

## Carboidrati strutturali

Nell'alimentazione del cane e del gatto i carboidrati strutturali, rappresentati da emicellulose, cellulosa, mucillagini, pectine e gomme (Tabella 2), sono una componente dietetica non trascurabile.

Infatti, pur non rivestendo il ruolo fondamentale svolto nei ruminanti anche nei piccoli animali la fibra esercita la propria funzione nutrizionale.

Tab. 2: *I carboidrati strutturali.*

CARBOIDRATI	
CARBOIDRATI STRUTTURALI	
PECTINE	Fermentazione microbica: AGV AZIONE DIETETICA
GOMME	
MUCILLAGINI	
EMICELLULOSE	
CELLULOSA	
LIGNINA	

In base alla classificazione chimica all'interno della fibra dietetica possiamo distinguere, in relazione alla capacità di essere solubili in acqua, due gruppi

- idrosolubili
  - pectine
  - gomme e mucillagini
  - galattomannani
- ⊗ non idrosolubili
  - cellulosa
  - β-glucani
  - emicellulose
  - lignina



### Fibra dietetica

**Sebbene non esista di per sé una necessità nutritiva di fibre alimentari, la presenza di una piccola quantità di fibra nella dieta per gli animali da compagnia è necessaria per un corretto funzionamento del tratto gastroenterico.**



Le fibre solubili determinano un aumento del contenuto gastrico e della viscosità di questo con quindi un ritardo nello svuotamento sia di questo comparto che di quello intestinale: il risultato sarà un abbassamento della glicemia e dell'insulinemia con risvolti positivi sull'obesità e sul diabete.

Tab. 3: *Tipi di fibre presenti nelle fonti alimentari.*

ALIMENTO	FIBRE
Cereali	Cellulosa, arabinosilani, β-glucani, esteri fenolici, lignina, polisaccaridi non cellulosolitici
Vegetali, frutta	Cellulosa, sostanze peptiche, xiloglucani, polisaccaridi non cellulosici, cutina, cere
Semi (leguminose)	Cellulosa, sostanze peptiche, xiloglucani, galattomannani, polisaccaridi non cellulosici
Additivi	Gomme, polisaccaridi algali, alginati, esteri di cellulosa, amidi modificati

Tab. 4: *Proprietà fisiche della fibra.*

PROPRIETA'	CONSEGUENZE FISILOGICHE	TIPI DI FIBRE	IMPLICAZIONI NUTRIZIONALI
Viscosità	Formazione di gel	Pectine Gomme β-glucani alcune emicellulose	↓ transito g.e. ↓ glicemia ↓ insulinemia
Capacità ritenzione idrica	↑ ritenzione idrica ↑ viscosità g.e. +++ attività microrg.	Pectine Gomme β-glucani alcune emicellulose	↓ transito g.e. alterati digestione ed assorbimento ↑ attività microrg.
Capacità legare molecole organiche	Interazione con acidi biliari ed enzimi digestivi	Pectine Gomme Lignina (cruscami, legumi)	↑ Escrezione fecale acidi biliari ↓ Processi digestivi
Granulometria	Rottura parete vegetale	Varie fonti (cruscami)	↑ superficie esposta attacco microbico-enzimatico
Degradazione microbica	Idrolisi polisaccaridi Produzione AGV Sviluppo microbico	Polisaccaridi (attività variabile in base alla solubilità e fermentescibilità)	↑ massa fecale Produzione AGV ↓ pH colon

#### PRINCIPALI FUNZIONI DELLA FIBRA

Cani e gatti non sono in grado di utilizzare direttamente la fibra presente nella dieta, ma a livello di intestino crasso possiedono una microflora, che aggredisce questa componente, dando vita a una fermentazione.

I prodotti di questa sono acidi grassi a catena breve (acidi acetico, propionico e butirrico), che vengono utilizzati dalle cellule epiteliali dell'intestino come fonte energetica. Questi acidi grassi inoltre svolgono un'utile azione trofica sulle cellule del cieco e del colon (aumento della proliferazione cellulare, altezza, spessore e profondità delle cripte).

La quantità di acidi prodotta è in stretta relazione con il tipo di fibre presenti nella dieta, il tempo di transito intestinale e l'assunzione di altri componenti dietetici.

- ì VOLUME DELLA RAZIONE
- ì CAPACITA' DI IDRATAZIONE
- ì SVUOTAMENTO GASTRICO
- ì VELOCITA' DI TRANSITO DEGLI ALIMENTI
- ↑ DIGESTIONE E ASSORBIMENTO DELLE SOSTANZE NUTRITIVE
- ì FUNZIONALITA' DEL TUBO DIGERENTE
- REGOLAZIONE DELLA MICROPOLAZIONE INTESTINALE

Fig. 7: *Funzioni della fibra.*

Tab. 5: *Tipi di fibre e loro caratteristiche.*

TIPO DI FIBRA	Solubilità	Fermentescibilità
Polpe di bietola	Bassa	Moderata
Cellulosa	Bassa	Bassa
Pula di riso	Bassa	Moderata
Gomma arabica	Alta	Moderata
Pectine	Bassa	Alta
Metilcellulosa	Alta	Bassa
Carruba	Alta	Bassa

Come evidenziato in Tabella 5 ogni tipo di fibra presenta una diversa solubilità e fermentescibilità; nei cani e nei gatti le fibre alimentari migliori, per le caratteristiche anatomico-fisiologiche proprie di questi animali, sono quelle moderatamente fermentescibili, che forniscono una quantità di acidi grassi a catena breve adeguata alla capacità di assorbimento della mucosa intestinale. Le fibre insolubili e a moderata fermentescibilità poi aumentando il volume della dieta, contribuiscono al senso di sazietà, mantengono normale il transito intestinale e favoriscono la motilità del tratto gastroenterico.

**Fonti.** I principali alimenti ricchi di fibre sono rappresentati:

- LEGUMI (fagioli, ceci, lenticchie, piselli);
- VERDURE (broccoli, carciofi, cavolfiori, verza, rape, melanzane, fagiolini, radicchio, zucchine, finocchi, pomodori);
- FRUTTA (fragole, mele, albicocche, banane, arance, mandarini)
- CEREALI (farina integrale, pane integrale).

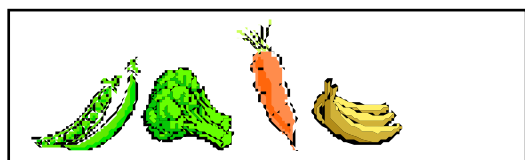


Fig. 8: *Alimenti ricchi di fibra.*

Tab. 6: *Contenuto medio di fibra in alcuni alimenti.*

PESO	ALIMENTI
< 1 g	Lattuga, pane, riso brillato
1-1.9 g	Pasta, pane integrale, riso non brillato, cavolfiori
2-2.9	Carote, banane
3-3.9	Piselli, lenticchie, mele, pere
4-4.9	Fave, fagioli
> 5 g	Cruscamì

**Fabbisogni.** Nel cane si può raggiungere il 5% della sostanza secca (S.S.) della razione, mentre nel gatto si arriva fino al 3% (Figura 9). Queste variazioni sono legate alle diverse situazioni dei soggetti presi in esame.



Fig. 9: *Fabbisogni di fibra in mantenimento.*

**Eccessi e carenze.** Le diverse situazioni fisiopatologiche potranno comportare un aumento (necessità di ridurre la concentrazione energetica della dieta) o una riduzione (aumento della concentrazione energetica della dieta)

dei

tenori di fibra.

La riduzione del quantitativo di fibra nella dieta si può attuare in occasione di soggetti particolarmente debilitati o defedati (es. gravi diarree), dove si vuole ridurre la velocità di transito intestinale per consentire il massimo utilizzo dei principi nutritivi presenti nella dieta. Di contro in caso di costipazione l'aumento del quantitativo di fibre può regolarizzare il transito intestinale.

L'aumento del quantitativo di fibre (quasi un eccesso) potrà essere utilizzato nel caso in cui il soggetto presenta una condizione corporea più che buona (soggetti grassi) o con soggetti obesi, proprio per l'azione di "sazietà" svolta da questo nutriente e per l'aumento del transito intestinale (diminuzione del tempo di assorbimento dei principi nutritivi).

