



Anatomia e fisiologia degli animali utilizzati a fini sperimentali

Angelo Gazzano

Dipartimento di Scienze Veterinarie

Università di Pisa



Topo

Habitat

Il topo domestico è originario di Asia, India ed Europa Occidentale.

Vive come specie commensale dell'uomo, soprattutto durante i periodi freddi.

È un animale con abitudini prevalentemente notturne, ma in cattività può presentare anche periodi di attività durante il giorno.

In natura si ciba di semi, insetti, vegetali e carne.

Scava piccole tane dove costruisce nidi in cui accumula il cibo, si ripara e alleva i piccoli.

Topo

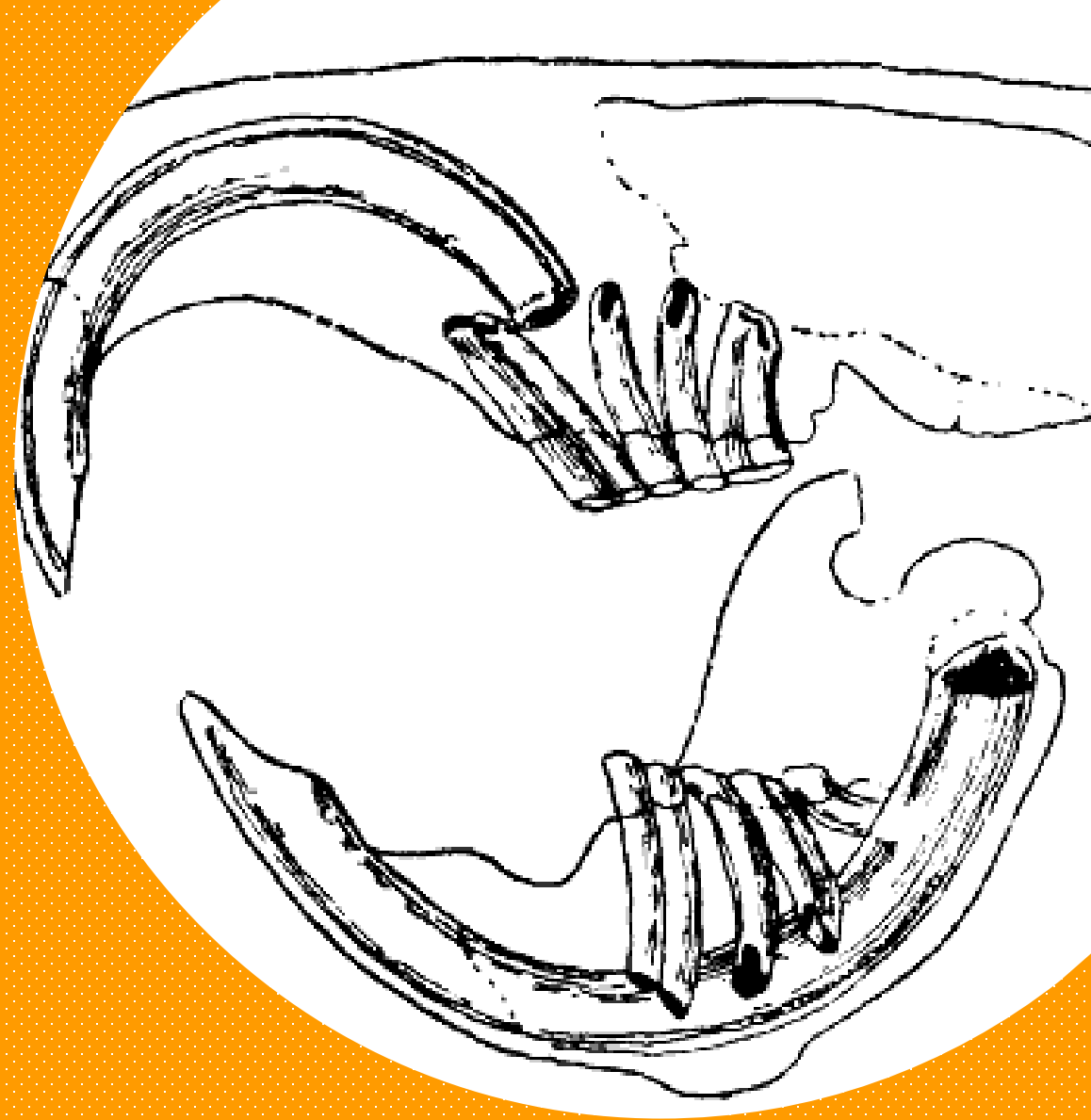
DENTIZIONE

I denti incisivi sono quattro, due sulla mascella e due sulla mandibola, sprovvisti di radice o dotati di radici poco profonde ed aperte.

Gli incisivi dei roditori sono ricoperti di smalto solo sul lato esterno, mentre sulla parte interna la dentina non è ricoperta dallo smalto.

Il consumo del dente è quindi diverso sui due lati e ciò ne provoca l'affilamento poiché la dentina ha un'usura più rapida dello smalto.

La crescita degli incisivi è continua ed è di circa 2-3 mm alla settimana nella maggior parte delle specie.

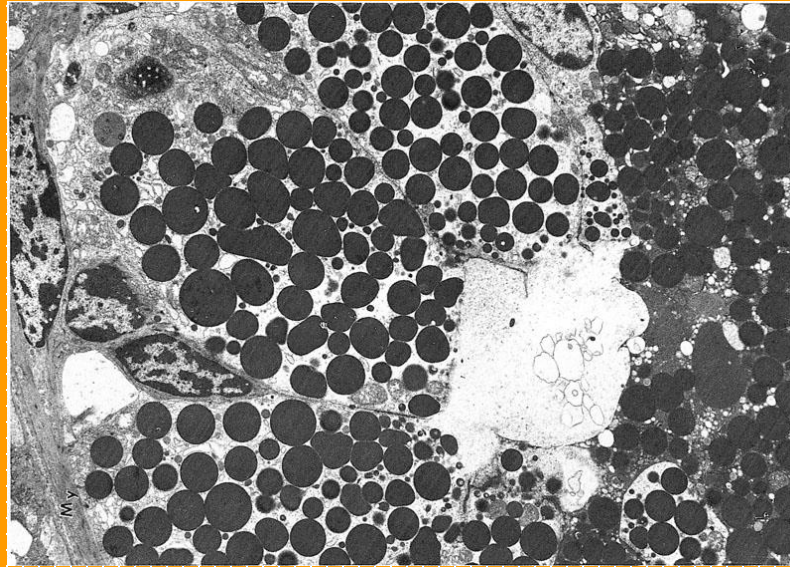


GHIANDOLE SALIVARI

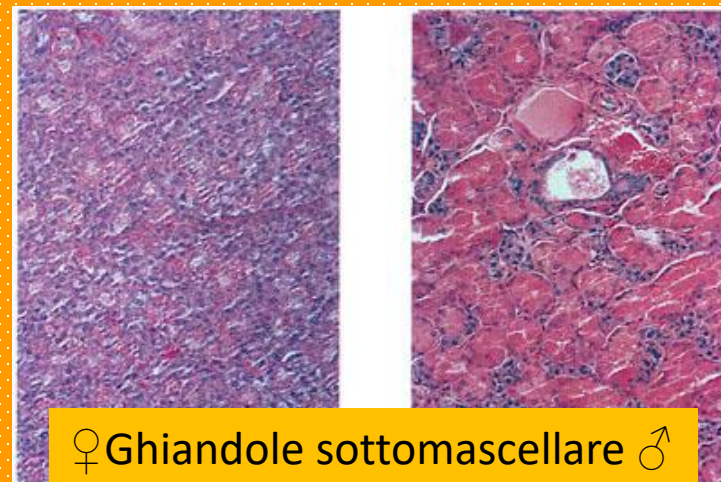
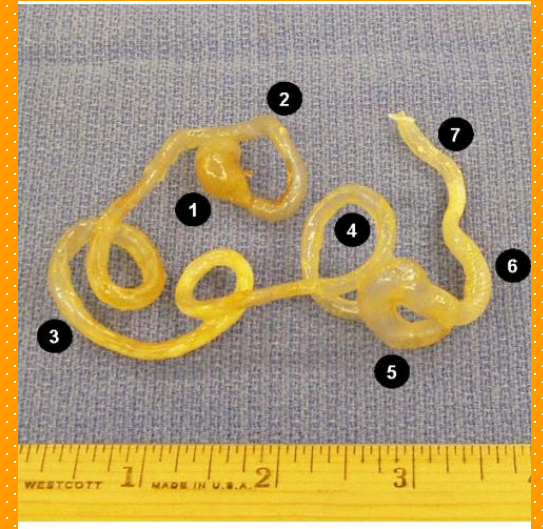
Le ghiandole salivari sottomascellari nel topo presentano un evidente dimorfismo sessuale.

Gli individui prepuberi di entrambi i sessi hanno le ghiandole sottomascellari simili ed uguali a quelle delle femmine adulte.

Nel maschio adulto, per l'azione del testosterone, gli acini ghiandolari sono molto più sviluppati e le cellule epiteliali contengono granuli citoplasmatici di secreto molto più grandi.



Ghiandole sottomascellare ♂



♀ Ghiandole sottomascellare ♂



Ghiandole sottomascellare ♀

Stomaco

La mucosa dello stomaco del topo è di tipo non ghiandolare nella porzione cardiaca e ghiandolare nella porzione del fondo, similmente a quanto avviene nel cavallo.

Il rapporto tra la lunghezza dell'intestino tenue e quella del colon è 2,5, contro 7 dell'uomo.

Ciò è dovuto soprattutto allo sviluppo dell'intestino cieco che è un sito importante per la fermentazione dei vegetali e la produzione di vitamine K e B, che il topo assume attraverso la coprofagia.

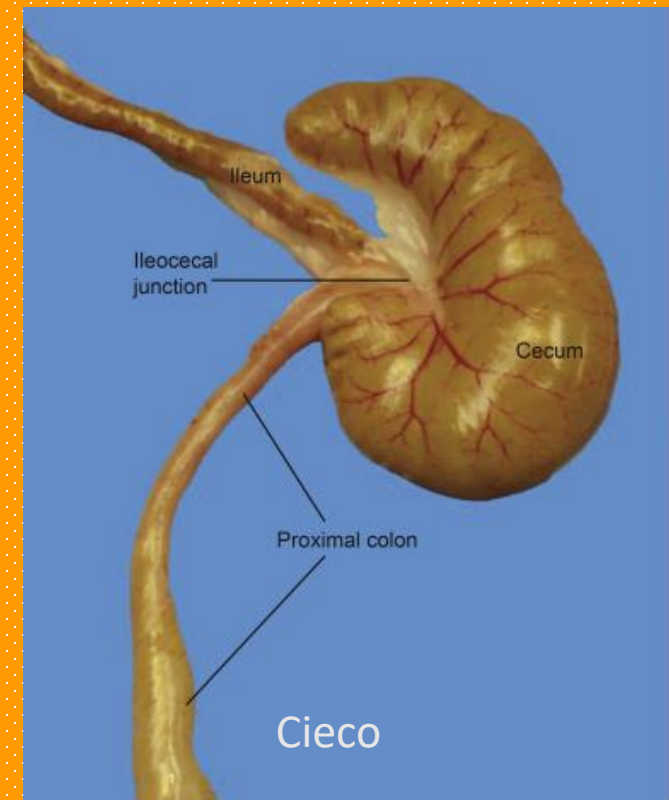
B Mouse fore and glandular stomach



C Human glandular stomach



Stomaco



Fegato ed intestino

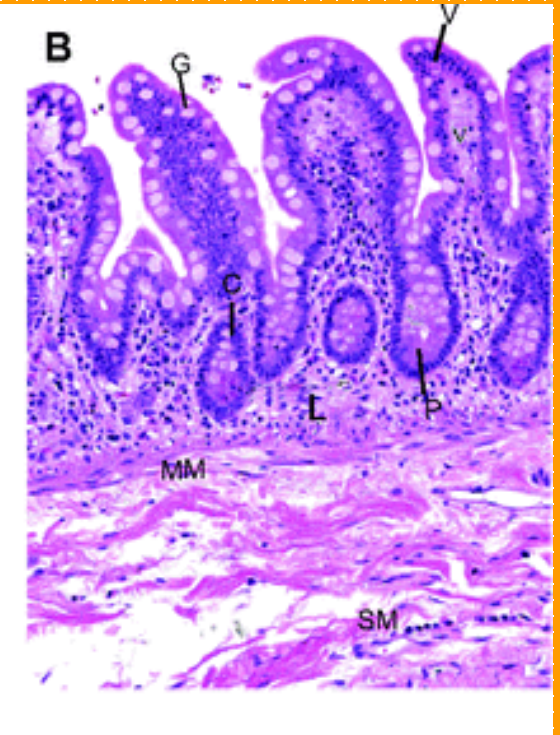
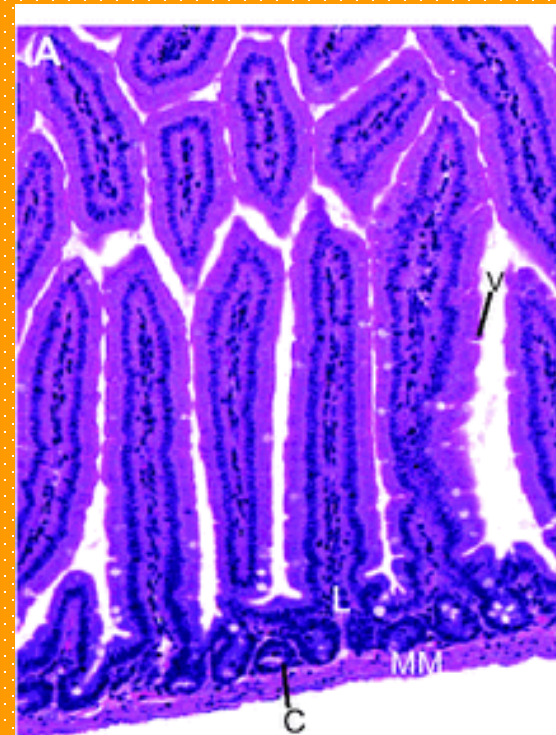
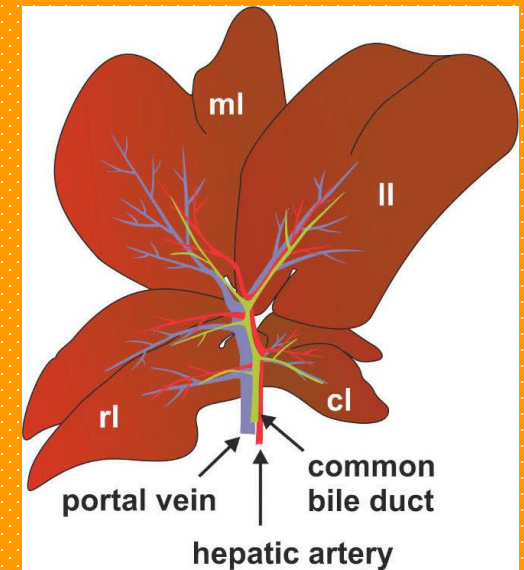
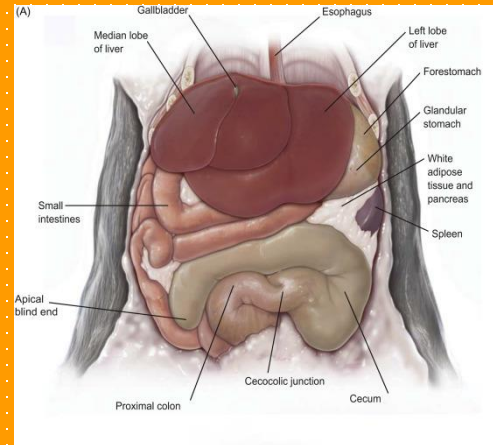
Il fegato del topo e del ratto è diviso in 4 lobi (mediano, sinistro, destro e caudato).

