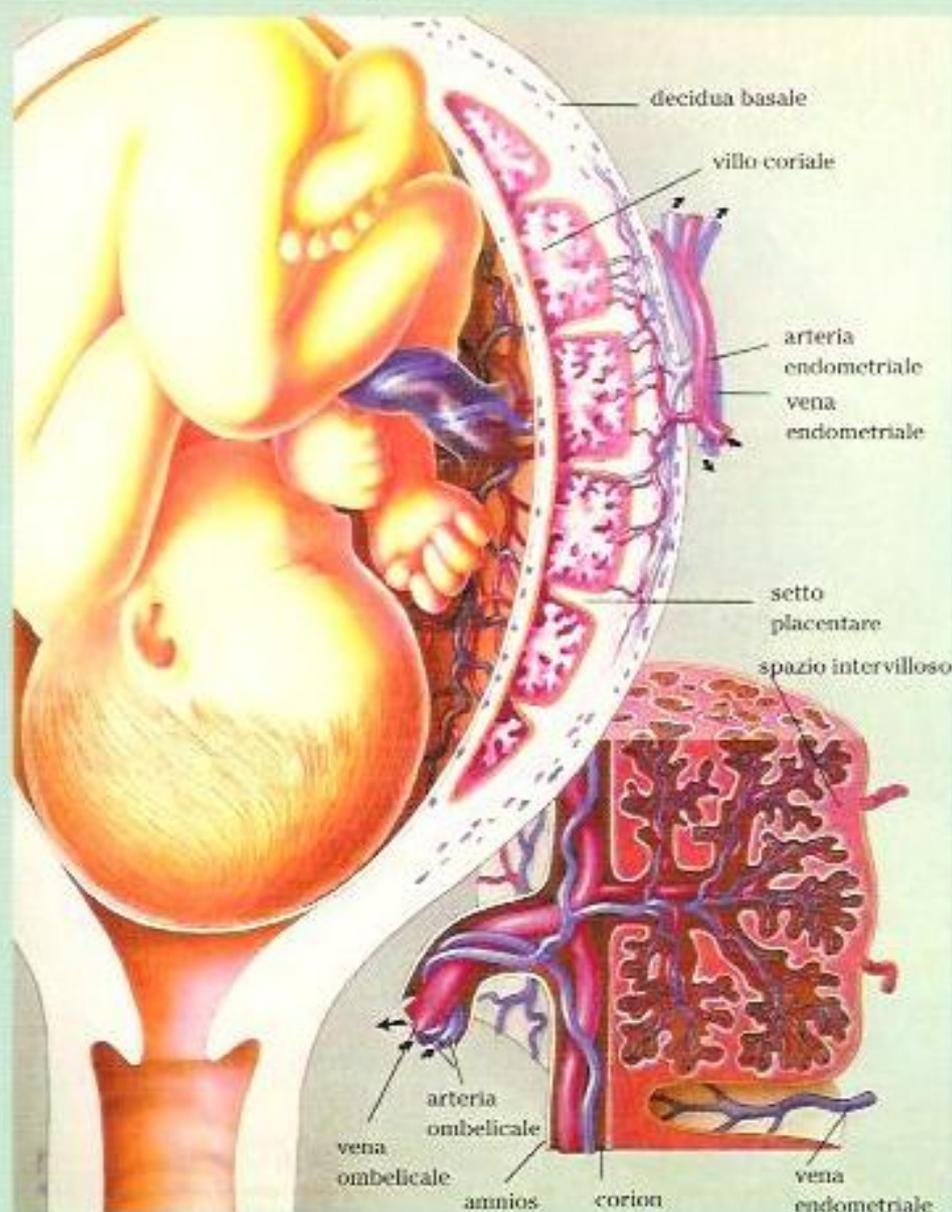
Oggi sappiamo che è la placenta l'organo che permette questo "pacífico" e delicato equilibrio tra la madre e l'embrione (e, a partire dalla 9ª settimana, il feto). La placenta si comporta come un filtro spugnoso che, da una parte, impedisce il continuo passaggio delle cellule fetali nel sangue materno (solo qualcuna di esse talora "sfugge" ... alla barriera) e, dall'altra, non consente agli anticorpi prodotti dalla madre "contro" il feto di entrare a contatto con il sangue del piccolo corpo "estraneo". Il concepito non viene così danneggiato dalla difesa immunologica materna e può continuare indisturbato il suo sviluppo.