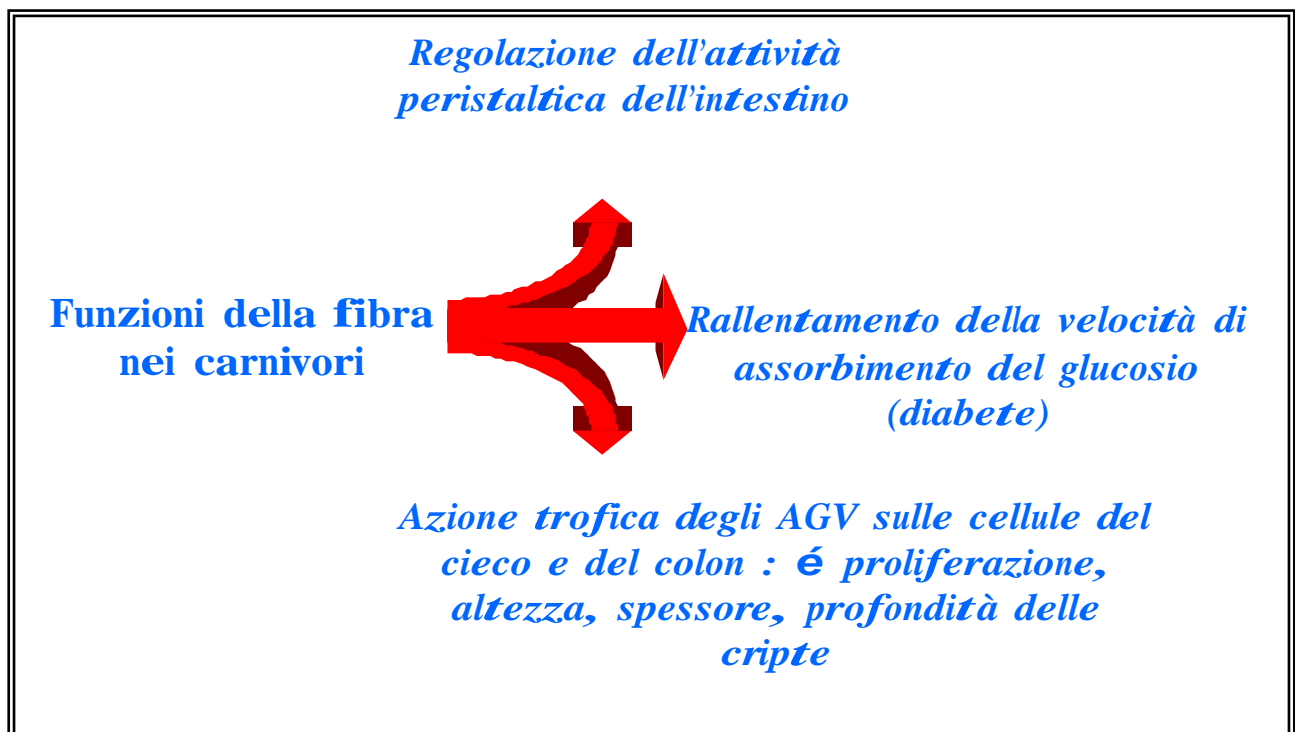


Fig. 10: *Funzioni della fibra a livello intestinale.*

## Carboidrati non strutturali

Tab. 7: *Carboidrati non strutturali.*

CARBOIDRATI	
<u>CARBOIDRATI NON STRUTTURALI</u>	
MONOSACCARIDI	Digestione enzimatica: glucosio ENERGIA
DISACCARIDI	
POLISACCARIDI	

I carboidrati riportati nella tabella sovrastante rappresentano una importante fonte energetica per il cane e per il gatto, forniscono infatti circa il 65% dell'energia, mentre i lipidi arrivano a 50%. Tuttavia il loro ruolo biologico nella dieta non è di importanza pari a quello di proteine e grassi.

CARBOIDRATI NON STRUTTURALI	
Zuccheri semplici	Monosaccaridi (glucosio) Disaccaridi (lattosio: < digeribilità nell'adulto)
Amido	Trattamenti: cottura, fioccatatura, estrusione Digeribilità: riso>frumento>mais>patata Quantità: riso crudo gatto: 6-8 g/kg PV 25-40% S.S. Cane: 12-15 g/kg PV 55-65% S.S.

Fig. 11: *Principali carboidrati utilizzati nel cane e nel gatto.*

**Fonti.** Gli zuccheri semplici possono essere utilizzati più facilmente rispetto a quelli complessi, sono infatti gli zuccheri cosiddetti di pronto utilizzo.

Gli zuccheri complessi o polisaccaridi sono rappresentati principalmente dell'amido, il cui impiego da parte del cane e del gatto prevede un certo tipo di trattamento, in quanto il corredo enzimatico di questi animali è carente. I trattamenti mangimistici come la fioccatatura o l'estrusione, la cottura consentono la rottura fisica dei legami chimici fra gli zuccheri costituenti la molecola dell'amido, rendendola in questo modo maggiormente "aggredibile" dagli enzimi e quindi assimilabile. Esiste comunque una digeribilità delle fonti: il riso per la sua costituzione chimica risulta sicuramente più digeribile rispetto al frumento, al mais e alla patata.

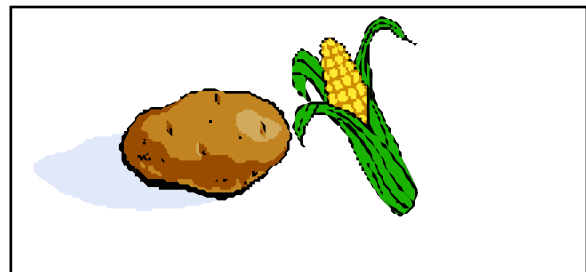


Fig. 12: *Fonti di carboidrati.*

**Fabbisogni.** Questi possono essere soddisfatti attraverso una sintesi endogena (vie glucogenetiche epatiche e renali) o attraverso l'assunzione alimentare.

Il cane soddisfa il proprio fabbisogno metabolico di glucosio tramite le vie glucogenetiche durante tutta la fase dello sviluppo e dell'età adulta, purché nella dieta siano presenti lipidi e proteine in quantità sufficienti. Bisogna però considerare che i

fabbisogni possono variare a seconda dello stato fisiologico del soggetto: è controverso l'impiego di dosi elevate di carboidrati in periodi metabolicamente intensi come la gestazione e l'allattamento. Durante la gravidanza e l'allattamento i fabbisogni della cagna e della gatta aumentano perché il glucosio è una delle fonti energetiche principali per lo sviluppo fetale e perché da questo zucchero parte la sintesi per il lattosio, il disaccaride del latte.

Da studi eseguiti è emerso che non è tanto il livello di carboidrati importante in questa fase quanto il livello e la qualità delle proteine. Quindi i carboidrati devono essere ridotti a fine gravidanza e in lattazione per dare spazio a proteine e grassi in queste fasi come in altre metabolicamente intense (es. caccia).

Questo ci dimostra come i carboidrati, da un punto di vista fisiologico, siano componenti essenziali, ma non indispensabili della dieta dei cani.

Rispetto al cane, il gatto possiede alcuni meccanismi particolari per il metabolismo dei carboidrati alimentari.

Il gatto è in grado di mantenere, come tutti i carnivori, dei livelli normoglicemici anche durante periodi prolungati di digiuno. La capacità di questa specie di mantenere normale i livelli della glicemia è legata ai suoi specifici meccanismi glucoeneticici. I gatti mantengono costante la gluconeogenesi, anzi questa addirittura aumenta nella fase immediatamente successiva al pasto (quando i carboidrati solubili

sono disponibili). Poiché l'organismo ha una capacità limitata di accumulare aminoacidi e la dieta carnivora contiene scarse quantità di carboidrati solubili, l'utilizzo immediato degli aminoacidi glucoeneticici per il mantenimento della glicemia costituisce un vantaggio rilevante. I carboidrati digeribili, oltre a costituire una fonte energetica per l'organismo (offrono circa 3.5 kcal/g), hanno anche un effetto di risparmio sulle proteine.

Gli animali si nutrono per soddisfare il proprio fabbisogno calorico, perciò l'organismo soddisfa le proprie necessità energetiche prima di utilizzare i nutrienti alimentari per altri scopi. Se l'apporto dietetico di carboidrati è adeguato, le proteine non vengono utilizzate a fini energetici e possono essere impiegate per la riparazione dei tessuti e per la crescita.

### **Eccessi e carenze.**

Una quantità eccessiva di carboidrati nella dieta comporta la creazione a livello intestinale di un pabulum adatto alla crescita di microrganismi acidofili (Gram+), con conseguente aumentata produzione di acido lattico e acidi grassi volatili, derivanti dalle fermentazioni intestinali anomale. Tutto questo porta ad una diminuzione del pH intestinale, creando un circolo vizioso che favorisce sempre più la crescita di questi microrganismi.

L'ambiente intestinale risente di questo squilibrio, come si può vedere dalla Figura 13, e l'animale manifesta lo stato di malessere con

una diarrea, per l'effetto osmotico degli zuccheri che sfuggono alla digestione.

L'organismo può accumulare solo una piccola parte di glicidi sotto forma di glicogeno, di conseguenza quando la quota di carboidrati presenti nella dieta supera il fabbisogno energetico dell'animale, la maggior parte dei glicidi sono trasformati in lipidi, depositati a loro volta come grasso corporeo ad alto contenuto energetico. Il consumo elevato di carboidrati alimentari può determinare l'aumento del grasso corporeo e condurre all'obesità.

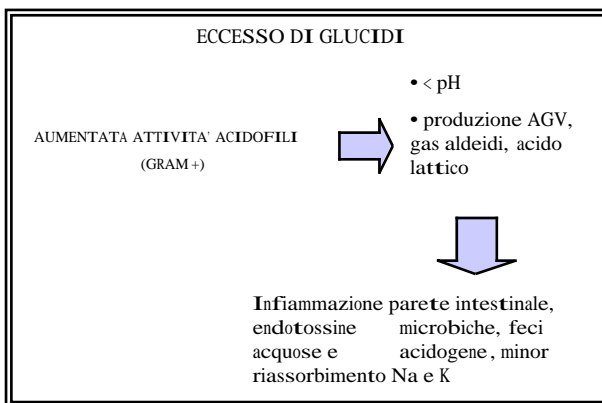


Fig. 13: *Eccesso di carboidrati nella dieta.*

Difficile è poter riscontrare una situazione di carenza dei soli carboidrati.

## Lipidi

I lipidi rappresentano una delle principali fonti energetiche della dieta di cane e gatto, per le loro caratteristiche la rendono maggiormente appetibile e digeribile.

I trigliceridi si distinguono come i principali lipidi alimentari. Chimicamente sono degli esteri, che si differenziano fra loro in base agli acidi grassi presenti.

In generale i trigliceridi dei grassi animali hanno una percentuale superiore di acidi grassi saturi rispetto ai grassi vegetali.

La maggior parte degli oli vegetali, fatta eccezione per l'olio di palma e di oliva, contengono l'80-90% di grassi insaturi, mentre quelli di origine animale hanno invece una percentuale di insaturazione del 50-60% (Tabella 8).

E' possibile formulare una composizione acidica ideale dei lipidi della dieta, devono essere presenti:

- ⊗ acidi grassi a lunga catena (contenuti nel lardo, strutto, sego, grasso di pollo)
- ⊗ acidi grassi a media e corta catena (presenti nell'olio di cocco, copra, palma)
- ⊗ acidi grassi essenziali (olio di pesce n-3, Poli Unsaturated Fatty Acids, PUFA).