Il fegato del topo possiede la cistifellea che manca in quello del ratto.

I villi dell'intestino tenue sono molto più sviluppati di quelli dell'uomo.

La quantità di cibo giornaliero è di circa 15 g per 100 g di peso vivo.

La quantità di acqua giornaliera è di 15 ml per 100 g di peso vivo.



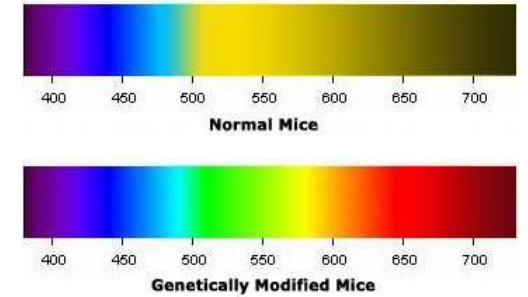
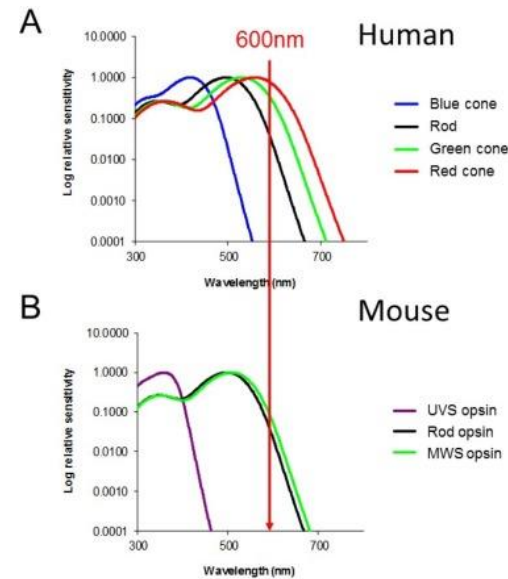
Visione dei colori

I roditori hanno due pigmenti nei coni della retina e questo non permette loro di vedere il verde ed il rosso.

40 milioni di anni fa una mutazione genetica provocò la comparsa di un terzo pigmento nella retina degli antenati della nostra specie.

Con tecniche genetiche è stato possibile inserire il gene per la codifica del pigmento per la visione del colore rosso.

Dopo 10 mila sedute di training i topi riuscivano a distinguere il colore blu dal rosso, nell'80% dei casi.



Riproduzione

I topi maschi che sentono l'odore della femmina, ma non la vedono, emettono ultrasuoni più a lunghi e più alti per richiamare la possibile compagna che non vedono.

Invece, in presenza di una femmina i topi maschi cantano "serenate" più lunghe e più "morbide".

I test di laboratorio hanno dimostrato che topi di sesso femminile sembrano gradire le canzoni più complesse.

Il canto di corteggiamento del topo



Riproduzione

La riproduzione può iniziare a 50 giorni anche se le femmine possono avere il primo estro tra i 30 e 40 giorni e l'apertura della vulva avviene a 26 giorni di vita.

I topi sono animali poliestrali e possono riprodursi in ogni periodo dell'anno.

Il ciclo estrale dura 4-5 giorni ed è suddivisibile in 4 fasi:

PROESTRO: meno di 24 h

ESTRO: tra le 12 e le 48 h

METAESTRO: 24 h

DIESTRO: 48-72 h

L'avvenuto accoppiamento può essere confermato dalla presenza del tappo vaginale, visibile fino a 24 ore dopo.

È possibile anche rinvenire spermatozoi.

Riproduzione

È possibile stabilire la fase del ciclo effettuando uno striscio vaginale.

Si effettua un lavaggio vaginale con 100 µl di soluzione fisiologica e si depone il liquido su un vetrino.

Una volta essiccato, il vetrino è colorato con una soluzione di cristal violetto (0,1%) oppure con altre colorazioni come il Diff Quik.

Performing vaginal lavage, crystal violet staining, and vaginal cytological evaluation for mouse estrous cycle staging identification

Ashleigh C. McLean^{1,2,3}, Nicolas Valenzuela^{3,4}, Stephen Fai^{3,4}, and Steffany A.L. Bennett^{*1,3}

*Corresponding author

1 Neural Regeneration Laboratory, Ottawa Institute of Systems Biology
Department of Biochemistry, Microbiology and Immunology,

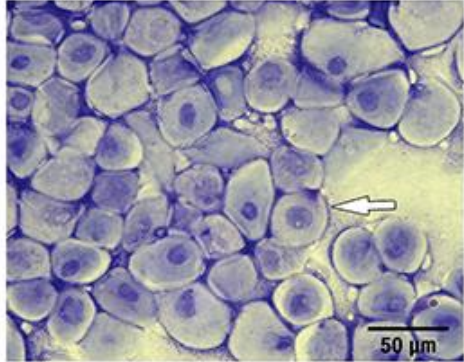
2 Department of Cellular and Molecular Medicine,
University of Ottawa, Ottawa, ON, K1H 8M5.
<http://137.122.232.177/index.html>

3 CIHR Training Program in Neurodegenerative Lipidomics,
University of Ottawa, Ottawa, ON, K1H 8M5.
<https://www.med.uottawa.ca/lipidomics/index.html>

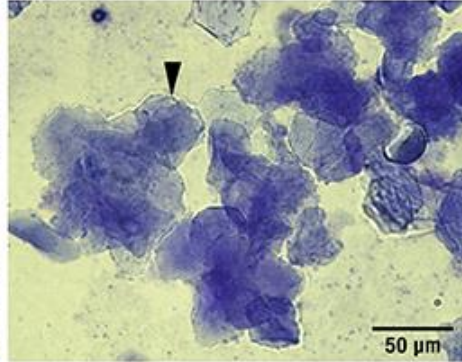
4 Carleton Immersive Media Studio
Azrieli School of Architecture and Urbanism
Carleton University, Ottawa, ON, K1S 5B6.
<http://www.cims.carleton.ca>

Topo

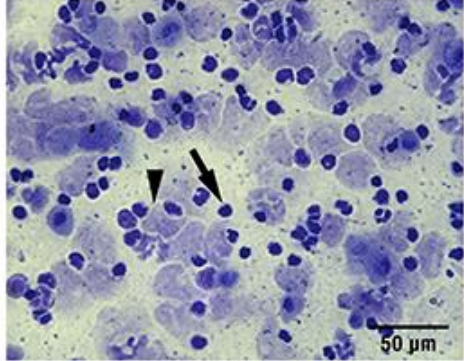
D Proestrus



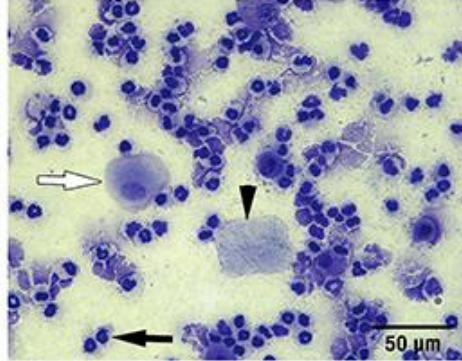
E Estrus



F Metestrus

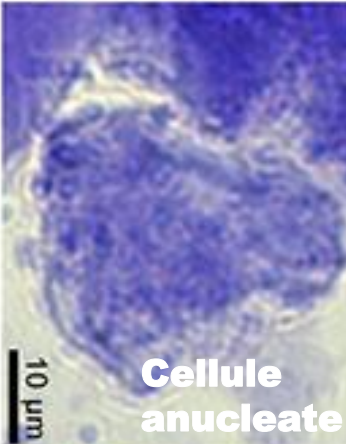


G Diestrus



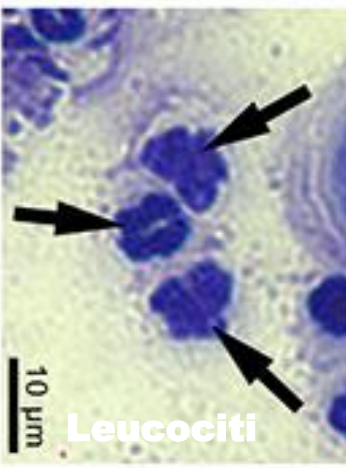
Cellule nucleate

10 μm



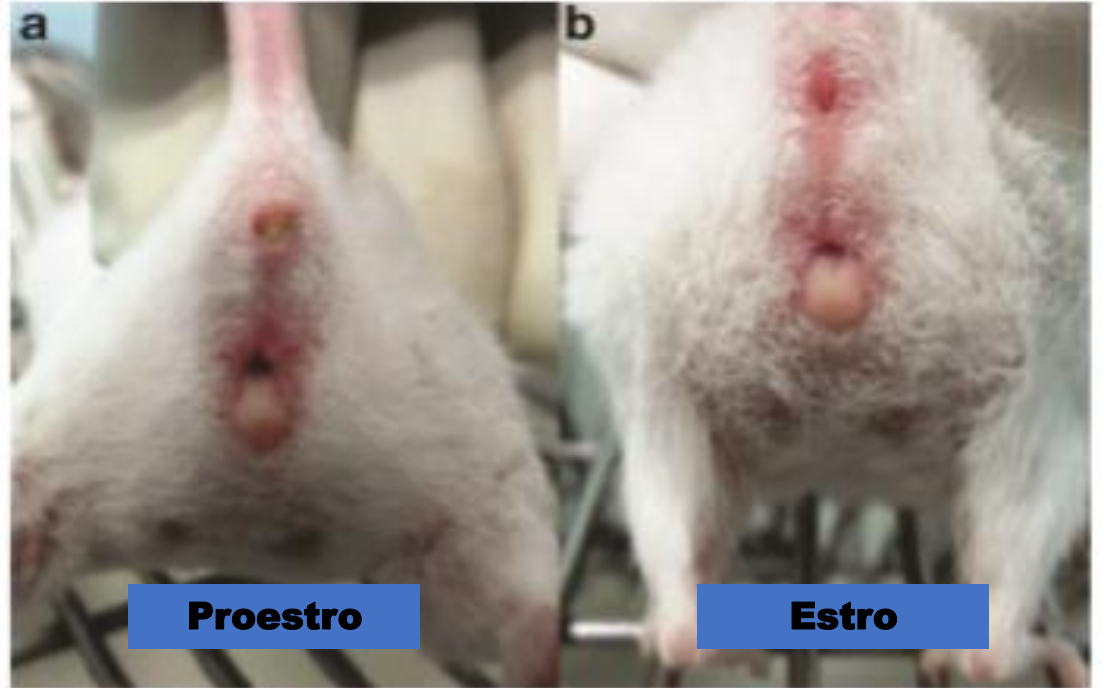
Cellule anucleate

10 μm



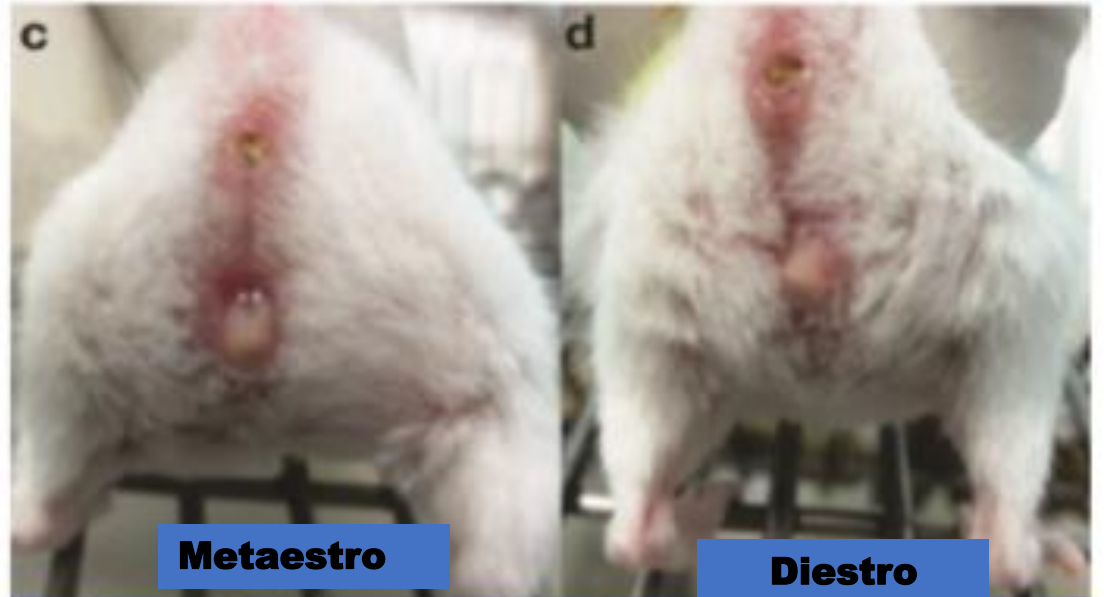
Leucociti

10 μm



Proestro

Estro



Metaestro

Diestro

[Table/Fig-1a-d]: Appearance of vagina in different phases of estrous cycle. a-Proestrus, b-Estrus, c- Metestrus, d- Diestrus

Protocollo per la riproduzione



Isolare i maschi per 1-2 settimane prima dell'accoppiamento. Il ritorno ad una conta spermatica normale si ha in circa 2 giorni ma in alcuni ceppi (C57BL/6) può richiedere anche 4 giorni.