# L'impianto

## L'accoglienza di un altro

### La placenta: una barriera naturale



La "tolleranza" e l'equilibrio "pacifico" che si crea tra la madre ed il feto è possibile grazie alla **placenta**, organo che permette lo scambio di sostanze chimiche tra i due organismi attraverso il contatto tra il sangue fetale e quello materno, ma senza che essi si mescolino.

La funzione di "frontiera" della placenta è mediata dalle sue estremità villose. Tutte le sostanze in transito tra la madre e il feto devono attraversare i villi coriali, che sono composti da due strati di cellule, uno esterno (verso il sangue materno) ed uno interno (verso il sangue fetale). È stato possibile dimostrare che le proteine in grado di scatenare la "guerra di difesa" immunitaria da parte del corpo materno sono completamente assenti sullo strato esterno e non sono quindi in contatto "provocatorio" con il sangue della madre.

Le cellule dei villi coriali, pur essendo immerse nel sangue materno, non esprimono le proteine che potrebbero indurre il rigetto.

Le cellule del feto possono solo liberare delle proteine in forma solubile che, passate nel circolo della madre, inducono una risposta di difesa sotto forma di anticorpi. Queste pericolose "armi biochimiche" non possono però raggiungere e danneggiare il feto perché vengono bloccate e rimosse dalla placenta, che funziona da "scudo" contro gli anticorpi materni.

Esiste inoltre un tessuto specializzato della parete uterina che si forma come reazione all'"invasione" (impianto) da parte dell'embrione. È la decidua, che sembra essere un sito immunologicamente privilegiato – una sorta di "zona neutrale" o "fascia di rispetto" biologico –, non accessibile alle cellule che partecipano alla reazione immunitaria. La decidua sarebbe in grado di secernere particolari sostanze che inibiscono il prevedibile attacco immunitario paralizzando la funzione delle cellule "combattenti" del sistema di difesa materno.

# Ci sono anch'io!

## L'embrione fa sentire la sua presenza

### La comunicazione con la madre

Durante la gravidanza c'è un continuo scambio di "segnali" tra **embrione e madre**, che si attua grazie a diverse sostanze prodotte sia dall'organismo embrionale che da quello materno, ma soprattutto dalla placenta. Il corpo della gestante **adatta la sua fisiologia** come risposta alla presenza del concepito, in modo da offrire ad esso l'ambiente più "confortevole" possibile e più idoneo al suo sviluppo.

### Un primo segnale

Uno dei primi segnali che l'embrione invia alla madre è costituito dalla **gonadotropina corionica (hCG)**, una proteina prodotta dalla blastocisti ancor prima dell'impianto e che, in seguito, continuerà ad essere secreta dalla placenta per tutta la durata della gravidanza. La risposta materna non si fa attendere: sotto la stimolazione della hCG nell'ovaio si forma il **corpo luteo gravidico**. Quest'ultimo, con la sua produzione ormonale (**progesterone**), consente le **modificazioni dell'endometrio** che preparano l'utero della madre ad "accogliere" l'embrione (**impianto**). La stessa gonadotropina corionica, che circola nel sangue materno e si ritrova anche nelle urine, viene identificata dai comuni **test di gravidanza**. Tali tests si basano infatti sul dosaggio della hCG nelle urine della donna incinta.

### Fatemi uscire!

L'**ossitocina**, una piccola proteina di soli 9 aminoacidi, è uno dei segnali più tardivi che caratterizzano la comunicazione materno-fetale. Nelle ultime fasi della gravidanza essa, in



Embrione umano di ca. 8 settimane, racchiuso nel sacco amniotico. Il suo sangue scorre nei vasi del funicolo ombelicale e raggiunge la placenta, dove avviene lo scambio di sostanze chimiche con il sangue materno senza che i due si mescolino.

associazione con altri fattori, è in grado di **indurre il travaglio di parto** stimolando la contrazione della muscolatura uterina.