Tab. 8: *Composizione e contenuto in acidi grassi*

GRASSO/ OLIO	ACIDI GRASSI INSATURI (%)	ACIDO LINOLEICO (%)	ACIDO ARACHIDONICO (%)
MAIALE (LARDO)	64.1	48.3	0.3-1.0
GRASSO DI POLLO	60.9	22.3	0.5-1.0
SEGO	52.4	4.3	0.0-0.2
OLIO DI PESCE	60.0	2.7	20.0-25.0
OLIO DI MAIS	87.7	55.4	--
OLIO DI NOCE DI COCCO	9.7	1.1	--
OLIO DI SEMI DI LINO	91.8	13.9	--
OLIO DI CARTAMO	89.5	72.7	--
BURRO	35.8	2.5	--

### Composizione acidica ideale del grasso della dieta

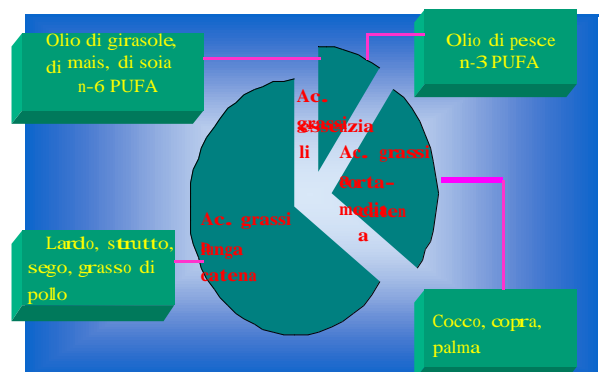


Fig. 14: *Composizione acidica ideale del grasso della dieta di un soggetto sportivo.*

Le varie proporzioni fra i diversi costituenti della quota lipidi saranno differenti in relazione all'età del soggetto, al suo stato fisiologico e al tipo di attività che svolge.

**Gli acidi grassi essenziali.** I lipidi nella dieta dei cani e dei gatti rappresentano la principale sorgente di acidi grassi essenziali (EFA, Essential Fatty Acids).

L'organismo presenta una richiesta fisiologica di due distinte famiglie di acidi grassi essenziali, la serie n-6 e la serie n-3. Capostipiti di queste due classi di acidi grassi polinsaturi a lunga catena necessari per il normale metabolismo sono:

- ACIDO LINOLEICO
- ACIDO ARACHIDONICO.

Il cane, come la maggior parte degli animali, assume queste sostanze con la dieta, ma possiede anche una produzione endogena. Il gatto invece non è in grado di sintetizzare l'acido arachidonico, poiché a livello epatico manca dell'enzima  $\delta$ -6-desaturasi e l'enzima  $\delta$ -5-desaturasi ha bassi livelli di attività.

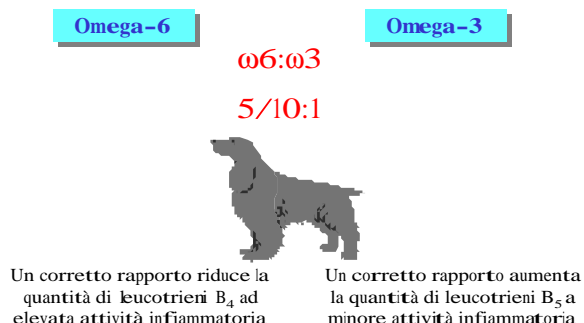


Fig. 15: *Rapporto ed effetti degli acidi grassi essenziali.*

#### RUOLO DEI GRASSI NELLA DIETA DEL GATTO

- Energia (2.5 > carboidrati, proteine)
- Acidi grassi essenziali (ac. linoleico, ac. arachidonico) \ prostaglandine, prostaciline
- Assorbimento vitamine liposolubili
- Struttura e trasporto membrane cellulari
- Trasmissione nervosa (mielina)
- Sintesi colesterolo \ acidi biliari, ormoni steroidei

Tab. 9: *Principali funzioni dei grassi nel gatto.*

Mentre il cane richiede la presenza del solo acido linoleico nella dieta, la dieta del gatto deve contenere sia acido linoleico che arachidonico. L'acido linoleico è essenziale per il mantenimento della funzionalità della cute, regolandone la permeabilità all'acqua. Esso è poi il precursore di numerose altre sostanze che intervengono nella crescita, nel mantenimento corretto delle membrane cellulari, della cute e del pelo, oltre al trasporto dei lipidi nel torrente ematico. L'acido arachidonico è indispensabile per le funzioni dipendenti dagli eicosanoidi, come funzione riproduttiva e aggregazione piastrinica.

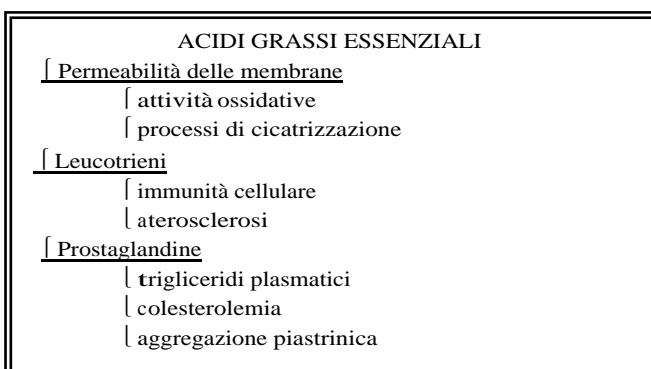


Fig. 16: *Principali funzioni degli acidi grassi.*

L'acido arachidonico e l'acido eicosapentaenoico (EPA) sono costituenti dei fosfolipidi delle membrane cellulari. Questi composti, quando si verificano danni cellulari vengono coinvolti nelle reazioni attivate dalle fosfolipasi di membrana.

Inoltre favoriscono la formazione dei leucotrieni e delle prostaglandine.

I leucotrieni e prostaglandine sono composti simili, derivanti dall'acido arachidonico. I primi intervengono nei processi difensivi: sono molto più efficienti dell'istamina nel provocare la dilatazione e aumentare la permeabilità capillare. I leucotrieni insieme alle prostaglandine, molecole dotate di molteplici attività, regolano il metabolismo di diversi composti lipidici: trigliceridi e colesterolo.

Questi enzimi determinano il rilascio di acidi grassi a 20 atomi di carbonio dallo strato fosfolipidico delle membrane cellulari, soprattutto di cute, tratto gastroenterico e respiratorio.

Questi acidi grassi vengono attaccati da ciclossigenasi e lipossigenasi con la formazione di diverse classi di composti,

I composti derivanti dall'acido arachidonico sono dei pro infiammatori, aggreganti, trombotici e immunosoppressivi, mentre quelli derivanti dell'EPA hanno funzione diametralmente opposta, sono infatti dei validi antiinfiammatori, antiaggreganti vasodilatatori e non sono immunosoppressivi.

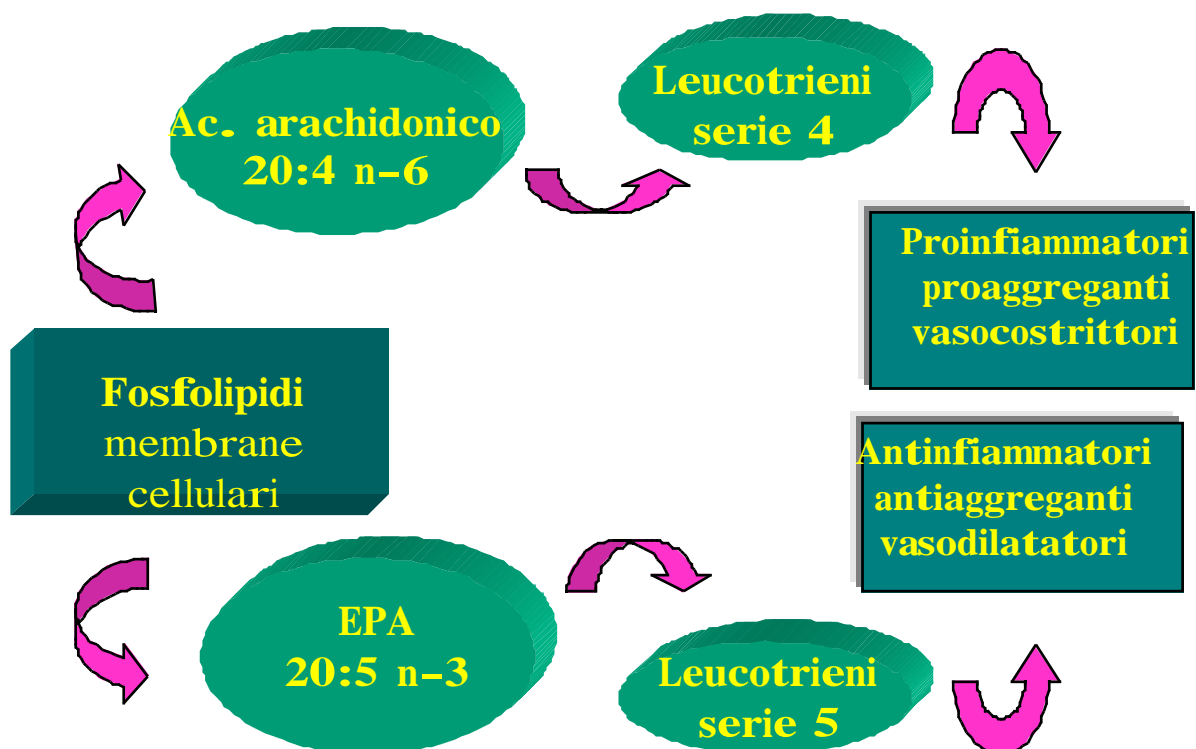


Fig. 17: Cascata infiammatoria.

Tab. 10: *Rapporti dietetici  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3, e percentuale di  $\omega$ -6,  $\omega$ -3, acido linoleico.*

$\omega$ -6: $\omega$ -3	$\omega$ -6 (% ac. grassi)	$\omega$ -3 (% ac. grassi)	Ac. linoleico (% E.M.)
5 : 1	18.1	3.4	8.27
10 : 1	18.7	1.8	8.55
25 : 1	19.3	0.8	8.82

Tab. 11: *Alimenti fonti di acidi grassi  $\omega$ -3.*

FONTE	ACIDO GRASSO
Oli di pesce	12-15% eicosapentaenoico (20:5 n-3) 8-10% docosaesaenoico (22:6 n-3)
Oli vegetali	
• lino	57% $\alpha$ linolenico (18:3 n-3)
• canola	8% $\alpha$ linolenico (18:3 n-3)
• soia	7% $\alpha$ linolenico (18:3 n-3)

Tab. 12: *Alimenti fonti di acidi grassi  $\omega$ -6.*

FONTE	ACIDO GRASSO (18:3 n-6)
Olio di mais	70% ac. linolenico
Olio di girasole	69% ac. linolenico
Olio di cotone	54% ac. linolenico
Olio di soia	54% ac. linolenico
Grasso di pollo	16% ac. linolenico
Grasso di maiale	15% ac. linolenico

**Coniugati Acido Linoleico (CLA).** Questi sono altri acidi grassi, di recente valutazione per gli effetti che questi esercitano su

- ripartizione energia
- stimolazione del sistema immunitario
- protezione aterosclerosi
- effetti tossici su cellule tumorali.

