

**Isabelle
GOY-THOLLOT**
DVM, MSc, PhD



Denise A. ELLIOTT
BVSc (Hons), PhD,
Dipl. ACVIM,
Dipl. ACVN



クリティカルケアと栄養

イントロダクション	407
1 - 健康な猫の栄養要求と飢餓	407
2 - 重症の猫における飢餓の影響	409
3 - 栄養学的評価	412
4 - 栄養要求量の計算	416
5 - 経腸栄養法	418
6 - 非経口栄養法	426
まとめ	431
救急医療における栄養補給に関する誤った認識	432
参考文献	433
ロイヤルカナン栄養学情報	435

本章で使われている略語

ATP：アデノシン三リン酸	EPA：エイコサペンタエン酸	PEG：経皮内視鏡下胃瘻造設術
BCAA：分枝鎖アミノ酸	FFA：遊離脂肪酸	PN：非経口栄養法
BER：基礎エネルギー要求量	FHL：猫の肝リビドーシス	PPN：部分的非経口栄養法
CK：クレアチンキナーゼ	GI：消化管の	PUFA：多価不飽和脂肪酸
CPN：中心静脈栄養法	GLN：グルタミン	RER：安静時エネルギー要求量
DPG：ジホスホグリセレート	IGF-1：インスリン様成長因子-1	SGA：主観的包括的評価
DHA：ドコサヘキサエン酸	IV：静脈内	TNF- α ：腫瘍壊死因子- α
EFA：必須脂肪酸	MER：維持エネルギー要求量	

クリティカルケアと栄養



Isabelle GOY-THOLLOT

DVM, MSc, PhD

Isabelle Goy-Thollotは1989年にメイソナルフォート国立獣医学校を卒業した。1989年から1991年まで、メイソナルフォートにてコンパニオンアニマルを専門とした内科のインターンシップを履修した。2000年にはリヨンの国立獣医学校におけるクリティカルケア、麻酔および救急医療ユニットであるSIAMUの共同設立者となった。現在はSIAMUの責任者である他、コンパニオンアニマルの救急医療での指導者を任されている。2005年以降、ヨーロッパ獣医救急医療協会 (EVECCS) の会長に就任している。様々な雑誌の科学委員会とフランスの獣医師会会員でもある。雑誌やカンファレンスでの多くの活動に参加する傍ら、ユトレヒト大学やカリフォルニア大学デイビス校など様々な場所で自ら専門知識を広めている。



Denis A. ELLIOTT

BVSc (Hons) PhD Dipl ACVIM, Dipl ACVN

Denis A. Elliottは1991年にメルボルン大学を優秀な成績で卒業した。ペンシルバニア大学で小動物内科および外科のインターンシップを修了した後、カリフォルニア大学デイビス校へ移り、小動物内科の研修、腎臓内科と血液透析の特別研究員、および小動物臨床栄養学の研修を修了した。1996年にアメリカ獣医内科学会の、2001年にはアメリカ獣医栄養学会の正式認定医となった。カリフォルニア大学デイビス校は、健康な犬猫における多周波生物電気インピーダンス分析に関する彼女の研究に対して2001年に栄養学の博士号を授与した。現在 Royal Canin USA の学術ディレクターでもある。

救急医療に関しては特に、猫は小さな犬と同じではない。ショックに対する生理学的反応、心肺蘇生に必要な施術、注意深いモニタリングを必要とするパラメーターはどれも、猫の重症症例に特有の難しさがある。幾つかの疾患では食欲の増加を示すが(例：糖尿病、甲状腺機能亢進症)、大半の疾患では部分的または完全な食欲不振を引き起こす。

イントロダクション

初診時においては、基礎疾患の診断を重視し、栄養管理はその治療経過で後回しにされることが多く、猫が入院後栄養的支持を殆ど受けず、自然に回復するのではないかと期待から、静脈内 (IV) 輸液の投与によって食欲の改善をもう1日待ってみる、ということが一般的に行われている。しかしながら、食欲の喪失は重度の疾患の最も深刻で持続的な病態であり、これは支持療法では回復しないため、適時の栄養学的介入を実施するべきであるというのが正しい考えである。