Utilizzare maschi esperti e comunque di almeno 3-4 mesi d'età.

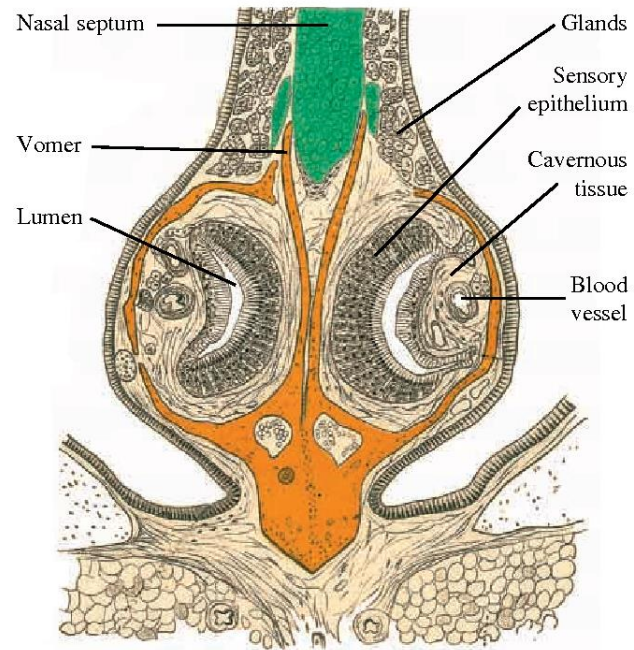
Utilizzare femmine di almeno 6-8 settimane di età e non più vecchie di 15 (se al primo accoppiamento).

Utilizzare l'estro post-partum che si verifica nelle ore seguenti parto ed è molto fertile.

Tenere in gruppo 4-5 femmine per 10-14 giorni e poi inserire il maschio. Si otterrà la sincronizzazione degli estri e conseguenti gravidanze vicine tra di loro.

Inserire non più di due femmine per maschio in modo da evitare che gli spermatozoi prodotti siano insufficienti.

Verificare ogni mattina la presenza eventuale del tappo vaginale (giorno zero della gravidanza).



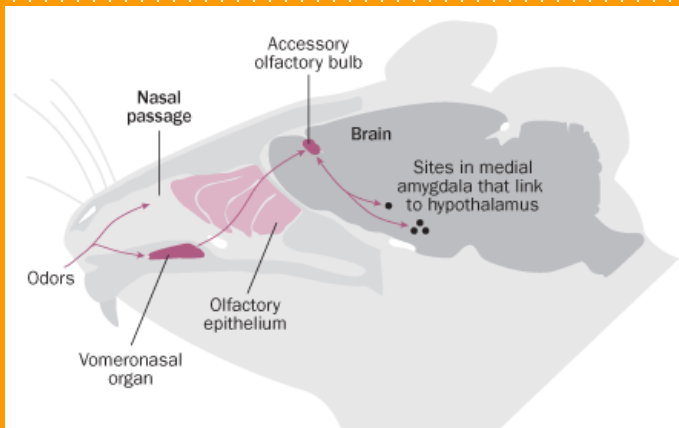
Feromoni

L'organo vomeronasale è utilizzato per captare feromoni, messaggeri chimici che trasmettono informazioni tra individui della stessa specie.

Le cellule ciliate dell'epitelio sensoriale sono situate sulla superficie concava mediana della cavità vomeronasale con una densità di circa 92.000/mm².

Sulla parte laterale l'organo è rivestito di cellule ciliate non sensoriali.

Il tessuto posto sotto la porzione laterale ha un'apparenza cavernosa.



Feromoni



Effetto BRUCE: blocco della gravidanza ed induzione dell'estro. La gravidanza appena instaurata è interrotta, con mancato impianto dell'embrione, se la femmina viene a contatto con un nuovo maschio o con la sua urina.

La femmina ritorna in estro dopo 4 giorni dall'esposizione al maschio.

Le femmine sono sensibili a questo effetto soprattutto nelle 48 ore seguenti l'accoppiamento ma restano suscettibili al blocco della gravidanza fino al 4° giorno dopo l'accoppiamento.

La durata dell'esposizione al maschio, necessaria per indurre la comparsa dell'effetto Bruce varia dalle 12 alle 48 ore.

Feromoni

EFFETTO LEE-BOOT: se femmine di topo sono mantenute nella stessa gabbia o in gabbie vicine, il feromone presente nelle urine (2,5-dimethylpyrazina) provoca un aumento della durata del diestro, con blocco dell'attività riproduttiva, diminuendo le concentrazioni di LH ed aumentando quelle di Prolattina.

EFFETTO WHITTEN: stimolazione di estri sincroni nelle femmine.

EFFETTO VANDENBERGH: la pubertà è anticipata in femmine esposte ai feromoni maschili presenti nelle urine.

EFFETTO DI RITARDO DELLA PUBERTÀ: se femmine prepuberi sono esposte ad urine di femmine gravide subiranno un ritardo nel raggiungimento della pubertà.



Etologia del topo



I comportamenti del topo possono essere suddivisi in comportamenti individuali e sociali.

I comportamenti individuali sono compiuti da un singolo animale, anche quando è stabulato in gruppo.

I comportamenti individuali possono essere:

- 1. Attivi**
- 2. Inattivi.**

I comportamenti sociali sono:

- 1. Interazioni affiliative**
- 2. Interazioni agonistiche,**
- 3. Comportamenti materni,**
- 4. Comportamenti sessuali**
- 5. Comportamenti territoriali**



Comportamenti attivi

I comportamenti attivi implicano la presenza di movimento.

Possono essere divisi in **COMPORAMENTI DI MANTENIMENTO** ed in **ATTIVITÀ GENERALE**.

I comportamenti di mantenimento sono ad esempio: Bere. Cibarsi

- **Grooming:** ha la funzione di mantenere lo stato fisiologico del mantello. Durante il periodo di attività è compiuto raramente, più frequentemente dopo che l'animale si è cibato.
- **Costruzione del nido:** il nido ha la funzione primaria di permettere l'allevamento dei piccoli ma permette all'animale di regolare la sua temperatura corporea, di proteggersi da compagni di gabbia aggressivi ed è una forma importante di arricchimento ambientale.



Attività generale

Sono comportamenti diretti agli obiettivi, in cui l'animale si muove, e comprendono:

- **Comportamento esploratorio:** l'animale lo mette in atto per avere informazioni sull'ambiente circostante o per individuare fonti di cibo o conspecifici

Comportamenti sociali

- **Interazioni affiliative:** hanno la finalità di rafforzare i legami sociali. Comprendono l'allo-grooming ed il dormire in gruppo.
- **Interazioni agonistiche:** possono avvenire in contesti di aggressività territoriale o da dominanza.



A Wiki Ethogram for the Laboratory Mouse - www.mousebehavior.org



A Wiki Ethogram for the Laboratory Mouse - www.mousebehavior.org

Comportamento materno

- **Comportamenti materni:** sono elicitati da una combinazione di fattori ormonali e di stimoli provenienti dai neonati.
- Il primo modulo del comportamento materno è la costruzione del nido.
- Esistono due tipi di nido:
 - quello che l'animale usa per dormire e per termoregolare la propria temperatura; piccolo e aperto e piatto.
 - quello che utilizza per allevare i piccoli; 2-3 volte più grande del primo, con una o due aperture ma completamente chiuso.



Comportamento materno

La costruzione del nido inizia molto precocemente, rispetto ad altri roditori o al coniglio, a partire dal 4° giorno dopo l'accoppiamento e con un picco di intensità intorno al 14-15° giorno di gravidanza.

Il nido è indispensabile per garantire la sopravvivenza dei piccoli che non sono in grado di mantenere costante la propria temperatura fino a 22-23 giorni.

È possibile la costruzione di nidi comuni in cui più madri partoriscono insieme ed insieme allevano i neonati, se la differenza di età tra i piccoli delle diverse nidiate è inferiore a 5 giorni.

Se la differenza d'età è maggiore, la madre dei neonati più giovani può difenderli con un comportamento aggressivo.



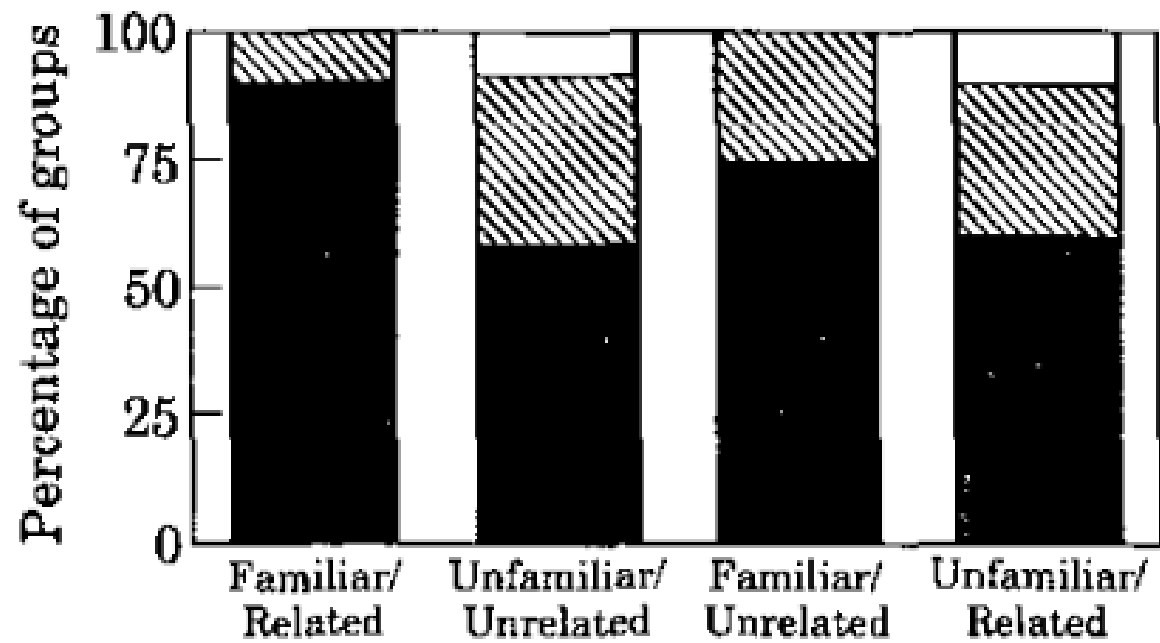


Figure 1. Percentage of polygynous groups in which both females successfully weaned young (■; 'egalitarian' reproduction), in which only one female weaned young (▨; 'despotic' reproduction), and in which neither of the females weaned young (□; 'unsettled' reproductive situation) as a function of the social group the females lived in (Familiar/Related: $N=21$ pairs; Unfamiliar/Unrelated: $N=24$; Familiar/Unrelated: $N=8$; Unfamiliar/Related: $N=10$; see Table I for details of groups).



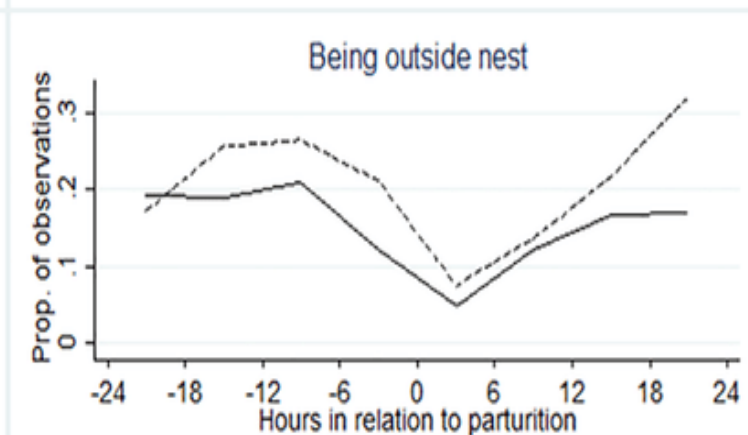
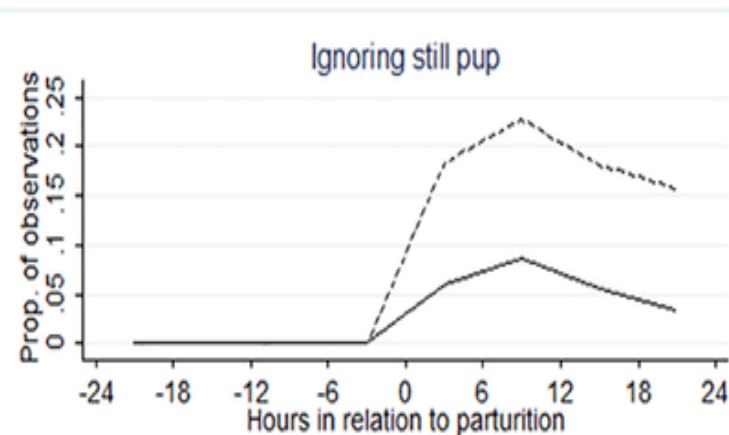
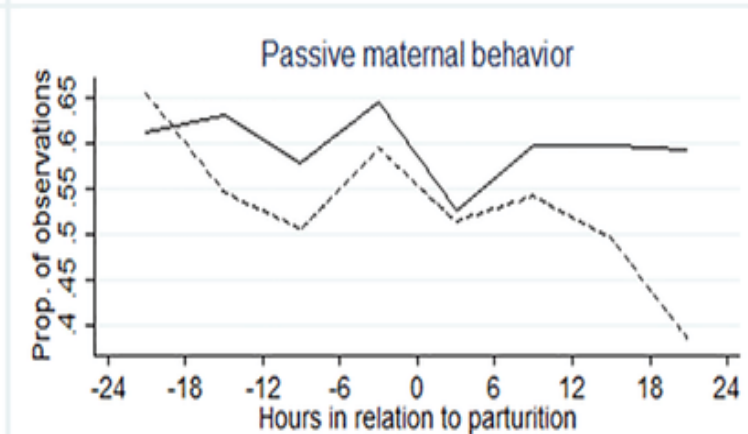
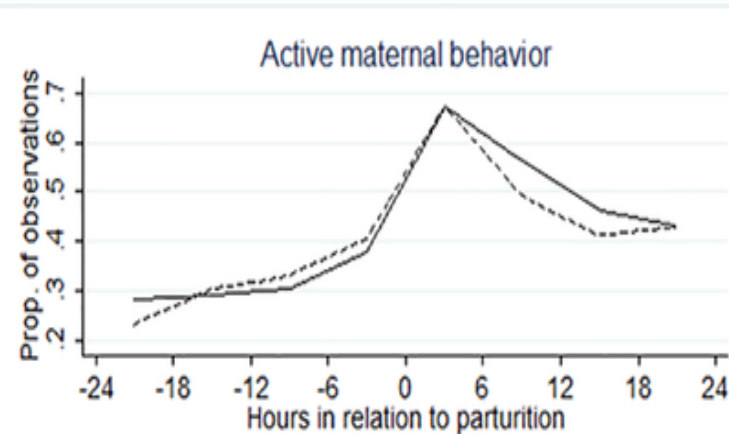
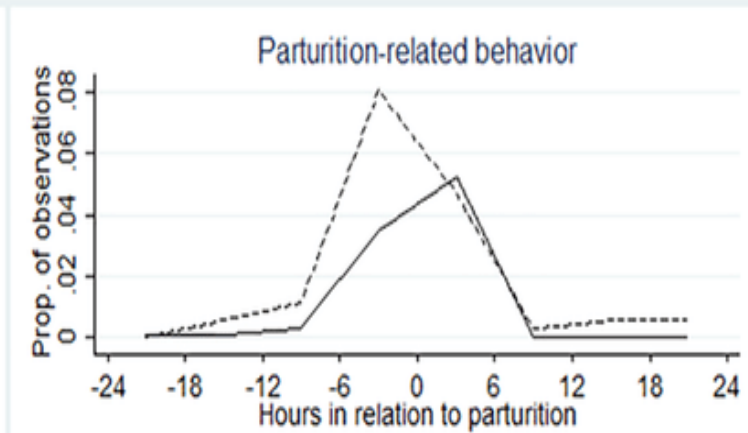
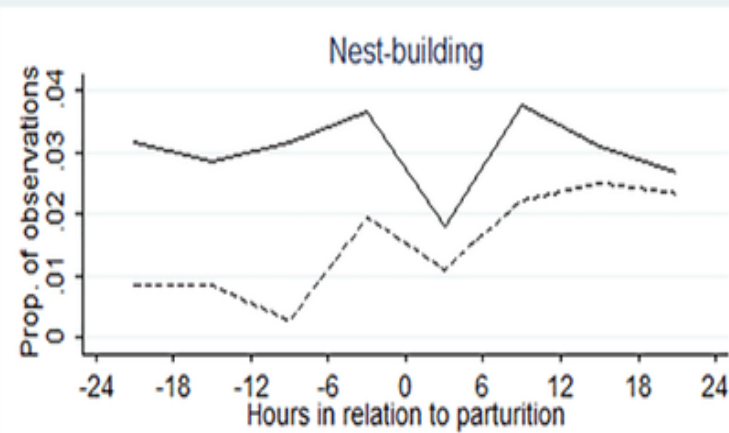
Comportamento materno