**Fabbisogni.** Il fabbisogno di lipidi nei cani e nei gatti è correlato alla necessità di acidi grassi essenziali e alla densità calorica della dieta. I

lipidi forniscono circa 8.5 kcal/g di Energia Metabolizzabile. I lipidi non hanno soltanto un elevato contenuto energetico, ma costituiscono un alimento molto digeribile (nei cibi di alta qualità è superiore al 90%). Per questi motivi il contenuto dei lipidi nella dieta incrementa la densità calorica.

I periodi a più alto fabbisogno energetico sono: la crescita, la gestazione, l'allattamento e lo sforzo fisico prolungato.

Tab. 13: *Fabbisogni di lipidi nel cane e nel gatto.*

<b>Fabbisogni minimi di lipidi nel cane e nel gatto</b>				
	<b>Cane<sup>1</sup></b>		<b>Gatto<sup>2</sup></b>	
	<b>Crescita e riprod.</b>	<b>Adulto manten.</b>	<b>Crescita e riprod.</b>	<b>Adulto manten.</b>
<b>LG, % SS</b>	<b>8.0</b>	<b>5.0</b>	<b>9.0</b>	<b>9.0</b>
<b>Ac. linoleico, % SS</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>

<sup>1</sup> Energia presunta della dieta = 3500 kcal EM/kg SS

<sup>2</sup> Energia presunta della dieta = 4000 kcal EM/kg SS

AAFCO, 2000

**Eccessi e carenze.** La maggior parte dei cani e dei gatti ha uno stile di vita relativamente sedentario e non ha dunque bisogno di cibi ad elevato contenuto calorico.

Gli alimenti ricchi di lipidi possono soddisfare le necessità nutrizionali e garantire condizioni di salute ottimali. Tuttavia gli animali sedentari possono presentare la tendenza a consumare quantità eccessive a causa della loro elevata appetibilità e manifestare una tendenza all'obesità.

Sia cani che gatti sono in grado di digerire e assimilare diete ad alto tenore lipidico, ma l'ingestione di lipidi in quantità superiori alle possibilità di digestione e di assorbimento dell'apparato gastroenterico provoca steatorrea e diarrea.

Se l'alimentazione è ricca di lipidi, ma carente per quanto concerne gli altri nutrienti, in rapporto alla densità energetica, si possono verificare carenze di altri nutrienti. In particolare livelli eccessivi di acidi grassi polinsaturi nella dieta provocano un aumento del fabbisogno di vitamina E dell'animale. Poiché questa vitamina viene ossidata dagli acidi grassi insaturi, essa svolge nell'organismo il compito antiossidante, proteggendo dalla perossidazione i fosfolipidi delle membrane cellulari. In questo evento la vitamina E viene distrutta, perciò un aumento degli acidi grassi insaturi nella dieta determina un parallelo aumento del fabbisogno di vitamina E.

Nei gatti una dieta ricca di acidi grassi insaturi, ma povera di vitamina E è responsabile della malattia definita pansteatite o malattia del fegato giallo.

Una dieta con un basso quantitativo di lipidi può determinare sia una carenza energetica che una carenza in acidi grassi essenziali.

Il contenuto di lipidi influenza l'appetibilità della dieta, una diminuzione, sotto un certo livello, dei grassi determina una riduzione del gradimento e della appetibilità della dieta.

Tab. 14: *Effetti della riduzione di lipidi nella dieta di cani e gatti.*

RIDUZIONE APPORTO DI LIPIDI DELLA DIETA	
	Concentrazione energetica
	Appetibilità
	CARENZA ACIDI GRASSI ESSENZIALI:
	scarsa conservazione degli alimenti (irrancidimento: associate carenze vitamine D, E, biotina)
	conseguenze di pancreatiti, epatiti, malassorbimento
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• crescita ritardata</li> <li>• perdita di peso</li> <li>• alterazioni attività produttiva</li> <li>• alterazioni cutanee e del pelo</li> </ul>

Una carenza, invece, degli acidi grassi essenziali comporta la comparsa di alterazioni a livello cutaneo, interessanti sia la cute che il pelo. Queste sostanze intervengono infatti nel mantenimento sia della barriera epidermica che nella velocità di ricambio delle cellule cutanee. Diete carenti di questa componente somministrate a soggetti giovani possono determinare ritardi nell'accrescimento.

Carenza di acidi grassi essenziali	
<input checked="" type="checkbox"/>	Alterazioni cutanee pelo secco, opaco, maggior rischio di infezioni desquamazione epidermica, essudazione interdigitale otite esterna
<input checked="" type="checkbox"/>	Ritardi di crescita
<input checked="" type="checkbox"/>	Alterazioni coagulazione del sangue
<input checked="" type="checkbox"/>	Riduzione difese immunitarie

Fig. 18: *Carenze di acidi grassi essenziali*

Le carenze di acidi grassi insaturi sono abbastanza rare nei cani e nei gatti e necessitano di un lasso di tempo per manifestarsi. La loro comparsa è legata ad una alimentazione con diete mal formulate o con cibi conservati in modo scorretto.

Le diete in genere contengono un quantitativo adeguato di questi acidi, ma l'esposizione per lunghi periodi a temperature ambientali elevate o all'umidità può consentire l'ossidazione degli acidi grassi essenziali.

Tab. 15: *Irrancidimento dei lipidi nella dieta.*

CONSEGUENZE DELL'IRRANCIDIMENTO	
—	<u>Alterazioni organolettiche</u> Odore di pesce (< appetibilità) Alterazione colore
—	<u>Turbe digestive</u> Intolleranze, diarree
—	<u>Riduzione del valore nutritivo</u> < AGE < vitamine (A, E, B, H) < AA essenziali (lisina, metionina)
—	<u>Alterazione delle membrane</u> Cellulari (emolisi, emorragie, diatesi essudativa) Subcellulari (mitocondri, < ATP)
—	<u>Inibizione degli enzimi del ciclo di Krebs</u>
⇒	
MALATTIA DEL GRASSO GIALLO DISTROFIA MUSCOLARE DEGENERAZIONE EPATICA, PANCREATICA, RENALE	

Tab. 16: *Gli antiossidanti.*

ANTIOSSIDANTI
• Vitamina E (0.6 mg/g; 2 mg/g Ac. Linoleico)
• BHA (150 ppm)
• BHT (150 ppm)
• Gallato di propile, octile dodecile (100 ppm)
• PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub>
• Vitamina C
• Etossichina (150 ppm)

## Proteine

Un apporto alimentare costante di proteine è necessario per i normali processi metabolici e per provvedere al mantenimento e alla crescita tissutale.

A livello tissutale e cellulare non importa se gli aminoacidi presenti siano sintetizzati dall'organismo, assunti con la dieta come unità aminoacidiche singole oppure come proteine intatte. L'organismo non ha un fabbisogno di proteine come tali, ma esige determinati aminoacidi e un certo livello di azoto. Necessita in particolare dei cosiddetti *aminoacidi essenziali*, quelli che non è in grado di produrre e deve assumere obbligatoriamente con la dieta (Tabella 17).

Per il gatto il discorso si complica ulteriormente, infatti questa specie ha necessità particolari per quanto riguarda la taurina.

Tab. 17: *Aminoacidi essenziali e non in cane e gatto.*

AMINOACIDI ESSENZIALI	AMINOACIDI NON ESSENZIALI
• Arginina	• Alanina
• Istidina	• Aspargina
• Isoleucina	• Acido aspartico
• Leucina	• Cisteina
• Lisina	• Acido glutammico
• Metionina	• Glutammina
• Fenilalanina	• Glicina
• Triptofano	• Idrossiprolina
• Treonina	• Prolina
• Valina	• Serina
• Taurina (solo per i gatti)	• Tirosina

Gli aminoacidi derivati dalle proteine della dieta possono essere metabolizzati a scopo energetico. L'energia totale fornita dagli aminoacidi è di 5.65 kcal/g. Se si prendono in considerazione le perdite fecali e urinarie, l'energia metabolizzabile delle proteine nelle diete dei cani e dei gatti si riduce all'incirca a 3.5 kcal/g.

Gli animali sono incapaci di immagazzinare gli aminoacidi in eccesso: questi vengono impiegati direttamente a fini energetici oppure sono convertiti in glicogeno o in lipidi per l'accumulo di energia.

Una funzione ausiliaria delle proteine nella dieta è quella di contribuire al sapore dell'alimento; la cottura delle proteine alimentari in presenza di carboidrati e lipidi dà origine a sapori differenti. In generale l'aumento del contenuto proteico di un alimento ne accentua il sapore e la gradevolezza.

**Fabbisogni.** Il fabbisogno proteico di un animale è definito come il minimo apporto dietetico di proteine che permette un rendimento ottimale. Bilancio azotato e velocità di crescita influenzano il fabbisogno proteico nei cani e nei gatti.

**Bilancio azotato = assunzione di azoto – perdite di azoto con le urine e le feci.**

Tab. 18: *Fabbisogni proteici nel cane e nel gatto.*

**Fabbisogni minimi di proteine nel cane e nel gatto**

	Cane <sup>1</sup>		Gatto <sup>2</sup>	
	Crescita e riprod.	Adulto manten.	Crescita e riprod.	Adulto manten.
PG, % SS	22	18	30	26
Lisina, % SS	0.77	0.63	1.20	0.83
Met. + Cis, % SS	0.53	0.43	1.10	1.10

<sup>1</sup> Energia presunta della dieta = 3500 kcal EM/kg SS

<sup>2</sup> Energia presunta della dieta = 4000 kcal AAFCO, 2000 EM/kg SS

Il fabbisogno proteico per cani e gatti è di difficile determinazione, in quanto molteplici fattori possono influenzare le necessità proteiche di un singolo animale. Esistono fattori di tipo dietetico (Tabella 19), ma non solo questi possono incidere sul fabbisogno proteico.