L'**ipofisi materna** (ghiandola posta alla base del cranio che ha un ruolo fondamentale nella regolazione della produzione ormonale dell'organismo umano) produce l'**ossitocina** sotto l'azione di numerosi stimoli, alcuni dei quali provenienti dall'utero. Nella fase che precede il parto si verifica un'aumento della frequenza nella secrezione di questo ormone. Il feto partecipa attivamente a quest'ultima fase della gestazione, segnalando che è ormai tempo di uscire dall'utero: infatti l'**ipofisi fetale**, al termine della gravidanza, aumenta il proprio livello di secrezione dell'**ossitocina**. Questo fatto rende ragione del considerevole aumento della concentrazione di ossitocina che si ritrova nel sangue dell'arteria ombelicale.





# I gemelli

## Curiosità, mito e realtà

La gemellarità (due o anche più fratelli che si sviluppano in una stessa gestazione) non è un fenomeno frequente nella nostra specie: a differenza di altri animali, la riproduzione umana è di norma (oltre il 98,5 %) monoembrionale. L'origine dei gemelli ha sempre sollecitato la curiosità dell'uomo, provocando domande a cui la fantasia o l'osservazione e la ragione hanno cercato di dare una risposta.



Statue di Castore e Polluce. (Sculture di accesso al Campidoglio, Roma)

## Castore e Polluce

La mitologia greca conosceva diversi "casi" di gemelli: i più famosi erano Castore e Polluce, figli di Zeus e di Leda. I due Dioscuri, nati da un unico "uovo" (gemelli detti monoovulari o monozigotici), pur essendo molto simili mostravano però una differenza di non poco conto: uno (Castore) era mortale, l'altro (Polluce) no.

Oggi la biologia umana ci dice che i gemelli monoovulari non sono in tutto uguali, neanche sotto il profilo somatico (per non parlare di quello psichico). E, talora, neppure dal punto di vista genetico: il DNA dei loro cromosomi non sempre è identico, a motivo dei fenomeni di ricombinazione genica (*crossing-over* mitotici) che possono occasionalmente avvenire nelle precocissime fasi di sviluppo, prima della separazione dei due organismi.

## Esaù e Giacobbe

Anche la Bibbia parla dei gemelli. Nel libro della Genesi leggiamo:

*«Isacco supplicò il Signore per sua moglie Rebecca, perchè essa era sterile, ed il Signore lo esaudì, così che Rebecca restò incinta. Due figli si urtavano l'un l'altro nel suo grembo [...]. E quando si compì per lei il tempo di partorire, ecco due gemelli apparire dal suo grembo. Il primo che uscì era tutto rossiccio e coperto come di un mantello di pelo: fu chiamato Esaù. Subito dopo uscì il fratello, che teneva in mano il calcagno di Esaù: fu chiamato Giacobbe».* (Gn 25, 21-22.24-26)

Esaù e Giacobbe erano due gemelli biovulari (chiamati anche dizigotici). In questo caso i figli non sono tra loro più simili di quanto lo siano dei comuni fratelli, nati da gestazioni distinte. E' ugualmente possibile che siano dello stesso sesso o di sesso diverso. Possono avere, ad esempio, un diverso colore dei capelli e dei peli (come nel caso dei due figli di Isacco e Rebecca) oppure no; e così anche per gli altri caratteri ereditari.



Nascita di Esaù e Giacobbe, di Benozzo Gozzoli (1474 ca.). Sono raffigurate due ancelle che si prendono cura dei gemelli: quella che tiene in braccio Esaù (a sinistra) si meraviglia dei suoi molti peli e del loro colore rossiccio. (Composanto Monumentale, Pisa)