Comportamenti materni espressi da femmine di topo che hanno perso la nidiata (linea tratteggiata) o che hanno allevato con successo i neonati (linea continua).

Comportamenti registrati dalle 24 h precedenti il parto alle 24 h seguenti.

Le «buone madri» esibivano maggiormente i comportamenti di costruire il nido ed in misura minore il comportamento di restare fuori dal nido, di ignorare i cuccioli immobili.

Le «cattive madri» presentavano in misura maggiore i comportamenti legati al parto, indice di difficoltà legate alla nascita dei piccoli.



Comportamento materno

Altri moduli del comportamento materno sono:

Allattamento: costituisce il 92% dei comportamenti materni nelle prime 3 settimane della maternità.

Leccamento dei neonati.

Grooming

Recuperare (retrieving) e trasportare i neonati



A Wiki Ethogram for the Laboratory Mouse - www.mousebehavior.org

I neonati alla nascita pesano circa 1g e sono privi di pelo, ciechi, sordi e totalmente dipendenti dalla madre per il nutrimento e la termoregolazione.

L'udito comincia a svilupparsi dal 4-5° giorno di vita.

Dal 6° giorno il corpo del neonato comincia a coprirsi di un pelame molto sottile e a 16 giorni il mantello è completamente formato.

Gli occhi si aprono tra i 12 e 14 giorni post partum.

Dal 17° giorno inizia lo svezzamento.

Aggressività materna

L'aggressività materna è presente durante la gravidanza e l'allattamento.

È di tipo difensivo ed aumenta con l'aumentare del numero dei neonati.

Sono maggiormente aggressive le madri di nidiate con più neonati di sesso maschile.

I maschi estranei al gruppo possono compiere infanticidi per indurre un nuovo estro nella femmina e potersi accoppiare.



Sviluppo dei neonati

Durante le prime 3 settimane post-partum i neonati emettono vocalizzazioni sia sotto forma di ultrasuoni sia di richiami detti «wriggling calls», con funzione diversa tra loro.

Gli ultrasuoni inducono nella madre il comportamento di recupero (retrieving) del neonato, mentre le «wriggling calls» inducono e mantengono a frequenze elevate il comportamento materno, soprattutto il leccamento.

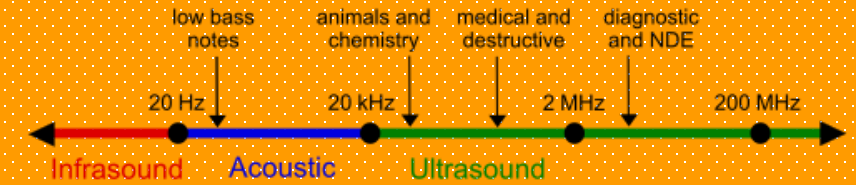


Figure 1. Sonagrams of three typical wriggling calls from mouse pups. No ultrasonic components are present and the major energy is below 10 kHz.

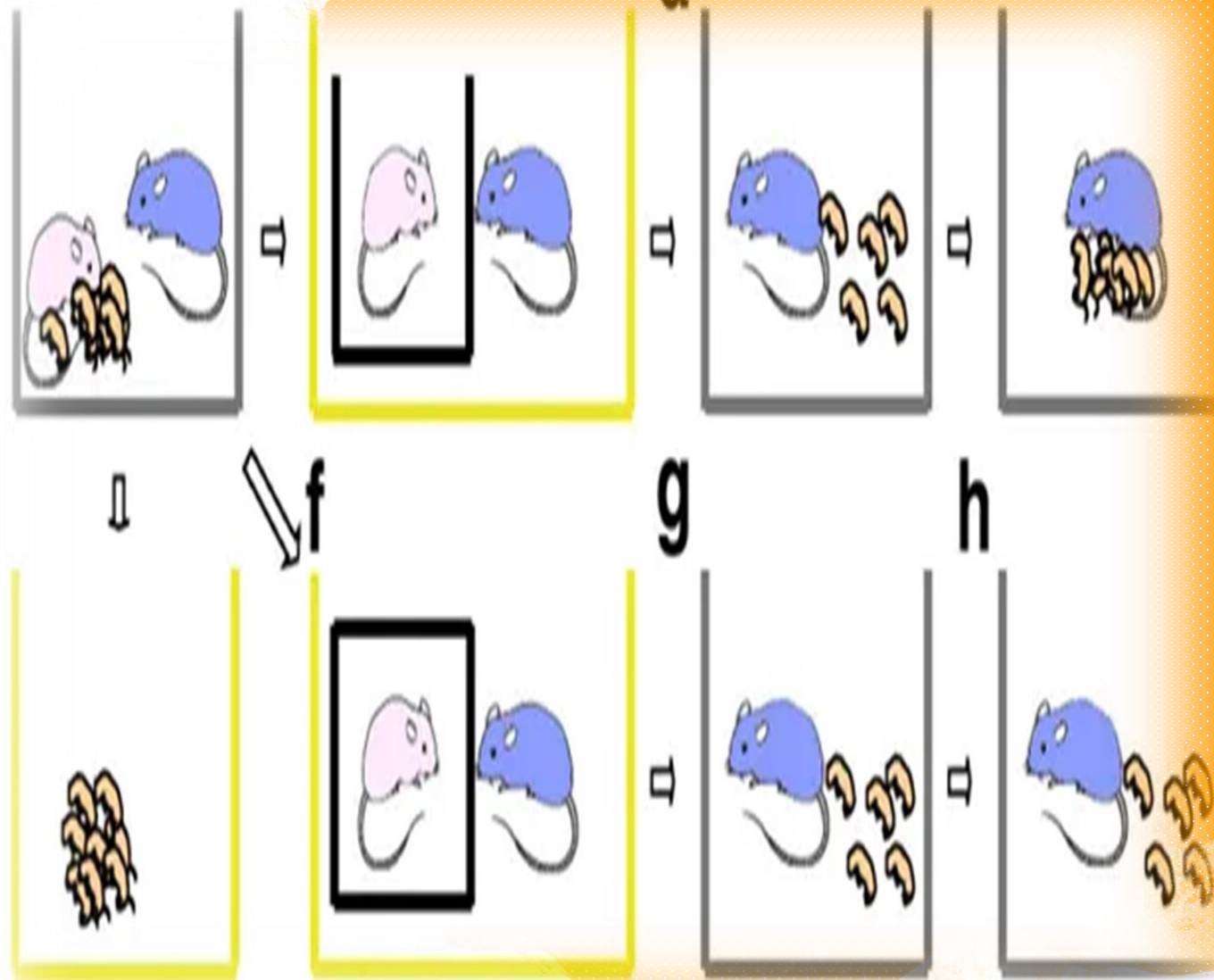
Comportamento paterno

I topi maschi non manifestano spontaneamente un comportamento paterno anche se può essere indotto dalla permanenza del topo insieme a neonati per 3-5 giorni.

Le femmine possono indurre il comportamento paterno del maschio (retrieving) con l'emissione di particolari ultrasuoni di 38 kHz o di feromoni.

Il comportamento paterno così indotto è meno efficiente di quello materno, essendo più lento e meno frequente (50-60% dei soggetti).

È possibile elicitarlo con una separazione di 5-10 minuti dai neonati, in compagnia della madre, di cui il maschio possa udire le vocalizzazioni e percepire i feromoni.





La biologia del ratto

Il ratto di laboratorio deriva dal ratto bruno (*Rattus norvegicus*) ed è un animale altamente sociale.

I ratti evitano gli spazi aperti ed usano l'urina per marcare i propri territori.

Sono animali notturni ed i ratti albinici, se possono, evitano aree con luminosità che superi i 25 lux.

I giovani ratti hanno uno spiccato comportamento esplorativo e dedicano molto tempo al gioco.

La biologia del ratto



- **Lifespan** 2.5-3.5 years
- **Adult weight** Males 300-500g, Females 250-300g
- **Birth weight** 5-6g
- **Heart rate** 330-480 beats per minute
- **Respiratory rate** 85 breaths per minute
- **Body temperature** 35.9-37.5°C
- **Blood volume** 50-70 ml/kg
- **Urine volume** 3.3 ml/100g bwt/day

La vista del ratto

Il cristallino del ratto è meno deformabile di quello umano poiché i muscoli ciliari sono meno sviluppati.

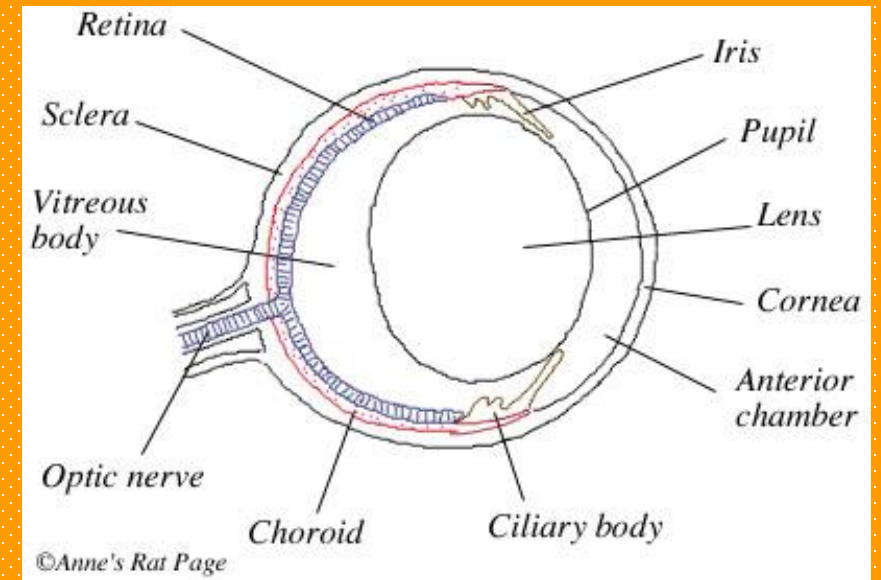
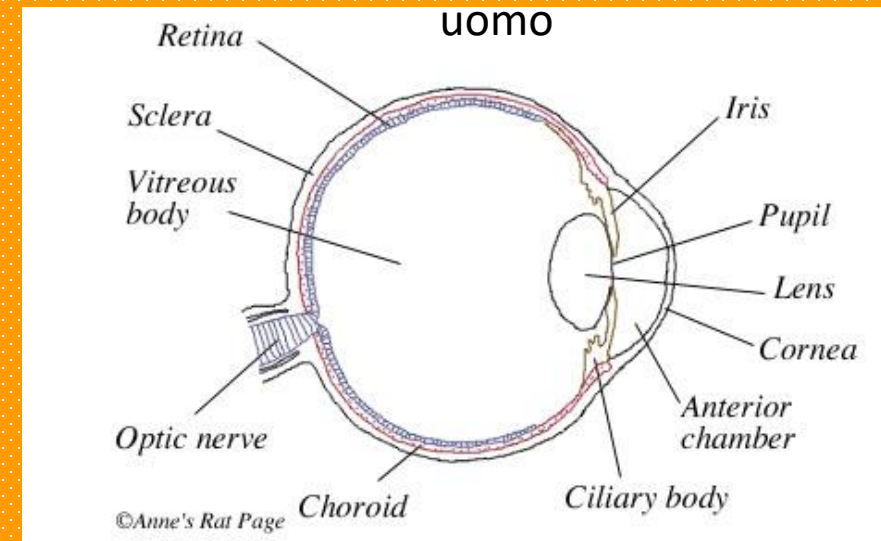
Il cristallino del ratto permette il passaggio dei raggi ultravioletti A, a differenza di quello umano.