Il tipo di attività fisica, la situazione fisiologica e lo stato nutrizionale precedente infatti sono altri aspetti da non sottovalutare.

Tab. 19: *Fabbisogno proteico, alcune influenze.*

<b>FATTORI CHE INFLUENZANO IL FABBISOGNO PROTEICO</b>	
• Qualità delle proteine	Con l'aumento della qualità delle proteine, il fabbisogno proteico diminuisce.
• Composizione aminoacidica	Con il miglioramento della composizione aminoacidica, il fabbisogno proteico diminuisce.
• Digeribilità	Con l'aumento della digeribilità delle proteine, il fabbisogno diminuisce.
• Apporto energetico	Con l'aumento del valore energetico della dieta, il fabbisogno di proteine in percentuale nella dieta aumenta.

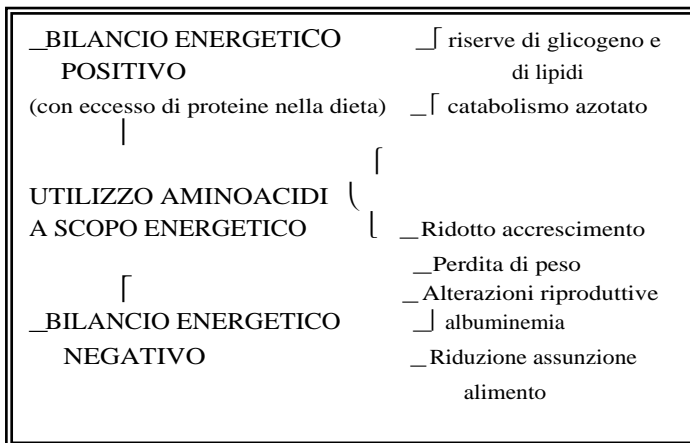
Tab. 20: *Valore biologico della proteina nelle materie prime più comunemente utilizzate nella dieta dei carnivori.*

MATERIE PRIME	VALORE BIOLOGICO
Uova	100
Pesce	92
Latte*	92
Fegato	79
Manzo	78
Caseina	78
Caseina + metionina	100
Soia f. e.	67
Farina di carne	50 (variabile)
Orzo	48
Mais	45

**Valore biologico:** % di proteina assorbita che rimane nell'organismo; esso misura la capacità dell'organismo di trasformare gli aminoacidi assorbiti in tessuti corporei.

**Eccessi e carenze.** Le proteine in eccesso possono essere utilizzate per le riserve proteiche, che consentono all'animale di affrontare le modificazioni indotte da stress e infezioni. Le proteine alimentari in eccesso possono essere utilizzate:

1. Se il bilancio energetico è pari a zero, sono impiegate come fonte energetica.
2. Se il bilancio energetico è positivo, sono metabolizzate in lipidi per i depositi energetici corporei (a differenza dei carboidrati e i lipidi, gli aminoacidi non possono essere accumulati nell'organismo per un utilizzo successivo).



Un deficit proteico generalmente si manifesta con un deficit energetico ed è rapportabile ad una situazione definita malnutrizione proteico / calorica. L'animale risulta così letargico, con una minore efficienza dei processi digestivi e una ridotta resistenza alle infezioni. I livelli di proteine plasmatiche diminuiscono in casi di deficit prolungati e possono favorire l'insorgenza di edemi e ascite.

Fig. 19: *Relazione assunzione proteine / energia.*

Cane e gatto possono metabolizzare le proteine in eccesso, producendo urea che viene escreta con le urine. Attenzione non esistono prove conclusive che l'apporto proteico possa realmente contribuire allo sviluppo di una disfunzione renale negli animali sani. Per soggetti con una preesistente compromissione renale una dieta ricca di proteine può ulteriormente complicare la situazione. Errore commesso spesso nella pratica quotidiana è quello di diminuire l'apporto proteico nei soggetti anziani.

Cani e gatti in età avanzata devono ricevere un apporto adeguato di proteine di alta qualità, per minimizzare le perdite delle riserve proteiche corporee e per soddisfare il fabbisogno dell'organismo per il mantenimento.

I segni di deficit proteico comprendono:

- ritardo nella crescita nei soggetti giovani e perdita di peso;
- ridotta capacità riproduttiva;
- ridotto rendimento atletico nei soggetti adulti.

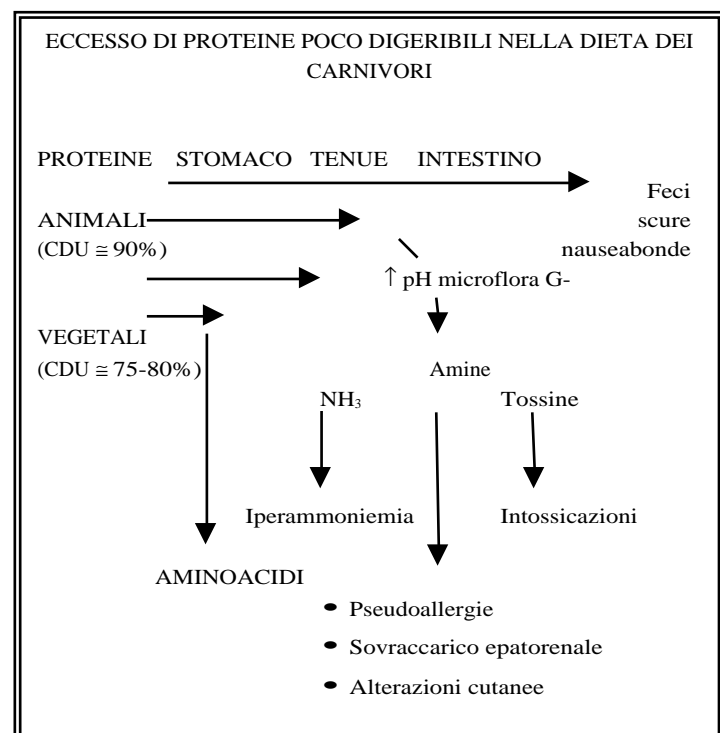


Fig. 20: *Eccesso di proteine.*

La situazione di carenza è un'evenienza infrequente nei nostri animali da compagnia. Un deficit proteico si instaura quando il proprietario cerca di risparmiare, alimentando gli animali con razioni di scarsa qualità e sbilanciate durante i periodi di elevato fabbisogno nutritivo (gravidanza, allattamento). I gatti nutriti con alimenti per cani ricchi di cereali, che contengono inadeguati livelli di

proteine, sono a rischio per lo sviluppo di un deficit proteico e/o di taurina.

## **AMINOACIDI ESSENZIALI**

### **Arginina e particolarità metaboliche.**

L'arginina di per se stessa non rappresenta un aminoacido essenziale per la maggior parte degli animali, tuttavia per il cane e il gatto riveste un'importanza particolare. L'arginina è necessaria per la sintesi proteica e come componente indispensabile del ciclo dell'urea, nel quale è il precursore dell'ornitina e un intermedio del ciclo.

L'assenza di arginina nella dieta provoca infatti iperammonemia, con sintomi clinici quali vomito, spasmi muscolari, atassia, iperestesia e spasmi tetanici, con conseguente coma e morte dell'animale.

Le principali ragioni della sensibilità del gatto sono date dalla sua incapacità di sintetizzare ex novo l'ornitina, precursore dell'arginina all'interno del ciclo dell'urea. Inoltre questo carnivoro possiede basse attività di un enzima fondamentale quale l'ornitina aminottransferasi; pertanto non soltanto non è in grado di sintetizzare l'ornitina, ma è anche incapace di sintetizzare l'arginina dall'ornitina nei tessuti extraepatici, anche nel caso venga fornita dalla dieta.

Anche il cane in crescita presenta un fabbisogno dietetico di arginina, ma la sua risposta ad una dieta carente non è così grave come quella osservata nel gattino.

### **Lisina e Triptofano.**

Il fabbisogno dietetico di lisina per cani in crescita aumenta proporzionalmente con il livello di proteine totali della dieta. Questo fatto è estremamente importante poiché la lisina è spesso il primo aminoacido limitante nei cibi per cani a base di cereali. Inoltre, la lisina presente negli alimenti è sensibile ad alcuni trattamenti: l'esposizione al calore eccessivo determina la formazione di legami crociati fra gli aminoacidi, causando una diminuzione della digeribilità delle proteine totali della razione.

Anche il triptofano è un aminoacido limitante presente nelle proteine dei cereali può svolgere un'azione simile. Tuttavia i derivati della carne ne contengono una quantità adeguata di entrambi. Per questo l'associazione delle proteine della carne con quelle dei cereali in un cibo per gli animali da compagnia assicura, con adeguati metodi di lavorazione, che le razioni contengano un livello sufficiente di lisina disponibile.

### **Aminoacidi solforati: metionina e cisteina.**

La metionina è un aminoacido essenziale per il cane e per il gatto, mentre la cisteina non lo è. Tuttavia, poiché la metionina è utilizzata dall'organismo per la sintesi della cisteina, circa la metà del fabbisogno può essere soddisfatta da livelli adeguati di cisteina.