# I gemelli

## Curiosità, mito e realtà

### L'embriologia dei gemelli

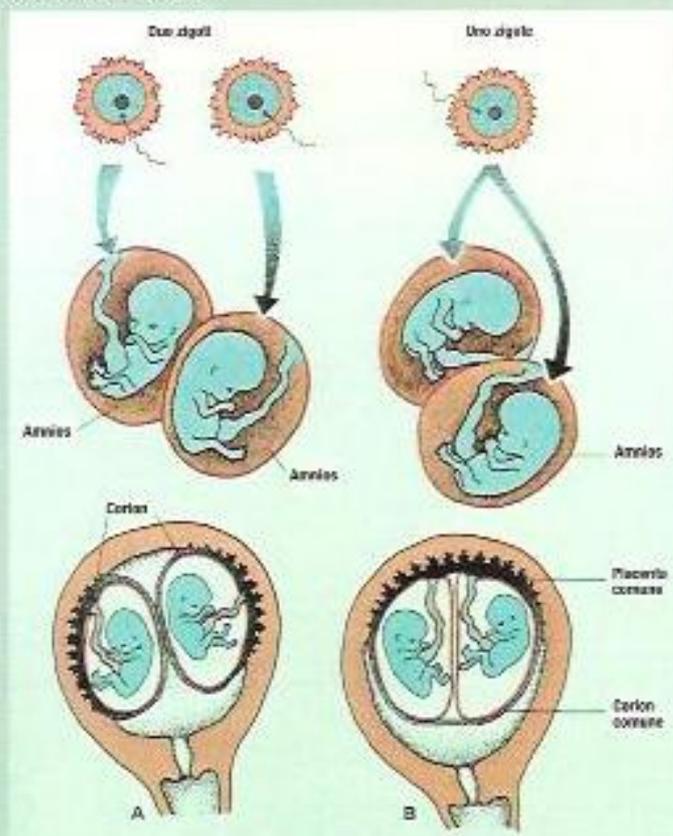
I gemelli possono avere origine da due distinti embrioni unicellulari (2 zigoti) – i gemelli biovulari o dizigotici –, oppure da un singolo embrione unicellulare (1 zigote), ed è il caso dei gemelli monoovulari o monozigotici.

I gemelli dizigotici (frequenza: ca. 1 su 88 parti) derivano da due distinti processi di fecondazione di due diverse cellule uovo da parte di due spermatozoi, processi che possono avvenire contemporaneamente o a poche ore di distanza l'uno dall'altro nel caso sia avvenuta nella donna una ovulazione multipla. Gli embrioni gemelli si impiantano nell'utero separatamente l'uno dall'altro, e presentano sempre due amnios e due corion, anche se i corion e le placente possono risultare fusi tra loro.

I gemelli monozigotici (frequenza: ca. 1 su 270 parti) derivano invece da un unico processo di fertilizzazione, che coinvolge una sola cellula e un solo spermatozoo. Per questo essi ricevono dalla madre e dal padre lo stesso patrimonio genetico, anche se non sempre esso si conserva identico nei loro due organismi. I gemelli monoovulari sono quindi dello stesso sesso cromosomico e molto somiglianti tra loro nell'aspetto fisico; per questo sono anche detti "gemelli identici". Le differenze sono, nella maggior parte dei casi, dovute a fattori ambientali intra-od extrauterini.



Due gemelle monozigotiche. (Foto Diane Arbus)



I gemelli monozigotici, se originano per distacco di alcune cellule ancora totipotenti dall'embrione fino allo stadio di morula (entro i primi 3-4 giorni di vita), avranno ciascuno un proprio corion e una propria placenta: sono i gemelli detti dicoriali. Quando, invece, hanno origine dalla costituzione di due distinte masse cellulari interne alla stessa blastocisti, essi condivideranno in ogni caso lo stesso corion e la stessa placenta, ma potranno crescere però entro due sacchi amniotici distinti (gemelli monocoriali diamniotici) se la separazione dei due piani di sviluppo è avvenuta prima dell'inizio della formazione dell'amnios (periodo di gemellazione: 5°-6° giorno), oppure in un unico sacco amniotico (gemelli monocoriali monoamniotici) se la separazione ha avuto luogo dopo la formazione dell'amnios (periodo della gemellazione: 7°-8° giorno). Se la separazione dei piani di sviluppo (dischi embrionali trilaminari) è incompleta, si potrà avere – anche oltre il 14° giorno di sviluppo – il raro fenomeno patologico della formazione dei cosiddetti "gemelli siamesi" (ca. 1 su 100000 parti).

Processo di formazione dei gemelli dizigoti (a sinistra) e monozigoti (a destra). I gemelli dizigoti presentano sempre due amnios e due corion, e si impiantano nell'utero separatamente (A). I gemelli monozigoti rappresentati in figura (B) sono di tipo monocoriale diamniotico.