La visione dei colori è dicromatica ed il ratto ha la possibilità di vedere il colore verde e blu ma non il rosso.

L'acuità visiva del ratto è 20 volte inferiore a quella dell'uomo.

I ratti albinici hanno un'acuità visiva inferiore a quella dei ratti con mantello pigmentato. Il loro occhio ha un adattamento molto più lento in scarse condizioni di luminosità (3 ore) rispetto a quello dei ratti non albinici (30 minuti).

La mancanza di melanina nell'iride permette ad una grande quantità di luce di arrivare sulla retina provocando l'abbagliamento. Vi è anche un numero inferiore di bastoncelli.



ratto



Visione dell'uomo



Visione del ratto

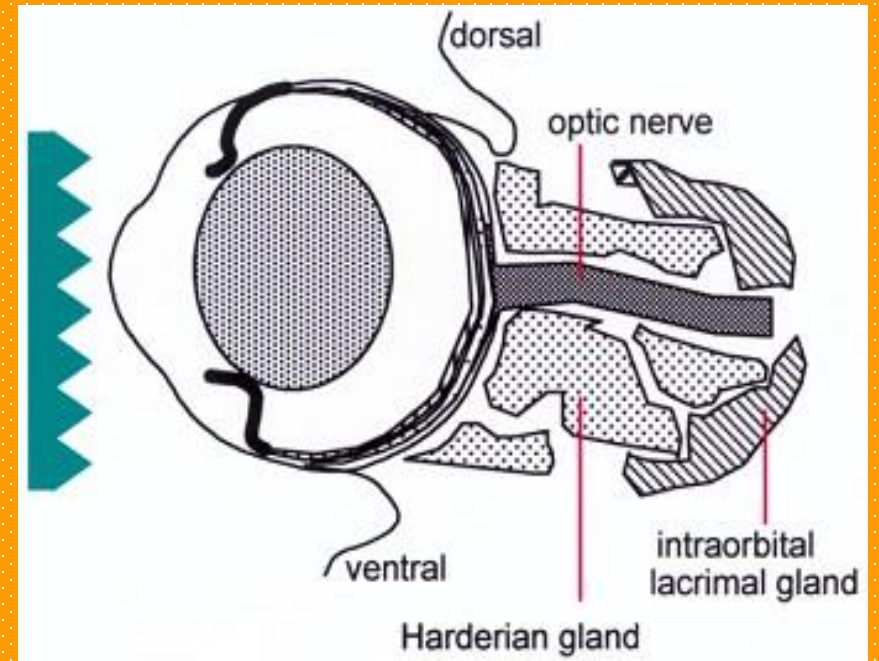
La ghiandola di Harder

Collocata posteriormente ed intorno al nervo ottico vi è la ghiandola lacrimale di Harder, descritta per la prima volta nel 1694 da Johann Harder nell'occhio di un cervo.

La ghiandola secerne un secreto ricco di lipidi, che lubrificano l'occhio e le palpebre, feromoni (nel criceto) e porfirine.

Le porfirine potrebbero avere un'azione di protezione dell'occhio dalla luce eccessiva poiché la loro produzione aumenta se l'occhio è esposto a raggi UV o a luce blu.

La produzione di porfirina aumenta con l'età dell'animale ma anche in corso di stress, patologie varie, dolore, alimentazione insufficiente



L'udito del ratto



Il range di percezione acustica va da 200 Hz a 90 kHz.

Il ratto utilizza emissioni sonore di lunga durata (superiori a 0,3 secondi) gli ultrasuoni di 20 kHz quando è stressato, quando vede un predatore o prova dolore.

Gli ultrasuoni tra 30 e 50 kHz sono utilizzati dai neonati per stimolare il comportamento di cura da parte della madre.

Emissioni sonore di 50 kHz e di breve durata (inferiori a 0,3 secondi) sono utilizzate nel gioco.

Non sono state evidenziate differenze tra le capacità uditive di ratti albini e ratti con mantello pigmentato, a differenza di quanto avviene in altre specie animali (gatto, cane).

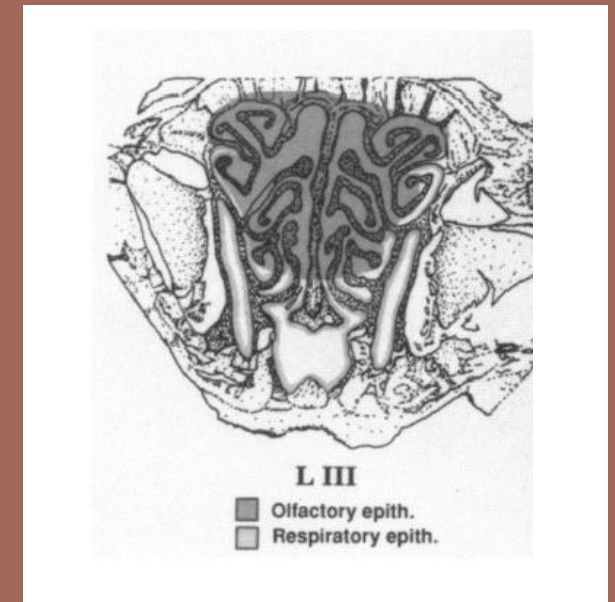
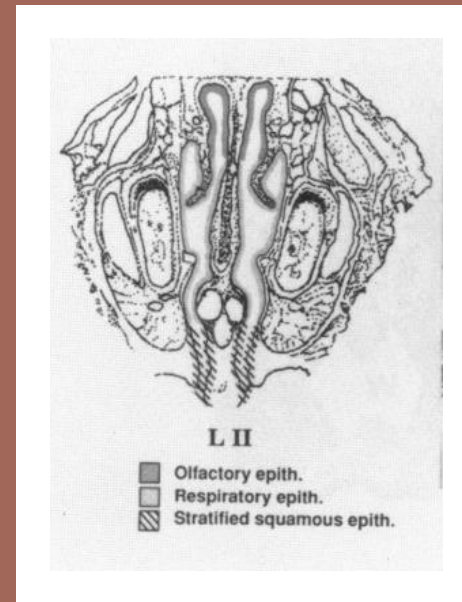
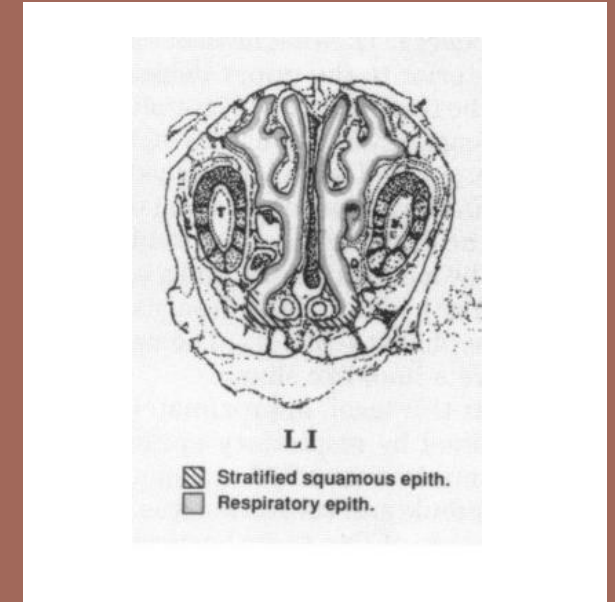
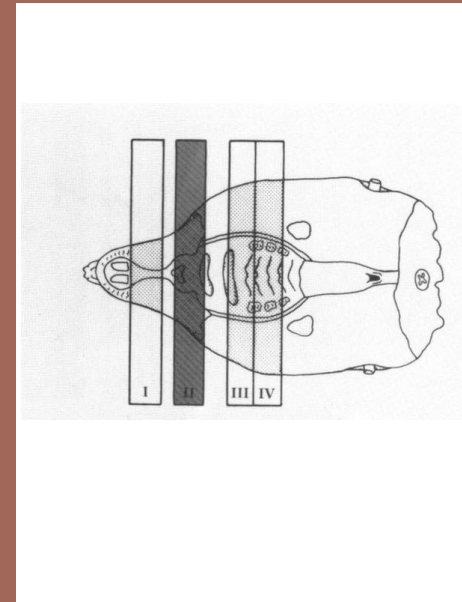
L'olfatto del ratto

Il ratto è un animale macrosmatico e quindi ha i turbinati nasali molto sviluppati.

Il senso dell'olfatto è già sviluppato nel neonato e gli permette di localizzare i capezzoli materni dove ritrova l'odore del liquido amniotico e della saliva della madre.

Se si impedisce alla madre di spargere sulla zona mammaria il liquido amniotico, il neonato non è in grado di individuare il capezzolo.

Dopo qualche giorno il neonato trova il capezzolo seguendo l'odore della propria saliva.



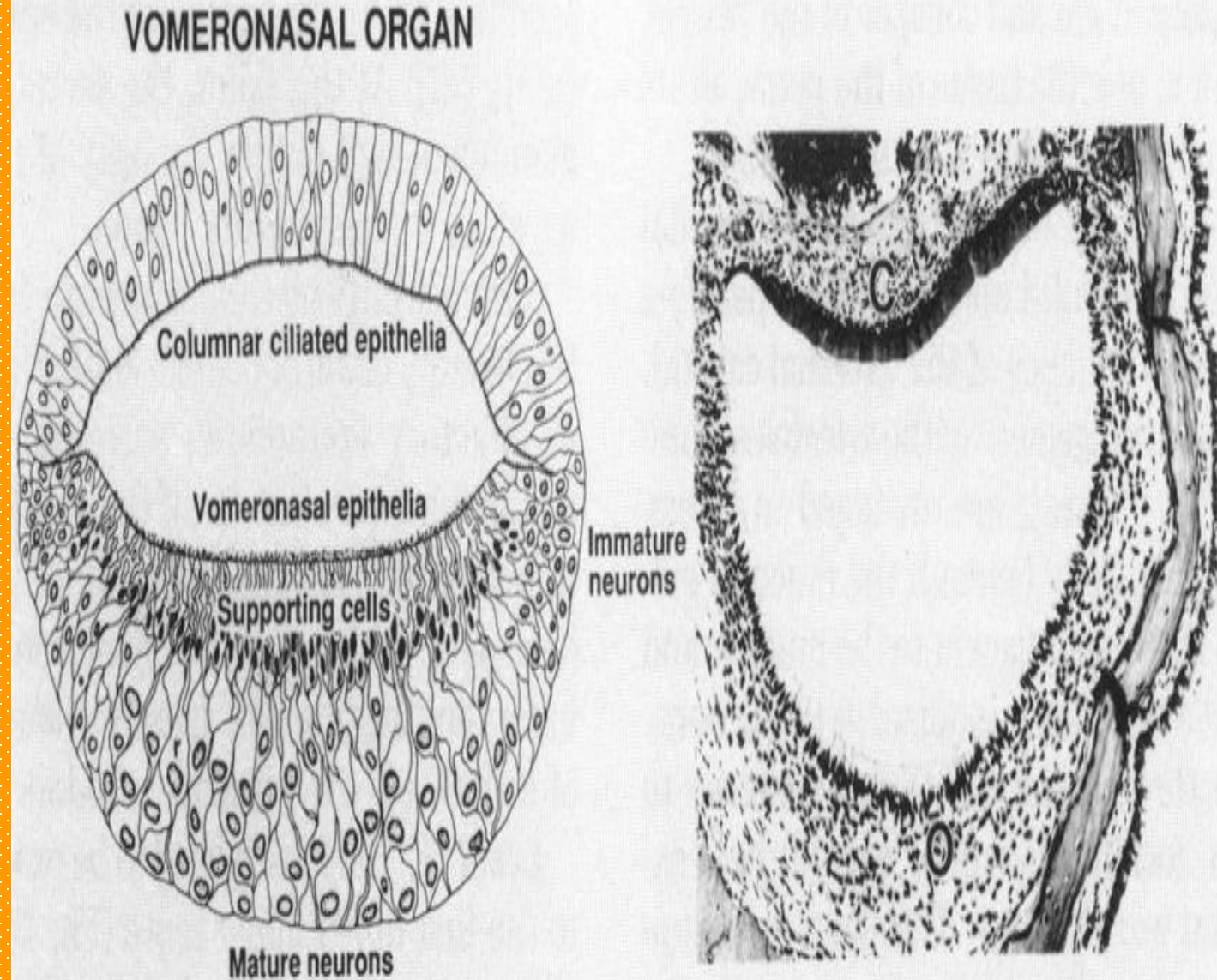
L'olfatto del ratto

Nel ratto è presente l'organo vomeronasale, situato ai lati del setto nasale e con lo sbocco nella cavità nasale.

I ratti albinici hanno un senso dell'olfatto meno sviluppato di quello di ratti con mantello pigmentato.

I ratti albinici impiegano più tempo ad allontanarsi da un odore pungente di aglio (9,87 secondi) rispetto a ratti pigmentati (4,85 secondi).