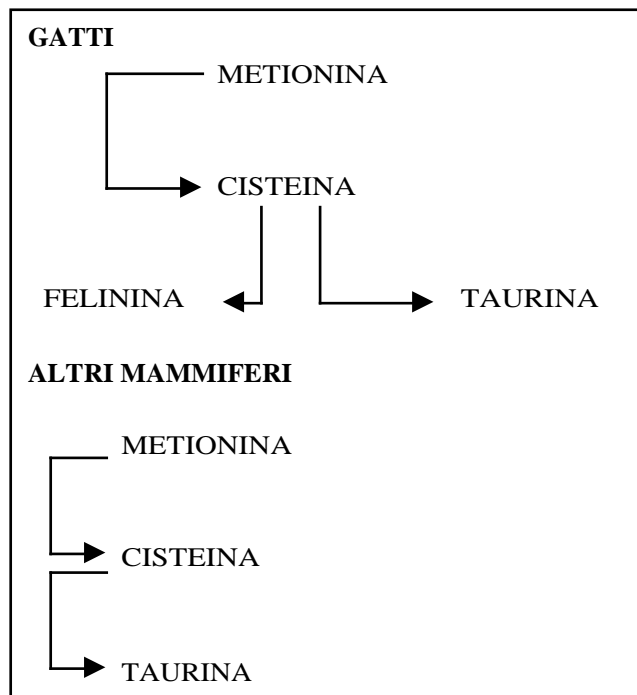


Fig. 21: *Metabolismo biochimico di metionina e cisteina.*

E' meglio parlare di un *fabbisogno totale di SSA* per questi animali piuttosto che di una necessità specifica di metionina. Nel gatto il fabbisogno è maggiore (Tabella 19) per numerosi fattori.

Il gatto è l'unico animale a produrre *felinina*, composto sintetizzato a partire dalla cisteina ed escreto nelle urine (max concentrazione nelle urine del gatto maschio adulto e sano). Il suo ruolo è sconosciuto, ma si pensa che questo componente sia coinvolto nella marcatura del territorio o nella regolazione del metabolismo degli steroli. Altre ragioni di questo elevato fabbisogno di SSA del gatto sono le necessità del gatto di mantenere il pelo folto, nonché il livello elevato delle reazioni di metilazione necessarie per la sintesi di fosfolipidi,

necessari per l'assorbimento e il trasporto di notevoli quantità di lipidi.

### **La taurina e il gatto.**

La taurina è un  $\beta$ -aminoacido solforato peculiare, che non è incorporato nelle proteine, ma che si trova libero nei tessuti. Nella maggior parte dei mammiferi, la taurina è sintetizzata a partire dalla metionina e dalla cisteina nel corso del normale metabolismo degli aminoacidi. Il miocardio e la retina contengono elevate quantità di taurina libera: questo aminoacido è coinvolto in diversi metabolismi e riveste un ruolo fondamentale nella coniugazione degli acidi biliari, nel funzionamento della retina e del miocardio. La taurina è poi necessaria per la normale attività riproduttiva della gatta. Questa specie è in grado di sintetizzare soltanto piccole quantità di taurina. L'incapacità è la conseguenza della bassa attività dell'enzima cistein-acido sulfinico decarbossilasi. Nel gatto poi esiste una via metabolica competitiva, che porta alla sintesi di piruvato al posto della taurina a partire dalla metionina e dalla cisteina.

Il fabbisogno dietetico di taurina nel gatto dipende da una certa misura dal livello di aminoacidi solforati nella dieta: questo aumenta quando il livello di aminoacidi solforati scende al di sotto 1.55%. Da pubblicazioni recenti è emerso come sia utile aggiungere il "fattore di sicurezza" ai fabbisogni per avere

- 1000 mg/kg in diete a base di alimenti secchi
- 2500 mg/kg nelle diete umide.

Carenze di taurina nel gatto possono portare a miocardiopatia dilatativa.  
 degenerazione centrale della retina e a

Tab. 21: *Contenuto di taurina nei cibi (mg/kg sul tal quale).*

CIBO	CRUDO MEDIA	CRUDO MIN - MAX	COTTO O LAVORATO MEDIA (**)	COTTO O LAVORATO MIN - MAX (**)
MAMMIFERI				
MUSCOLO	444	150-690	203	96-390
FEGATO	181	110-270	113	68-184
RENI	232	128-440	146	81-290
VOLATILI				
MUSCOLO	337	300-380	229	140-310
FAR. di FRATTAGLIE	---	---	969	962-975
MERLUZZO	314	233-396	294	260-328
TONNO IN				
LATTINA (Acqua)	---	---	681	329-1004
LATTINA (Olio)	---	---	572	440-588
MOLLUSCHI	2400	1450-3700	1017	587-1700
UOVA (in polvere)	---	---	57	---
LATTE	151	104-200	---	---
FAR. di Estr. SOIA	---	---	Tracce	---

(\*\*) La cottura riduce generalmente il contenuto di taurina nei cibi del 50% circa rispetto ai valori sopraindicati, a meno di lasciare i cibi nel loro liquido di cottura.

## Vitamine

### **Vitamine liposolubili.**

**Vitamina A.** Tutte le vitamina A originano dai carotenoidi, sintetizzati dalle cellule vegetali. Queste molecole sono pigmenti di colore rosso scuro, responsabili del colore giallo arancione di molte piante. Carote e patate dolci ne contengono quantità elevate, nei vegetali di colore scuro i carotenoidi sono mascherati dalla clorofilla. I prodotti di origine animale non contengono i carotenoidi, ma la vitamina A attiva. Gli alimenti più ricchi sono gli oli di fegato di pesce, ma è presente anche nel latte, fegato e tuorlo d'uovo.

Il cane possiede tutto il corredo enzimatico per l'utilizzo e l'attivazione di queste molecole a livello intestinale ; il gatto invece è gravemente deficitario dell'enzima responsabile della scissione del  $\beta$ -carotene, deve quindi assumere con la dieta la forma attiva.

**Vitamina D.** La vitamina D<sub>2</sub> presente nei tessuti vegetali non interessa cane e gatto come la vitamina D<sub>3</sub>, che è sintetizzata dall'organismo quando il 7- deidrocolesterolo, un composto presente nella cute, viene esposto alla luce del sole. Oltre alla sintesi a livello cutaneo, questa vitamina può essere ottenuta con l'assunzione alimentare di prodotti animali contenenti il colecalciferolo. Le fonti alimentari sono numerose, le quantità non sono rilevanti ; gli alimenti più ricchi sono il tuorlo d'uovo, il fegato e alcuni pesci.

L'olio di fegato di merluzzo rappresenta la fonte più ricca di questo composto attivo.

**Vitamina E.** La principale funzione di questa vitamina, presente sia negli alimenti che nell'organismo, è quella di potente agente antiossidante. Gli acidi grassi insaturi presenti nel cibo e nei lipidi delle membrane cellulari sono molto vulnerabili al danno ossidativo (perossidazione : irrancidimento negli alimenti, danno funzionale alle membrane), ma anche la vitamina A e gli aminoacidi solforati.

Le fonti alimentari ricche di tocoferolo sono i germi di grano e l'olio di mais, i semi di cotone, di soia e di girasole. Il contenuto di vitamina E di un olio aumenta in parallelo alla concentrazione di acido linoleico.

Nel tuorlo d'uovo, nel latte e nei prodotti caseari sono presenti dei quantitativi minimi.

**Vitamina K.** La vitamina K<sub>1</sub> (fillochinone) si trova nelle verdure verdi, mentre la vitamina K<sub>2</sub> (menachinone) è sintetizzata dai batteri del colon. Come tutti gli animali anche cane e gatto hanno una necessità metabolica di vitamina K per il suo ruolo nel processo di coagulazione del sangue.

La vitamina K si trova nelle verdure verdi a foglia (spinaci, cavolo verde, cavolfiore), negli alimenti di origine animale (fegato, uovo e farni di pesce).

La sintesi di vitamina K da parte dei batteri del colon di cane e gatto può contribuire almeno in parte alle richieste giornaliere di questo

composto. L'apporto alimentare diviene perciò fondamentale soltanto nel caso in cui la popolazione batterica intestinale sia stata decimata (trattamento antibiotico) oppure quando esistano interferenze con l'assorbimento o l'utilizzo della vitamina K batterica.

Tab. 22: Vitamine liposolubili.

VITAMINA	LIVELLI CONSIGLIATI	CARENZA	ECCESSO	FONTI NATURALI
Vit. A	5000 U. I. / kg	Infertilità, crescita rallentata, disturbi visivi, dermatosi	Anoressia, dimagrimento, iperestesia, spondilartrosi	Olio di fegato di pesce, latte, fegato, tuorlo d'uovo
Vit. D	500 U. I. / kg	Rachitismo, osteomalacia, iperparatiroidismo sec.	Ipercalcemia, calcificazioni eterotopiche	Olio di fegato di pesce, fegato, tuorlo d'uovo
Vit. E	50-80 mg / kg	Infertilità, distrofia muscolare, atrofia retinica, pancreatite, ↓ risp. Immunitaria	Nessuna tossicità	Germe frumento, grano, oleaginose
Vit. K	--	↑ tempo coagulazione, emorragie	Nessuna Tossicità	Verdure, fegato, farina di pesce

### Vitamine idrosolubili.

**Tiamina.** Chiamata anche vitamina B<sub>1</sub> è un componente fondamentale del coenzima tiamina pirofosfato. Questo interviene nel metabolismo dei carboidrati e è il loro quantitativo nella dieta ad influenzare il fabbisogno di tiamina.

Le fonti naturali di tiamina comprendono carne suina magra, manzo, fegato, germi di grano, cereali integrali, legumi.

Benché sia presente negli alimenti, la tiamina è una vitamina termolabile e perciò rapidamente distrutta dal trattamento termico impiegato nella lavorazione di molti cibi per cani e gatti.

**Riboflavina.** Denominata anche vitamina B<sub>2</sub> è così chiamata per il colore giallo dello zucchero semplici D-ribosio. E' relativamente stabile al trattamento termico impiegato nelle lavorazioni, ma è sensibile all'esposizione diretta alla luce e all'irraggiamento.

Le fonti alimentari di questa vitamina comprendono il latte, le frattaglie, i cereali integrali e le verdure. Inoltre, la sintesi microbica di riboflavina avviene a livello di intestino crasso della maggior parte degli animali. La quantità di vitamina sintetizzata sembra dipendere sia dalla specie animale che dal livello di carboidrati presenti nella dieta.

Tab. 23: Vitamine idrosolubili.

VITAMINA	DOSI (mg /kg)			CARENZA	ECESSO	FONTI ALIMENTARI	
	Cane	Gatto					
	Peso vivo/die	Dieta	Dieta				
Tiamina	0.02	1	5	Alterazioni del SNC, anoressia, dimagrimento	Non è tossica	Carne, germe di grano	
Riboflavina	0.1	2.2	4	Alterazioni del SNC, dermatiti	Non è tossica	Latte, frattaglie, verdure	
Niacina	0.25	11	40	Malattia della lingua nera	Non è tossica	Carne, legumi, granaglie	
Piridossina	0.02	1	4	Anemia microcitica ipocromica	Non rilevato	Frattaglie, pesce, germe di grano	
Acido pantotenico	0.22	10	5	Anoressia, dimagrimento	Non rilevato	Fegato, rene, legumi, prodotti caseari	
Biotina	0.002	0.1	0.07	Dermatite	Non è tossica	Uova, fegato, latte, legumi	
Acido folico (pteroilglutam- mico)	0.004	0.18	0.8	Anemia, leucopenia	Non è tossico	Fegato, rene, vegetali in foglie	
Cobalamina	0.0005	0.02	0.02	Anemia	Non è tossica	Carne, pesce, pollame	
Colina	26	1200	2000	Disfunzioni neurologiche, fegato grasso	Diarrea	Tuorlo d'uovo, frattaglie, legumi, prodotti caseari	
Vit. C				Non è richiesta da cani e gatti	Non è tossica	Agrumi, vegetali a foglie scure	

**Niacina.** Questa vitamina è strettamente correlata alla riboflavina. Dopo l'assorbimento la niacina è rapidamente convertita nella forma metabolicamente attiva, la nicotinamide. Alimenti ad alto contenuto di niacina sono la carne, i legumi e i cereali. Mentre la niacina presenti nei vegetali essendo legata è inutilizzabile per l'assorbimento, quella presente negli alimenti di origine animale è libera e disponibile. La maggior parte degli animali, oltre ad assumere la nicina con la dieta è in grado di sintetizzarla come prodotto terminale del metabolismo del triptofano, aminoacido essenziale.

I cani sono in grado di seguire questa via metabolica, mentre i gatti, non potendo operare questa sintesi dipendono interamente dalla dieta.

**Piridossina.** La vitamina B<sub>6</sub> presenta una stretta correlazione con le proteine della dieta.

La piridossina si riscontra nelle frattaglie, nel pesce, nei germi di grano e nei cereali interi.

**Acido pantotenico.** Questo è presente in tutti gli alimenti, quelli più ricchi sono le frattaglie come il fegato e il rene, il tuorlo d'uovo, i prodotti caseari e i legumi.

**Biotina.** Questa vitamina è presente in diversi cibi, ma diversa è la sua biodisponibilità. Le uova

sono una fonte molto ricca, ma l'albume contiene una sostanza l'avidina, che lega la biotina e non la rende disponibile per l'assorbimento. Altre fonti sono il fegato, il latte, i legumi e le noci. I batteri intestinali sono in grado di sintetizzare la biotina e si ritiene che il fabbisogno in questo modo possa essere in gran parte soddisfatto.

**Acido folico.** Le fonti alimentari più note sono le verdure verdi a foglia e le fragole, come il fegato e il rene. Anche per questo composto esiste una sintesi a livello intestinale nei nostri animali.

**Cobalamina.** Questa è detta anche vitamina B<sub>12</sub>, contenete il cobalto.

Nella maggior parte degli animali, l'assorbimento della cobalamina è facilitato della dieta dalla presenza di una proteina prodotta a livello intestinale, chiamata *fattore intrinseco*, la cui assenza può provocare il deficit di vitamina B<sub>12</sub>.

La cobalamina si trova negli alimenti di origine animale: la carne, il pollame, il pesce e i prodotti caseari sono le fonti più ricche.

Questa vitamina si caratterizza, a differenza di tutte le altre appartenenti al gruppo B, per il fatto che può essere immagazzinata a livello epatico, ma anche muscoli, ossa e cute ne contengono piccole quantità.

**Colina.** L'organismo può sintetizzare la colina a partire dall'aminoacido serina, in questa reazione la metionina funziona come donatore di metili e agisce di concerto con la folacina e la vitamina B<sub>12</sub>. La colina è diffusa negli alimenti:

il tuorlo d'uovo, le fragole, i legumi, i prodotti caseari e i cereali interi sono solo alcuni esempi.

**Vitamina C.** Nota anche come acido ascorbico, è sintetizzata a partire dal glucosio nei vegetali e nella maggior parte degli animali, cane e gatto compresi. L'acido ascorbico alimentare è facilmente distrutto dai processi ossidativi: l'esposizione al calore, alla luce, agli alcali agli enzimi ossidativi, nonché i minerali ferro e rame possono contribuire alla perdita di attività della vitamina C.

Fatta eccezione per l'uomo e poche altre specie, tutti gli animali possono produrre livelli adeguati di vitamina C endogena e non hanno necessità alimentari di questa vitamina.

## Minerali

### Macroelementi.

#### Calcio e fosforo.

Questi due macroelementi sono di fondamentale importanza per la costituzione ed il mantenimento dello scheletro, sono poi coinvolti in molteplici reazioni metaboliche dell'organismo. La determinazione del loro fabbisogno nella dieta di cani e gatti è estremamente complessa, si devono tenere in considerazione diversi fattori come l'età del soggetto e il suo stato fisiologico, il tipo di attività svolta e la tipologia dietetica scelta dal padrone. La loro presenza non è indice di biodisponibilità!

Dopo aver assicurato un apporto alimentare di calcio e fosforo adeguato dal punto di vista quantitativo è necessario valutare il rapporto tra i due minerali, poiché il calcio in eccesso forma un complesso insolubile con il fosforo, di cui riduce l'assorbimento, similmente un'elevata concentrazione di fosforo o di fitati (sono composti contenenti fosforo presenti nella pellicola esterna dei chicchi di cereali) può inibire l'assorbimento del calcio.

Gli alimenti ricchi di calcio sono i prodotti caseari e i legumi, mentre modesta è la quota presente nei cereali, nella carne e nelle frattaglie.

Per quanto riguarda il fosforo è ampiamente distribuito negli alimenti; prodotti caseari e legumi sono ricchi, ma anche il pesce, la carne, il pollame e le frattaglie sono alimenti ricchi di questo elemento.

Tab. 24: *Dati inerenti a un cane in mantenimento di 34 kg e ad un cucciolo di 16 kg.*

	Apporto globale mg/kg PV (mg/d)	Fabbisogno mg/kg PV	Deficit mg/kg PV (mg/d)
CANE ADULTO			
• Ca	5 (170)	180	175 (5950)
• P	40 (1400)	145	105 (3570)
• Ca/P		1.7	
CUCCILO			
• Ca	10 (170)	290	280 (4480)
• P	100 (1660)	230	130 (2080)
• Ca/P		2.1	

**Sodio.** La principale fonte alimentare di questo elemento è il sale da cucina, ma ci sono alimenti ricchi come i prodotti caseari, la carne, il pollame, il pesce.

Difficile che si verifichi una carenza di questo elemento nei cani e nei gatti.

**Potassio.** Il potassio è presente in molti alimenti: carne, pollame e pesce, ma anche nei cereali interi e nella maggior parte dei vegetali.

**Cloro.** Il cloro viene assunto dagli animali assieme al sodio, perciò la quota quotidiana è parallela a quella del sodio.

**Magnesio.** Macroelemento molto diffuso nelle fonti alimentari: cereali interi, legumi e prodotti caseari sono i più ricchi.

**Zolfo.** All'interno dell'organismo lo zolfo è localizzato in molecole organiche: proteine, in

particolare è un costituente di cisteina e metionina. La maggior parte dello zolfo alimentare è fornito da questi aminoacidi.

allattamento), si verifica un incremento dell'efficienza dell'assorbimento del ferro.

Tab. 25: *Fabbisogno di macroelementi ed*

MINERALE	LIVELLI DIETETICI	CARENZA	ECCESSO	FONTI
Calcio	0.5-0.9%	Rachitismo, osteomalacia, tetania	Carenze secondarie di P, Zn, Fe, Cu; crescita ritardata	Latte e derivati, farine animali
Fosforo	0.2-0.6%	Depressione appetito, sintomi simili alla carenza di calcio	Iperparatiroidismo secondario, demineralizzazione ossea	Carne, pesce
Potassio	0.4%	Letargia, riduzione tono muscolare, atassia e paralisi	Cardiotossicità (?)	Verdura, frutta
Sodio	0.1-0.5%	Pica, perdita di peso, agalassia, crescita rallentata	Ipertensione, cardio e nefropatie	Carne, uova, formaggi
Magnesio	0.05-0.1%	Ipereccitabilità, calcificazione dei tessuti molli, ingrossamento metafisi	Urolitiasi e cistite	Cereali, soia

### Microelementi.

**Ferro.** Il ferro della dieta è scarsamente assorbito dalla maggior parte degli animali. La quota di ferro alimentare è pari all'incirca a 5-10% e dipende da diversi fattori (necessità da parte dell'organismo, pH del lume intestinale e tipo di alimentazione): lo ione ferroso (+2) è assorbito più rapidamente dello ione ferrico (+3), quindi un ambiente intestinale acido (cioè riducente) favorisce l'assorbimento del ferro. Analogamente il ferro dell'eme (emo/mioglobina) di origine animale è assorbito più facilmente del ferro non emico, presente negli alimenti di origine vegetale.

Quando le scorte di ferro sono limitate e aumenta il fabbisogno (gestazione e

I fattori alimentari che possono diminuire tale processo comprendono i fitati, i fosfati e gli ossalati della dieta, oltre ad un'assunzione eccessiva di zinco.

Frattaglie come fegato e rene sono le fonti più ricche di questo elemento, carne, tuorlo d'uovo, pesce, legumi e cereali interi ne forniscono buone quantità.

**Rame.** Il metabolismo e le attività di questo elemento sono connesse a quelle del ferro. Il rame è indispensabile per l'assorbimento e il trasporto del ferro alimentare.

**Manganese.** Tra gli alimenti più ricchi di manganese ci sono i legumi e i cereali integrali. Gli alimenti di origine animale invece ne sono generalmente poveri.