Anche la percezione di feromoni/odori sessuali sembra essere alterata nei ratti albinici. In un esperimento in cui ratti maschi erano esposti alla presenza di una femmina da cui erano separati da una rete, l'83% dei ratti pigmentati mostrò eccitazione sessuale contro 4% degli albinici



Lo stomaco del ratto

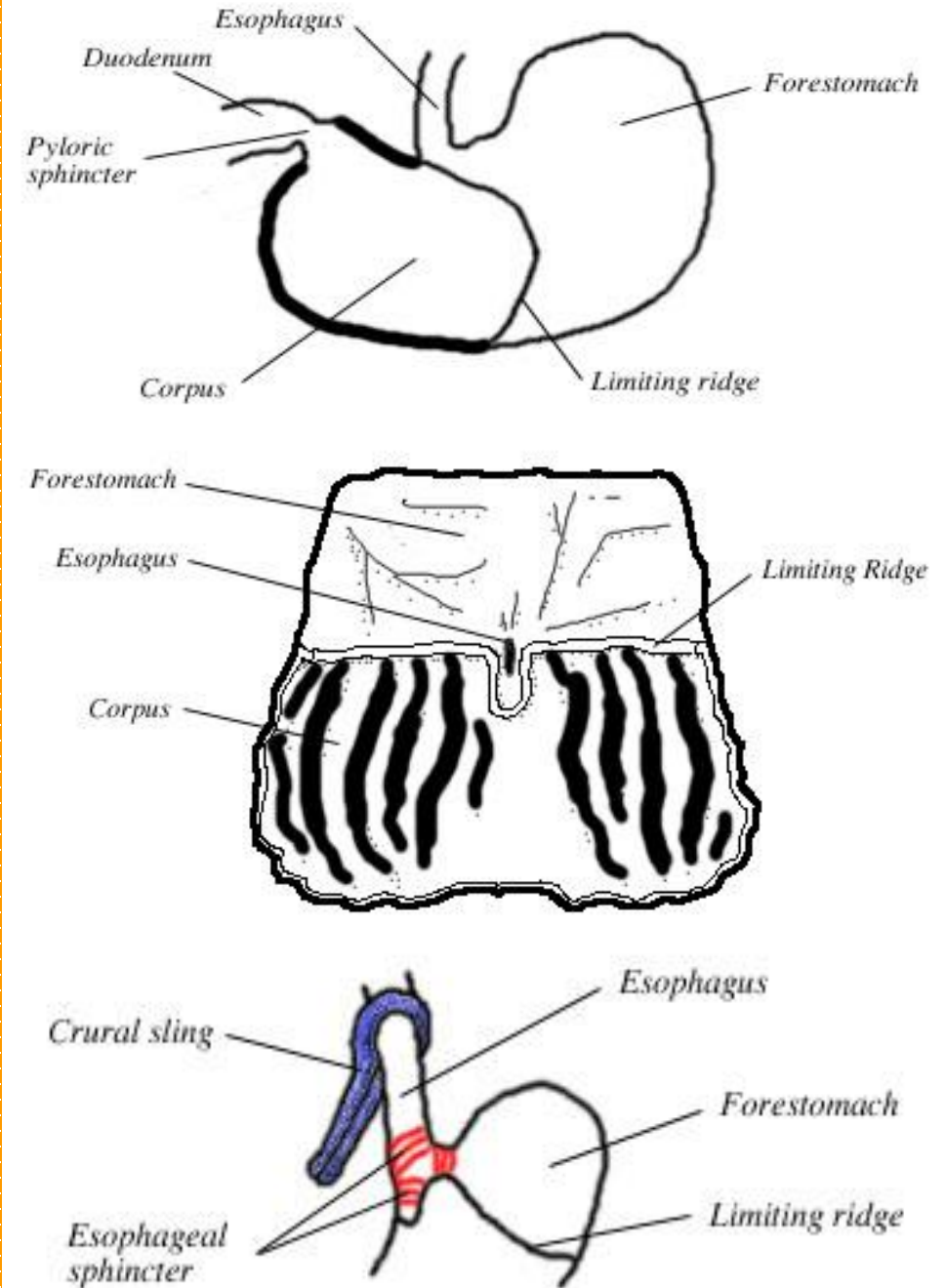
Lo stomaco del ratto è diviso in una porzione ghiandolare ed in una ghiandolare (corpo).

Una plica (limiting ridge - margo plicatus) separa le due parti e avvolge l'apertura dell'esofago.

L'ultimo tratto dell'esofago è avvolto da fibre muscolari provenienti dal diaframma (crural sling) e che si attacca alle vertebre.

Il cardias è costituito da fibre muscolari circolari che nella parte finale si connettono con il «limiting ridge», trascinandolo durante la contrazione a creare una chiusura totale dello sfintere.

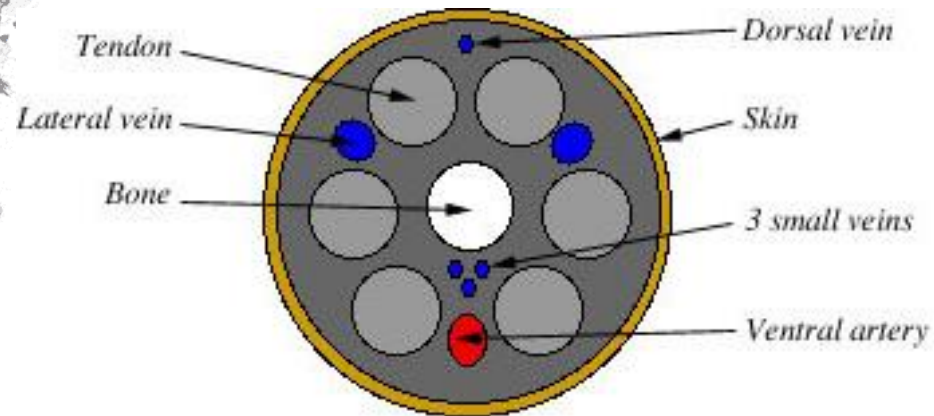
Per questi motivi il ratto non vomita e non presenta reflussi gastrici.



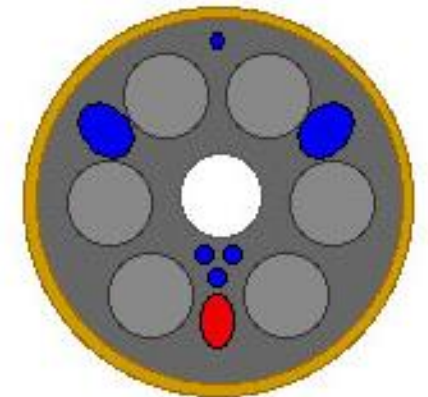
La coda del ratto

La coda del ratto ha diverse funzioni:

- **Termoregolazione:** la coda costituisce il 5% della superficie corporea ma può dissipare il 17% del calore corporeo, con la dilatazione delle vene laterali dalle quali può essere prelevato il sangue.
- **Bilanciamento del corpo:** ha la stessa funzione dell'asta degli acrobati che cammir



Rat tail at 40° C



Blood vessels have larger diameter

Requisiti generali per una stabulazione corretta dei roditori



Creare gruppi di animali stabili e compatibili, tenendo in considerazione il sesso, l'età, lo stato riproduttivo, la familiarità tra i soggetti, le precedenti esperienze di vita in gruppo.

Gabbie con spazio sufficiente per il movimento, i normali comportamenti sociali (grooming e gioco) e con un arricchimento ambientale che riduca il rischio di stress sociale e di aggressività, permettendo all'animale di esprimere comportamenti specie-specifici (costruzione di nidi).

Pavimento della gabbia solido con un substrato di adeguato spessore per permettere l'igiene, il comfort, lo scavare e la ricerca del cibo.

Materiale da rosicchiare per prevenire la crescita dei denti e le stereotipie orali.

Presenza di rifugi per riposare, per ottenere sicurezza, per poter arrampicarsi e gestire le interazioni sociali.

Requisiti generali per una stabulazione corretta dei roditori



Barriere verticali o tubi in PVC per aumentare la complessità della gabbia, le vie di fuga e stimolare l'esplorazione.

Materiale per il nido (carta soffice) per aumentare il comfort, per contribuire a regolare la temperatura e l'esposizione alla luce. Il materiale deve essere rosicchiato o sminuzzato dall'animale in modo da tenerlo impegnato in un'attività.

Illuminazione appropriata per durata ed intensità.

Dieta varia che fornisca la possibilità che il cibo sia disperso e cercato dall'animale.

Protocolli di pulizia che tengano conto dell'importanza di odori e feromoni per i roditori.

Arricchimenti ambientali in quantità sufficienti per non provocare contese per la loro gestione.

Cavia



La cavia è originaria del Sud America (Perù, Argentina).

È un animale sociale che vive in gruppo, con attività più spiccata al crepuscolo.

Peso da adulto: 700 - 900g (female); 900 - 1200g (male)

Life span: 4 - 5 years

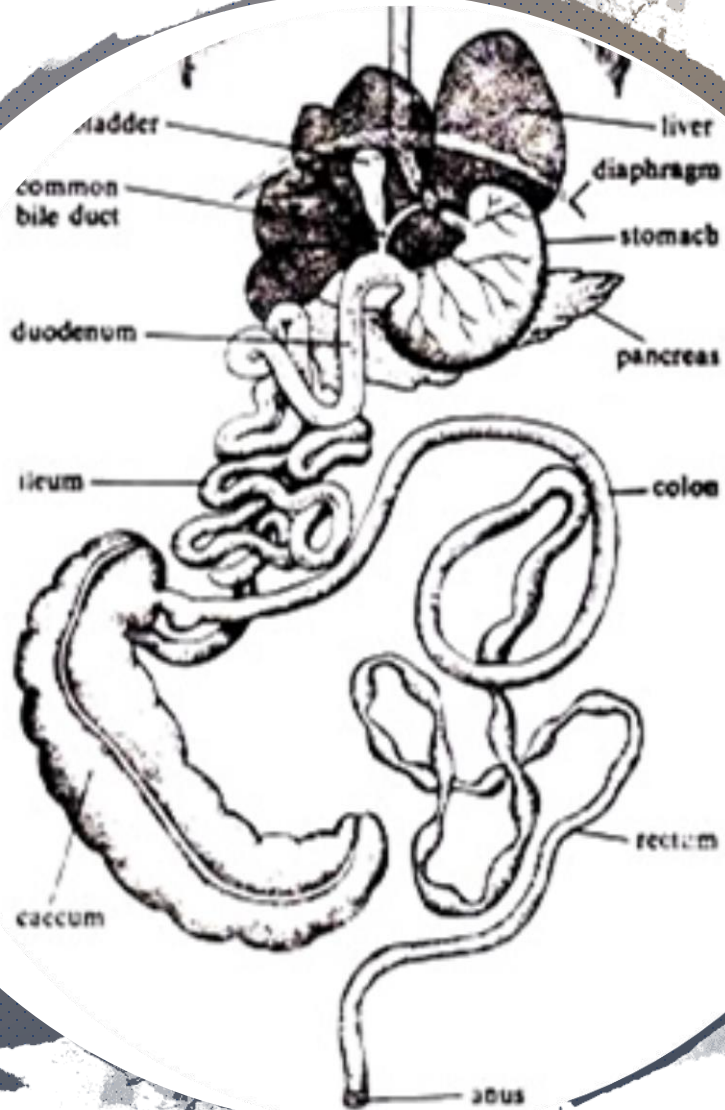
Frequenza respiratoria: 42 - 105 breaths/minute

Frequenza cardiaca: 240 - 250 beats/minute

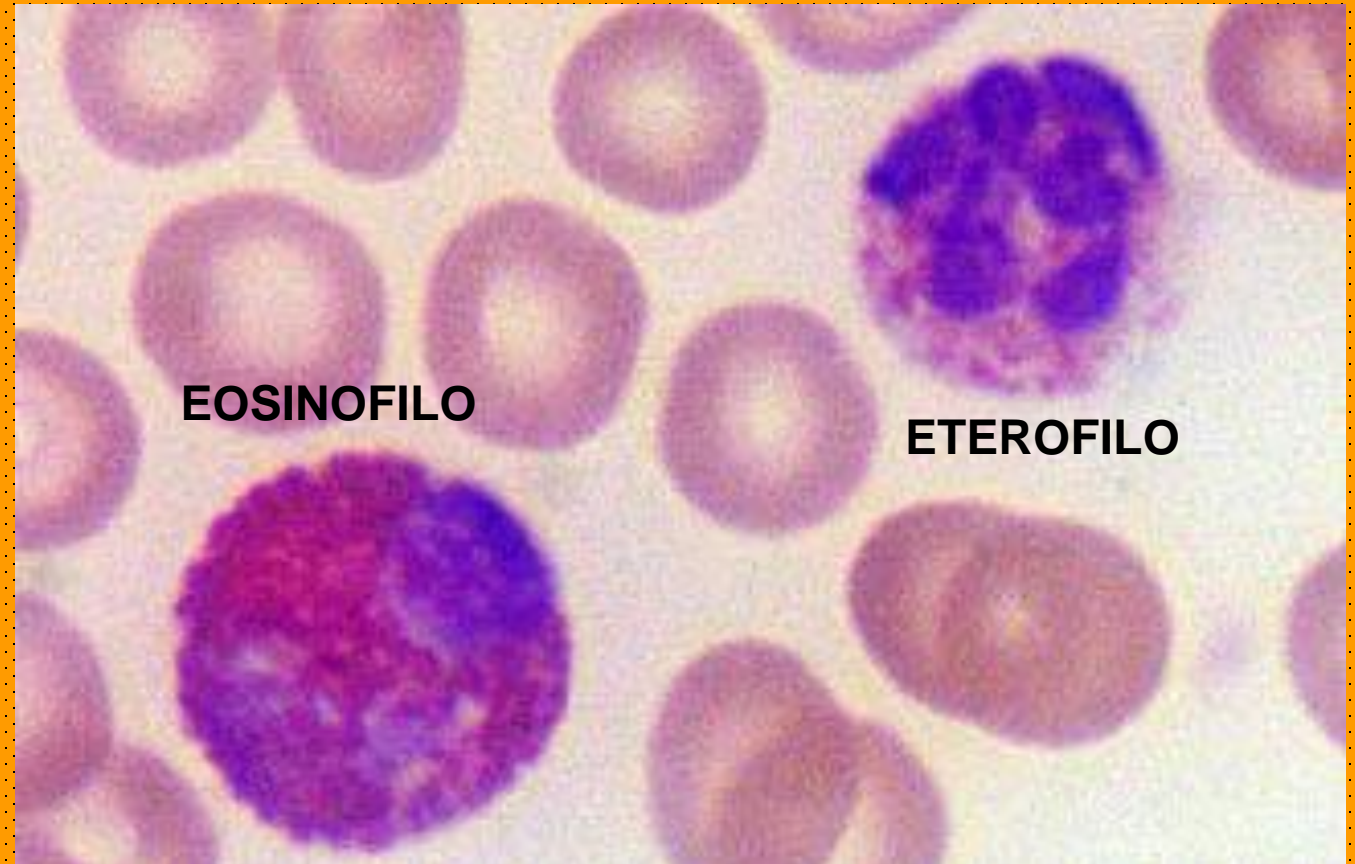
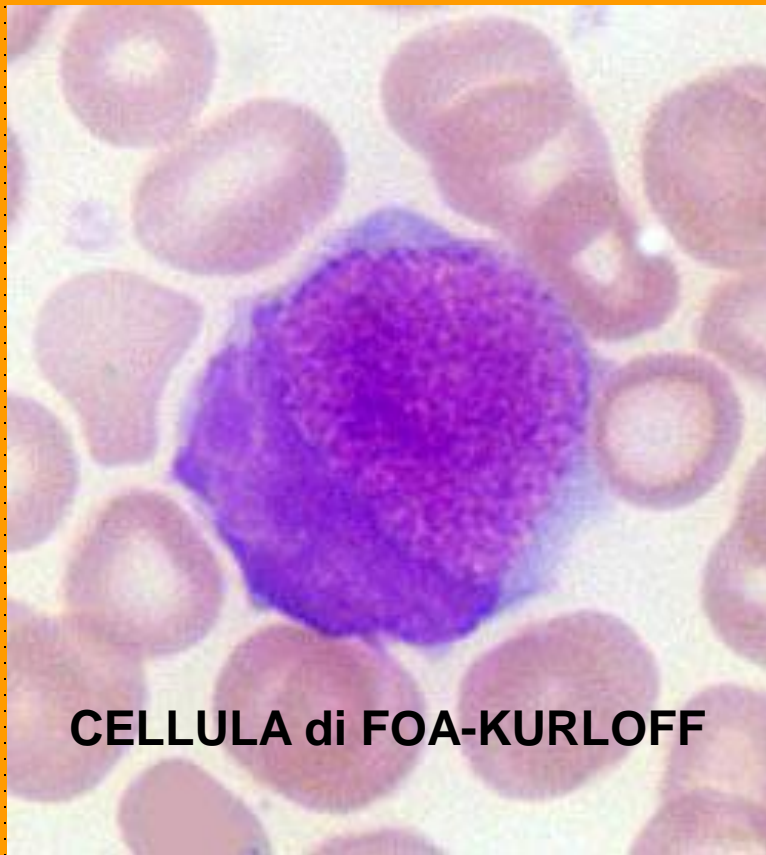
Temperatura rettale: 39°C