**Iodio.** Questo elemento serve all'organismo per la sintesi degli ormoni tiroidei.

**Zinco.** Come per il ferro, l'assorbimento di zinco alimentare è influenzato da diversi fattori e la sua efficienza alimentare aumenta quando cresce il fabbisogno minerale.

Lo zinco negli alimenti animali (carne, uova) è generalmente assorbito più rapidamente dello zinco presente nella verdura. I fattori dietetici che riducono l'assorbimento di zinco sono un eccesso di calcio, ferro, rame, di fibre e la presenza di fitati.

**Cobalto.** E' un componente della vitamina B<sub>12</sub>, si ritiene che cani e gatti non abbiano necessità superiori ai quantitativi forniti da una dieta equilibrata.

Tab. 26: *Fabbisogni oligoelementi ed effetti di carenze ed eccessi nel cane e nel gatto.*

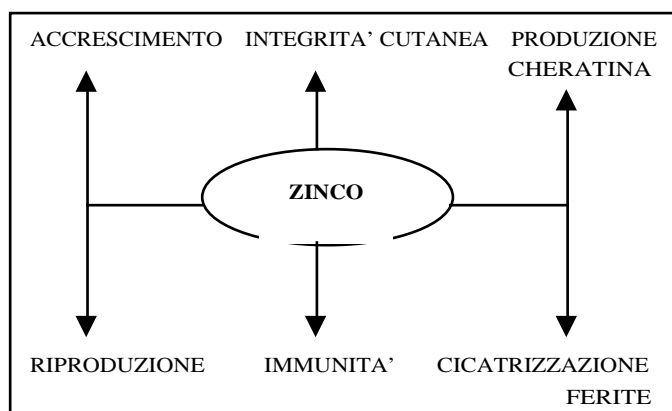


Fig. 22: *Ruoli dello zinco.*

**Selenio.** Le fonti alimentari del selenio comprendono i cereali, la carne e il pesce. Data l'abbondanza di selenio nei cibi la carenza è un fenomeno raro, ma attenzione alle quantità eccessive: sono tossiche.

OLIGO ELEMENTO	LIVELLI DIETETICI (mg/kg)	CARENZA	ECCESSO	FONTI
Ferro	60	Anemia microcitica ipocromica	Poco probabile	Carne e derivati
Zinco	50	Dermatosi, paracheratosi, depigmentazioni, turbe riproduttive, ↓ risposta immunitaria	Carenza secondaria di calcio e rame	Fegato, latte, tuorlo d'uovo, legumi
Rame	7	Anemia ipocromica microcitica, crescita rallentata	Epatopatie (Bedlington terriers)	Carne e derivati
Manganese	5	Fragilità ossea, alterazioni riproduttive	Ridotta fertilità (?)	Carne, pesce, pollo
Iodio	1.5	Ipotiroidismo, gozzo, mixedema, turbe riproduttive, crescita rallentata	Stessi segni di carenza	Pesce, carne, fegato
Selenio	0.1	Miopatie muscolari e cardiache	Vomito, atassia, edema polmonare	Pesce, latte e derivati
Cobalto	?	Carenza vit. B <sub>12</sub>	--	Pesce, latte

## Acqua

Fig. 23: *Bilancio idrico.*

L'acqua è il singolo nutriente più importante per la sopravvivenza. Circa il 70% dei tessuti magri dell'organismo è costituito da acqua e molti tessuti corporei sono formati da acqua per il 70-90%.

I liquidi intracellulari rappresentano circa il 40-45%, mentre i fluidi extracellulari ne costituiscono il 20-25%. La presenza di un mezzo acquoso nelle cellule e nei tessuti è un elemento indispensabile per i processi metabolici.

La perdita del 10% dell'acqua corporea comporta la morte del soggetto.

Nell'organismo, l'acqua funziona come solvente che facilita le reazioni cellulari e come veicolo per i nutrienti e per i prodotti finali del metabolismo cellulare. Essendo dotata di un elevato calore specifico, l'acqua può assorbire il calore generato dalle reazioni metaboliche con un incremento minimo della temperatura. L'acqua contribuisce anche alla regolazione della temperatura corporea, interviene nei processi digestivi (idrolisi) e nell'escrezione dei cataboliti dall'emuntorio renale.

### *Bilancio idrico*

<b>Entrate</b>	<b>Uscite</b>
Acqua	Rene (urine)
Alimenti	Vie aeree
Reazioni di ossidazione	Saliva
(CHO, grassi, proteine)	Feci (65-75 %)



giornaliere di acqua, delle quali l'escrezione urinaria rappresenta la quota più cospicua.

Le perdite renali obbligatorie rappresentano la quantità minima di acqua richiesta dall'organismo per eliminare i cataboliti. La quota rimanente delle perdite urinarie di acqua è definita come perdita facoltativa e viene escreta in risposta ai processi di riassorbimento renale dell'acqua e ai meccanismi di mantenimento dell'equilibrio idrico dell'organismo.

Un'altra fonte di perdita dell'acqua è data dall'evaporazione polmonare attraverso la respirazione (perspiratio insensibilis o eliminazione di acqua e di calore attraverso l'aria espirata). Nei cani e nei gatti questa via risulta molto importante per la termoregolazione, quando la temperatura ambientale è elevata.

Le perdite di acqua con le feci sono limitate se rapportate alla quota che viene assunta attraverso il digerente; possono divenire

imponenti solo nel caso in cui venga a mancare la capacità di assorbimento intestinale (diarrea).

Il consumo quotidiano di acqua deve compensare queste continue perdite di liquidi. I cani e i gatti ricavano la quantità di acqua totale dall'acqua di abbeverata, dagli alimenti e dall'acqua metabolica, cioè quella derivante dalle reazioni di ossidazione di carboidrati, grassi e proteine.

La quantità di acqua presente negli alimenti dipende dal tipo di dieta:

- Alimenti secchi (circa 7%)
- Alimenti umidi (fino a 80%)

I cani e i gatti sono in grado di compensare le variazioni del contenuto di acqua degli alimenti con un aumento o una diminuzione dell'assunzione dell'acqua d'abbeverata.

L'acqua metabolica è l'acqua che si forma nei processi di ossidazione dei nutrienti, diverso è il quantitativo prodotto come evidenziato in Tabella 27, ma in generale questa rappresenta una quota esigua nel rapporto idrico giornaliero.

Tab. 27: *Quantitativi di acqua metabolica.*

NUTRIENTI (100 g)	ACQUA METABOLICA (ml)
LIPIDI	107
CARBOIDRATI	55
PROTEINE	41

Il quantitativo di acqua assunta volontariamente viene ad essere influenzato da diversi fattori:

- Temperatura ambientale
- Tipo di dieta
- Stato sanitario e fisiologico

- Intensità dell'attività fisica.

L'assunzione di acqua aumenta sia con l'incremento della temperatura ambientale, sia con un'attività fisica intensa, poiché aumentano le perdite idriche attraverso l'evaporazione (meccanismo necessario per raffreddare l'organismo).

Il contenuto calorico della dieta influenza l'assunzione di acqua: un apporto energetico più abbondante aumenta la quantità dei prodotti del catabolismo ed il calore prodotto nei processi metabolici dei nutrienti. Anche il tipo e la composizione della dieta possono modificare l'assunzione di acqua (dieta secca / umida, presenza più o meno elevata di cloruro di sodio).

**Fabbisogni.** L'assunzione di acqua è regolata in modo distinto da quella degli alimenti. Fisiologicamente la sensazione della sete è provocata da

1. Il volume del L.E.C. (Liquido Extra Cellulare);
2. Concentrazione delle sostanze osmoticamente attive.

Esistono recettori deputati a recepire stimoli diversi localizzati a livello ipotalamico e periferico.

La richiesta totale di acqua esogena in condizioni di neutralità termica per il mantenimento di un cane e un gatto:

**Acqua = 2-3 volte Sostanza Secca (S.S.)  
(ml) dell'alimento, espressa in grammi**

Altri protocolli suggeriscono che il quantitativo di acqua sia pari al numero di kcal consumate quotidianamente.

Un corretto apporto idrico è importante per tutti i cani, ma lo è ancora di più per quelli impegnati nell'attività fisica, nell'allattamento o nella risoluzione di processi infettivi.

Il metodo migliore per assicurare un adeguato apporto idrico agli animali da compagnia consiste nel fornire loro acqua fresca e pulita in ogni momento, indipendentemente dalla situazione fisiologica, dal fabbisogno calorico o dall'assunzione di sostanza secca.

**Eccessi e carenze.** L'eccesso di assunzione di acqua non comporta problemi, infatti il quantitativo in eccesso viene allontanato attraverso l'emuntorio renale.

Grossi guai sussistono in caso di carenza di acqua: il soggetto va incontro a disidratazione.

La perdita eccessiva di acqua o la mancanza di questo nutriente nella dieta comporta dapprima l'intervento di meccanismi compensatori, atti a recuperare l'acqua presente nell'organismo.

Questi comprendono, come si vede nella Figura 29, il movimento di acqua dal circolo ematico verso il compartimento intracellulare con conseguente riduzione del volume plasmatico (ipovolemia) e la concentrazione dei soluti presenti nel torrente circolatorio.

### Bilancio idrico ed equilibrio elettrolitico

#### Disidratazione



Riduzione del volume plasmatico intravascolare  
Aumento dei livelli sierici di Na (lattacidemia)  
Riduzione del K e dei bicarbonati  
Riduzione dei livelli sierici di Mg

Fig. 24: *Disidratazione.*

La possibile lattacidemia che si viene a creare può sfociare in una grave acidosi.

### Bilancio idrico ed equilibrio elettrolitico

#### Disidratazione



✓ Riduzione dell'apporto di ossigeno e degli altri nutrienti ai tessuti  
✓ Perdita del controllo della termoregolazione



aumento della temperatura corporea

Fig. 25: *Ripercussioni della disidratazione.*

L'ipovolemia, derivante dalla disidratazione, determina una riduzione dell'apporto di ossigeno e di nutrienti ai tessuti.

Una grave disidratazione comporta poi una perdita del controllo della temperatura corporea. Viene, infatti, a mancare la via di dispersione del calore attraverso la perspiratio insensibilis, con conseguente aumento della temperatura corporea.