Non sintetizzano Vitamina C

Cavia

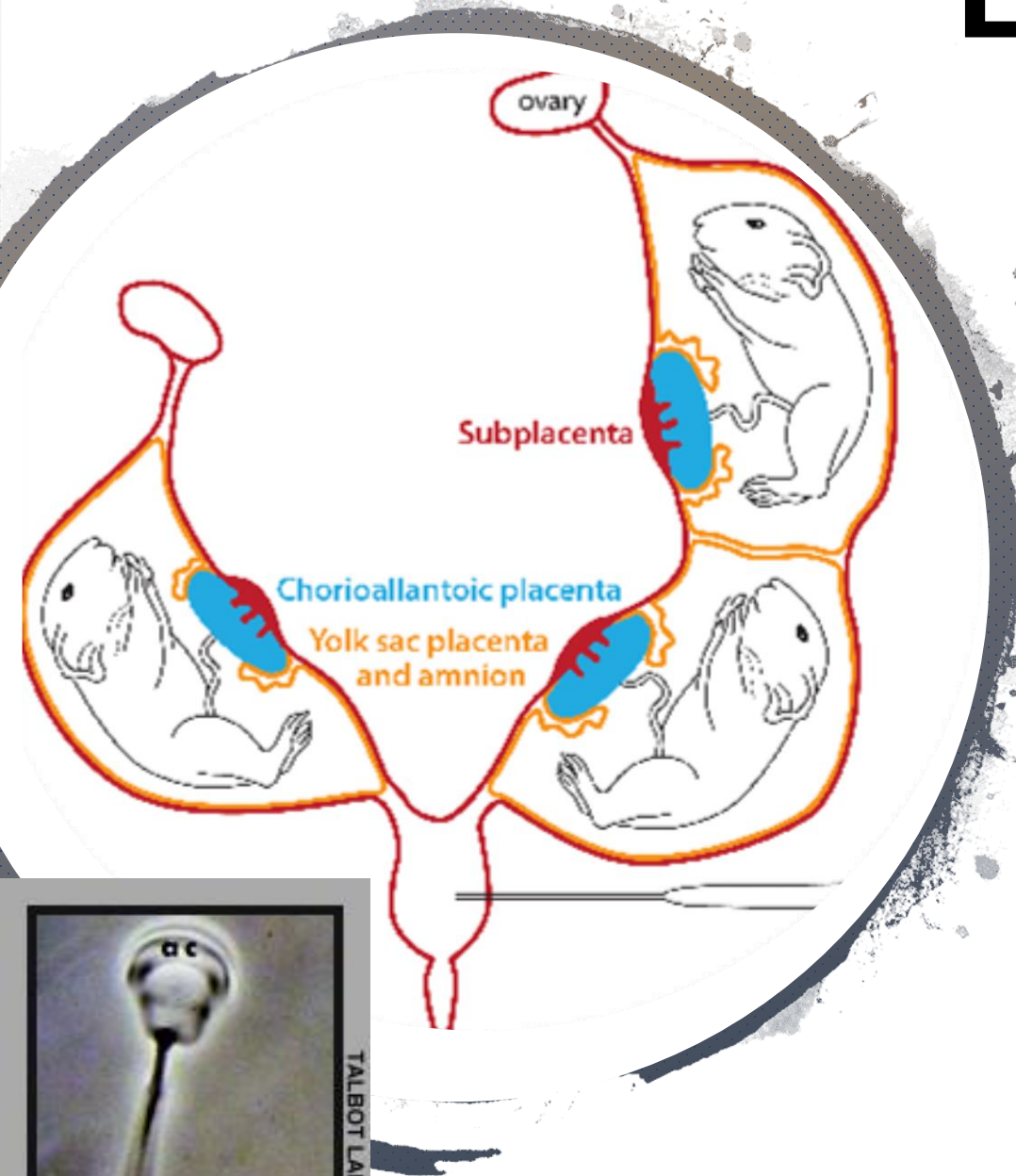


- Lo stomaco della cavia è completamente formato da mucosa ghiandolare.
- L'intestino cieco della cavia è molto sviluppato e costituisce il 65% dell'intero volume gastrointestinale, essendo animali strettamente vegetariani.
- Sia il maschio che la femmina hanno due ghiandole mammarie inguinali.
- Il timo è superficiale, collocato nel tessuto sottocutaneo ai lati della trachea.
- Le vertebre sacrali sono 4 nel maschio e 3 nella femmina.
- La sinfisi pubica nelle femmine che non hanno partorito si ossifica a sei mesi di età, creando possibili distocie in parti successivi.
- Il maschio possiede un osso penieno.



- **La formula leucocitaria della cavia è caratterizzata dalla presenza di:**
 - ETEROFILI** (che corrispondono ai granulociti neutrofili di altre specie).
 - **CELLULE di FOA-KURLOFF**, presenti esclusivamente in cavia e capibara. Aumentano durante gravidanza ed in seguito a stimolazione con estrogeni. Potrebbero proteggere il feto da anticorpi materni(?)

La riproduzione della cavia



La riproduzione può iniziare quando l'animale ha 2 - 3 mesi ed un peso della femmina di circa 500 g, sebbene il primo estro avvenga a 5-6 settimane di età.

Sono animali poliestrali, con ovulazione spontanea.

Il ciclo sessuale dura 17 giorni e l'estro 24-48 ore.

Le fasi del ciclo estrale possono essere determinate eseguendo lo striscio vaginale.

L'accoppiamento avviene di solito di notte e può essere verificato per la presenza del tappo vaginale o di spermatozoi sullo striscio vaginale.

La cavia presenta una membrana che è perforata durante l'accoppiamento ed il parto.

La gestazione è di 65 giorni e sono partoriti 3-4 neonati. Un estro fertile si presenta da 2 a 15 ore dopo il parto.

I piccoli sono in grado già appena nati di assumere cibo solido anche se sono allattati fino a 28 giorni.

Il comportamento del coniglio

Il coniglio di laboratorio deriva dal coniglio selvatico che vive in gruppi sociali costituiti da 1-4 maschi e da 1-9 femmine.

Il gruppo difende un territorio ma condivide un'home range anche con altri gruppi.

Le femmine costruiscono nidi sotterranei dove partorisce i piccoli che sono alimentati una sola volta al giorno.

Sono animali notturni e spendono gran parte del tempo a consumare erba e vegetali. L'erba ha un'azione importante nel consumare i denti a crescita continua.

I maschi sono molto aggressivi nei confronti di altri maschi. Anche per i conigli è importante la comunicazione feromonale.



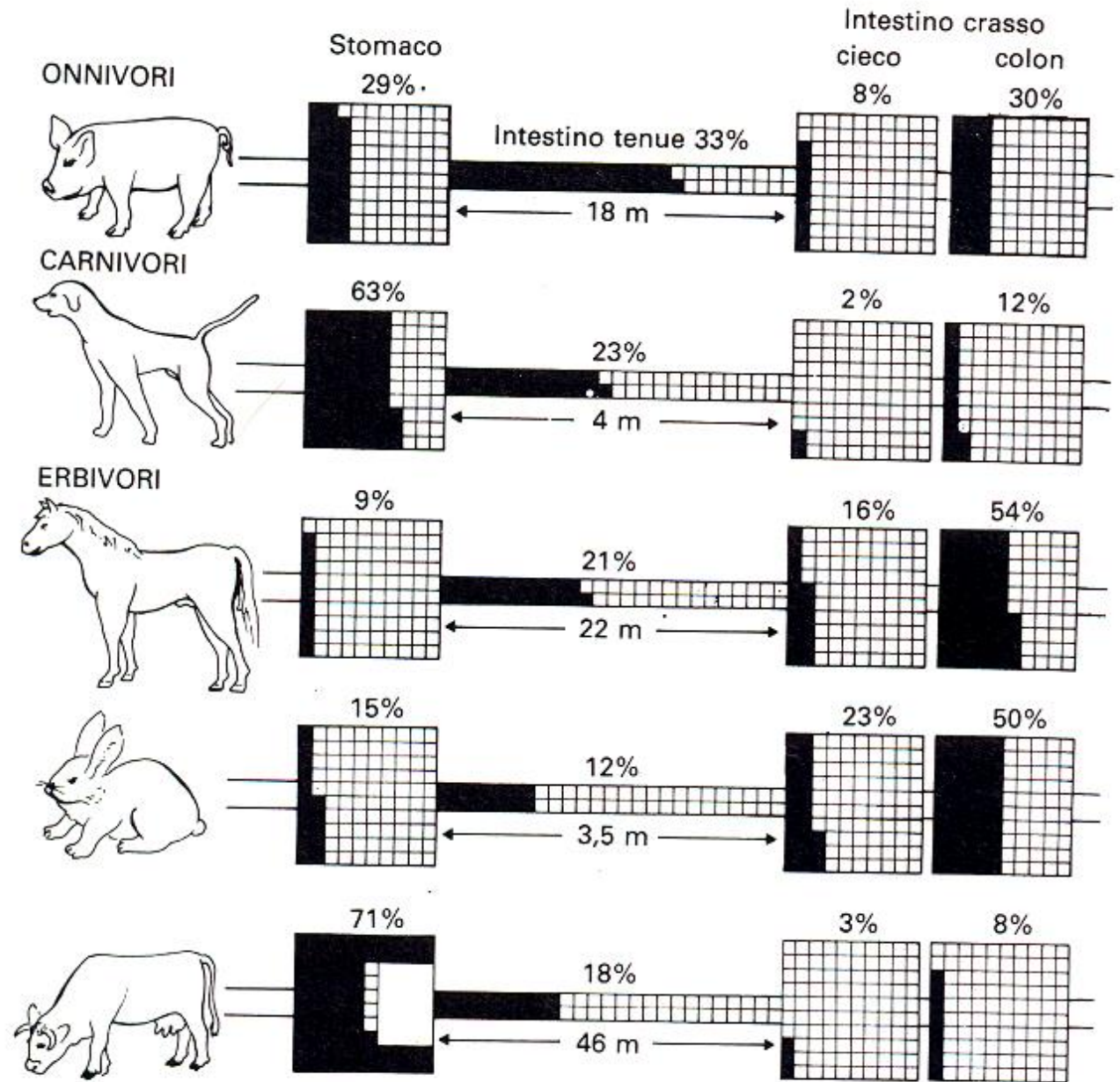
Anatomia del coniglio



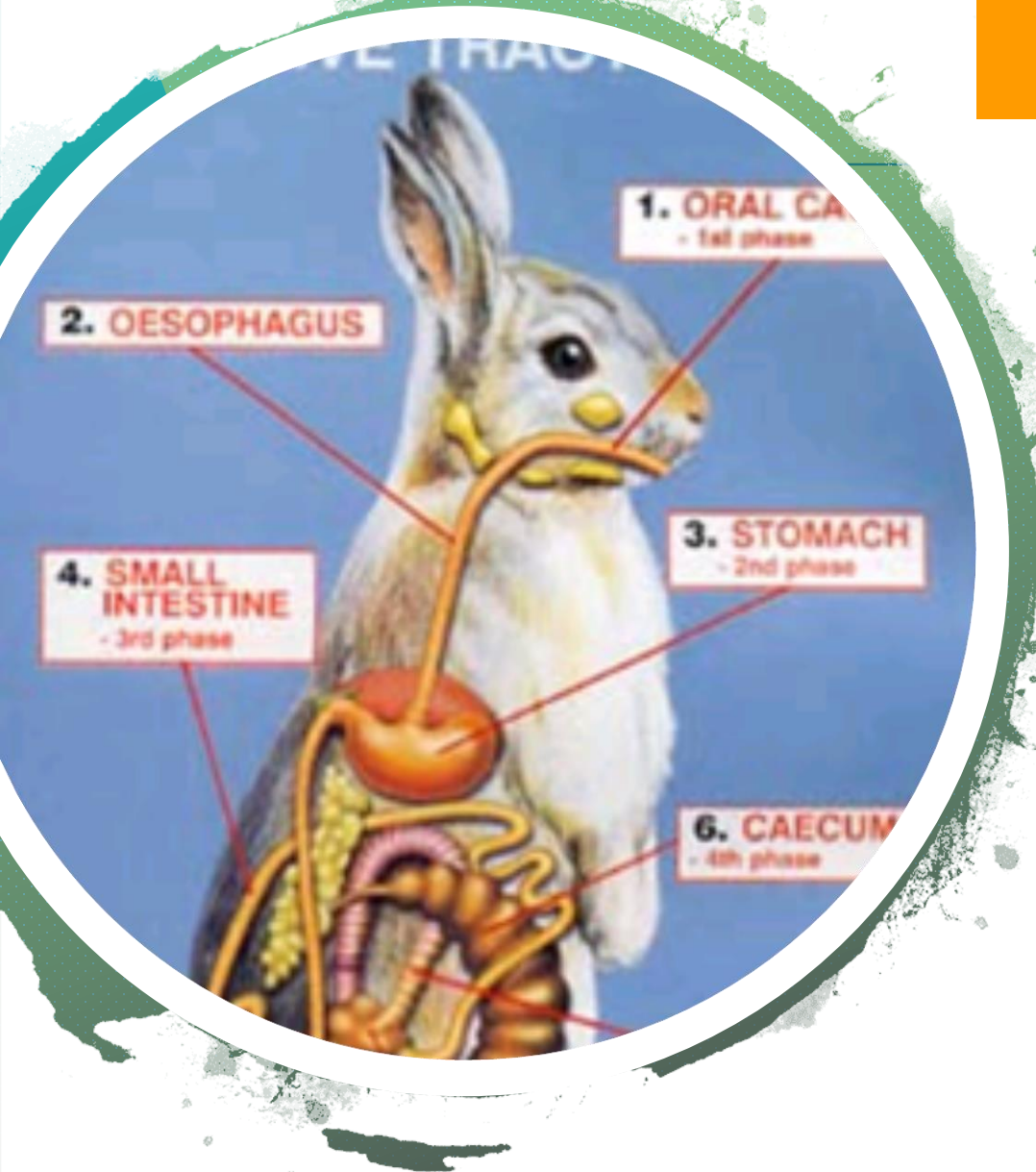
- **Adult body weight: 2 - 6 kg (female); 2 - 5 kg (male)**
- **Life span: 5 - 6 years**
- **Respiratory rate: 32 - 60 breaths/minute**
- **Heart rate: 130 - 325 beats/minute**
- **Temperatura rettale 38,5- 39°C**
- **La riproduzione può essere iniziata a 5-6 mesi.**
- **Non esiste un ciclo sessuale regolare.**
- **I cicli si possono susseguire ogni 4-5 giorni**
- **L'ovulazione è provocata dall'accoppiamento.**
- **La gravidanza dura 31-32 giorni.**

Il comportamento alimentare

Il coniglio ha sviluppato un sistema digerente che è basato sulla fermentazione del cibo a livello dell'intestino cieco, a differenza dei ruminanti (che hanno il rumine come organo di fermentazione) e del cavallo (che ha il colon).

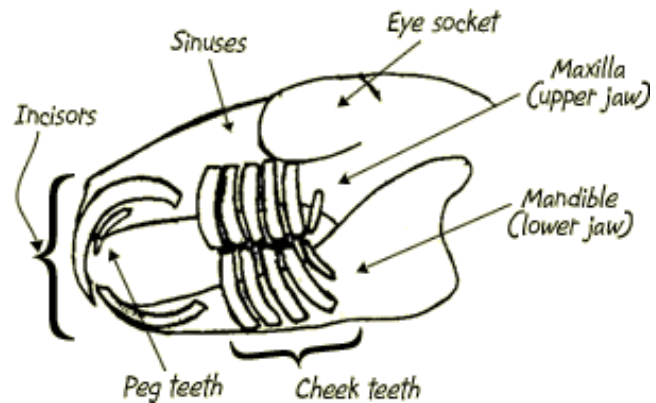
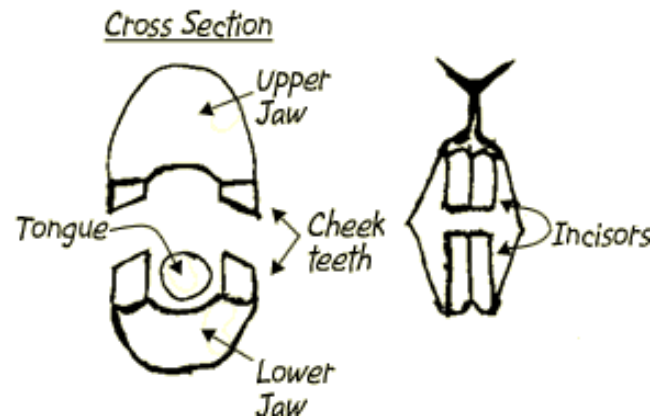


Il comportamento alimentare



- Il sistema digerente del coniglio permette:
- Introduzione di una grossa quantità di cibo.
- Separazione a livello di intestino crasso dei componenti indigeribili da quelli fermentescibili.
- Eliminazione rapida delle fibre non fermentescibili.

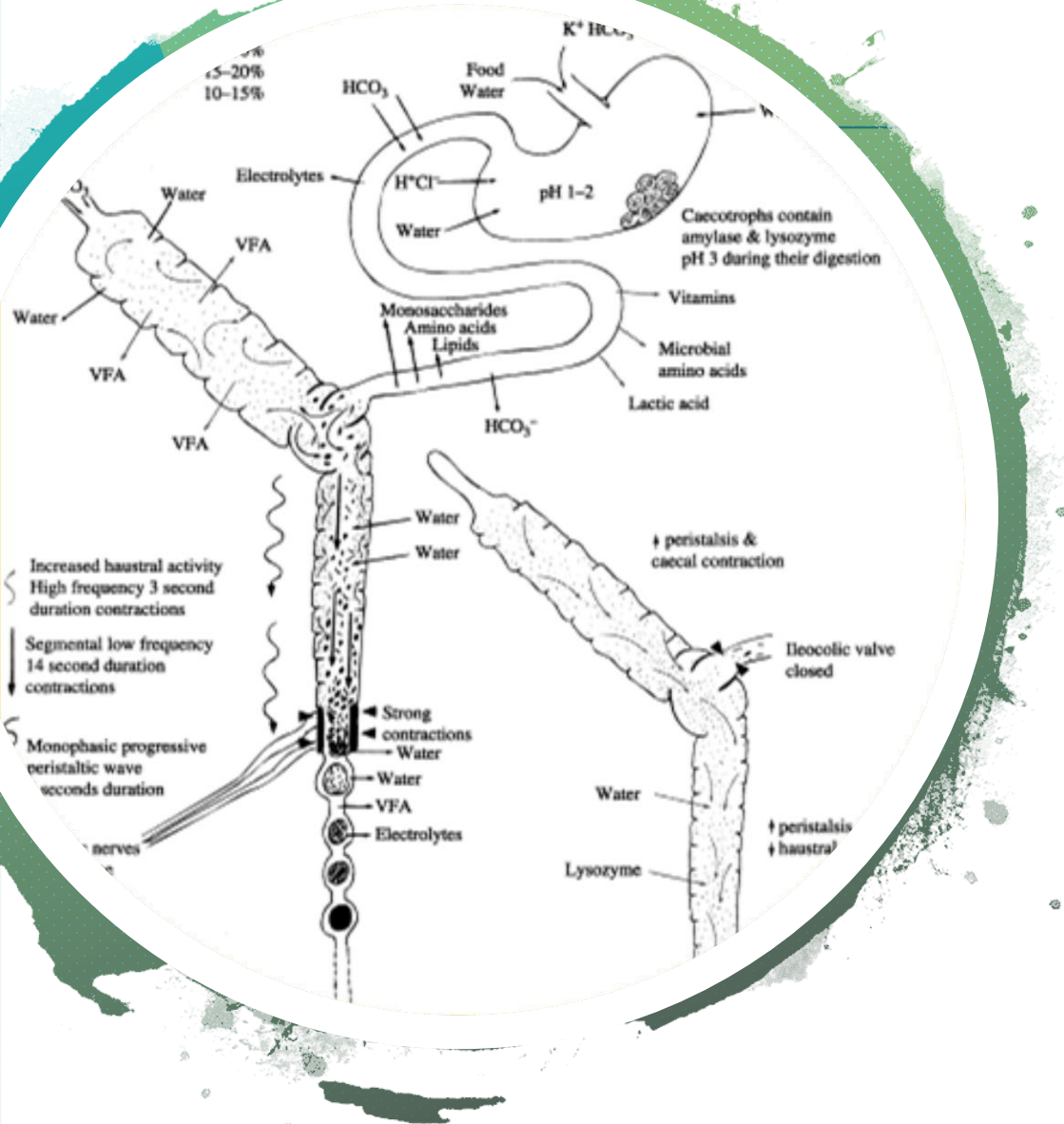
Il comportamento alimentare



- I denti del coniglio crescono in continuazione e l'animale deve avere la possibilità di consumarli con una dieta ricca di fibre vegetali.
- Diete carenti di fibre vegetali provocano un consumo scarso ed irregolare dei denti e conseguente malocclusione con crescita abnorme .



Lo stomaco

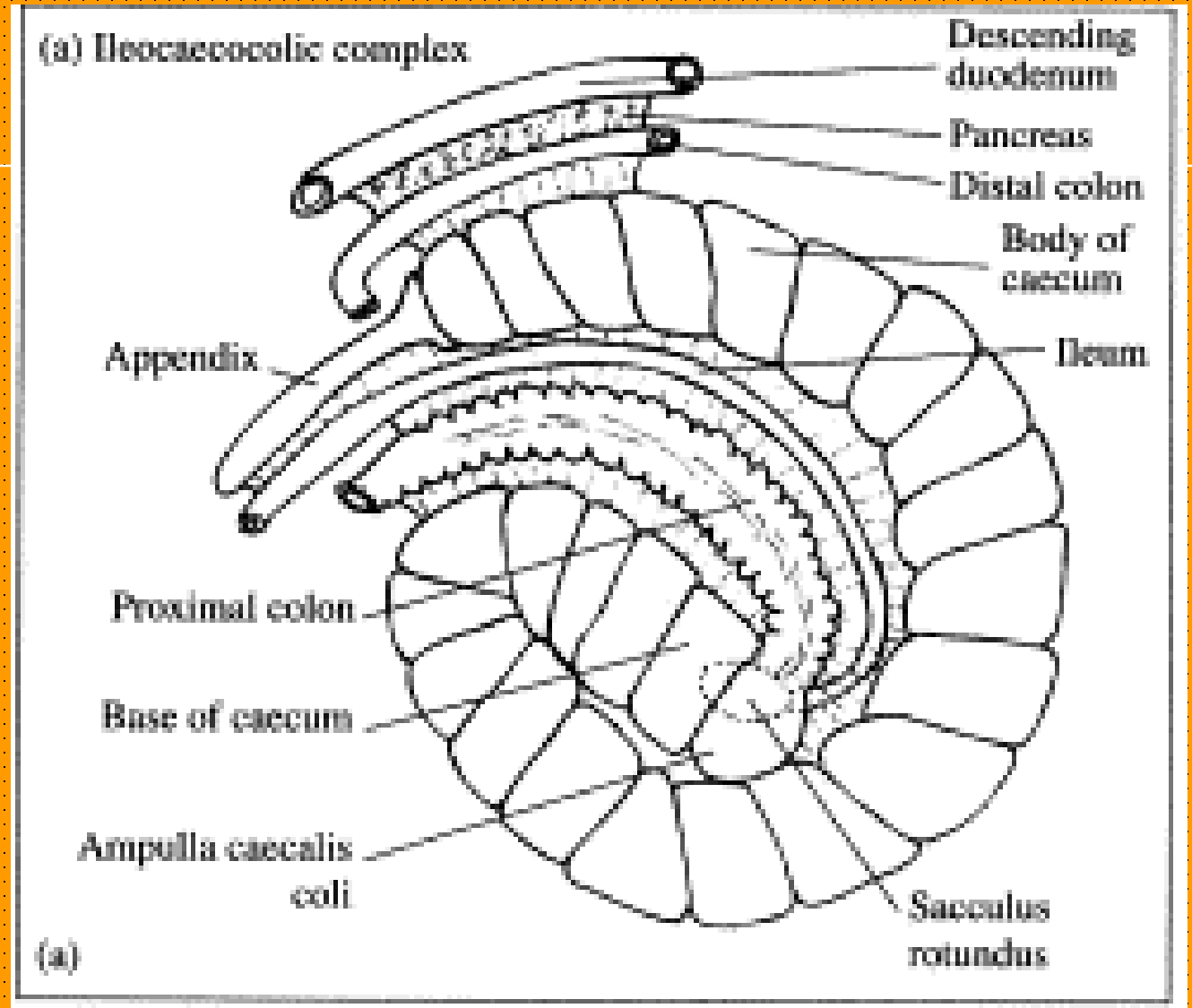


- Costituisce il 15% del volume del tratto gastro-intestinale.
- Non è mai vuoto ed anche dopo 24 h di digiuno nel coniglio adulto è pieno per il 50% della sua capacità.
- I coniglietti lattanti hanno un pH dello stomaco compreso tra 5 e 6,5. Il latte si caglia ed il coagulo viene digerito durante le 24 h che passano tra un pasto e l'altro.
- La lunga permanenza del latte nel tubo digerente non provoca alcuna infezione poiché i processi digestivi a carico del latte, provocano la formazione di una serie di acidi grassi che hanno funzione antimicrobica (olio dello stomaco o olio del latte).
- Tali acidi grassi non si formano se il coniglietto è alimentato con latte artificiale.

L'intestino crasso

E' costituito dall'intestino cieco e dal colon.

Negli animali erbivori monogastrici che con la dieta introducono elevate quantità di cellulosa, rappresenta un serbatoio di fermentazione analogo al rumine dei ruminanti.



Il comportamento alimentare



- Il “cecotrofo” è un materiale simile alle feci ed è costituito dal cibo parzialmente fermentato nel cieco e contiene numerosi microrganismi (ottima fonte proteica) e vitamine del complesso B. È rivestito di una membrana di muco che lo protegge dai succhi gastrici una volta che è stato ingerito.
- È prodotto da 3 a 8 ore dopo il consumo dell'alimento.

M.A.U.S

Management degli Animali Utilizzati nella Sperimentazione

CODICE INSEGNAMENTO: 467GG

Corso di Laurea in Tecniche di allevamento animale ed educazione cinofila

2,5 CFU lezioni frontali 0,5 CFU esercitazioni



1. Biologia ed etologia degli animali utilizzati a fini sperimentali (cavia, coniglio, criceto, topo, ratto, uccelli, anfibi, pesci). 9 h
2. Principi di «animal welfare» e linee guida per la stabulazione, la gestione della salute animale e l'igiene. 2 h
3. Stress, dolore e sofferenza nelle specie animali. 3 h
4. L'eutanasia e l'end point umanitario. 2 h
5. La regolamentazione della sperimentazione animale in Italia e le modalità di presentazione di progetti sperimentali. 2h
6. Le tre R ed il codice etico nel rapporto uomo animale. 2h
7. Corretta manipolazione degli animali e tecniche sperimentali di base. 2h
8. Principi di analgesia, anestesia e chirurgia degli animali utilizzati a fini sperimentali. 3h
9. ESERCITAZIONI riguardanti la manipolazione degli animali da laboratorio. 8h