多くの研究によって経腸栄養法の利点と腸萎縮による合併症が明らかにされるにつれ、今ではヒトのクリティカルケア専門医は、以前よりも疾病過程の早期から患者に栄養補給を行うようになってきている。これによって転帰は改善し、合併症は減少している。獣医療でもこの2~3年の間に同様の動きが急速に普及している。

重症の猫に栄養を補給するためのアプローチ法には2種類ある。

- 経腸栄養法：消化管を利用する。
- 非経口栄養法：栄養は消化管を使用しない方法で投与する。最も一般的には中心静脈または末梢静脈からアクセスする。

ここ数年、強制給与またはシリンジ給与法、フードの加温、フレーバーの添加といった効果の低い方法よりも、猫の重症症例への新しい栄養投与方法である早期のチューブフィーディングが推奨されるようになり生存率が増加している。

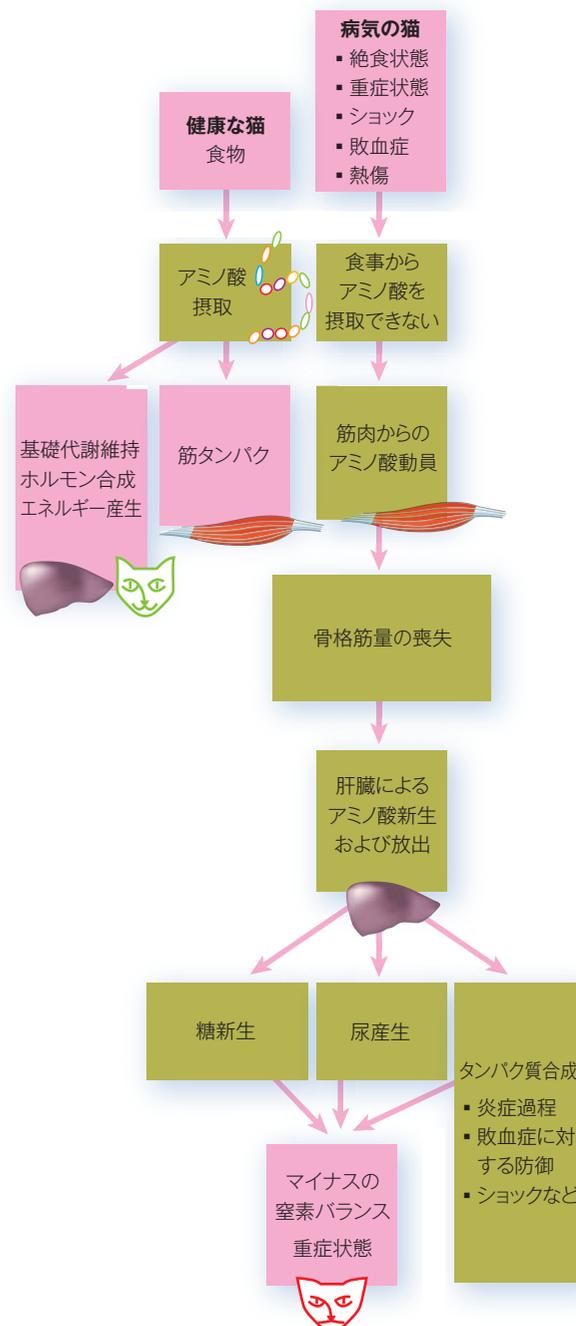
1 - 健康な猫の栄養要求と飢餓

▶ 特殊な栄養要求

■ 猫は肉食動物である

真性の肉食動物である猫は炭水化物を殆ど必要とせず、高レベルのタンパク質を必要とする。成猫は雑食性の動物よりも食物タンパクを2~3倍多く必要とし、エネルギー源として必須アミノ酸の要求量が高い (Zoran, 2002)。猫は尿素サイクルの酵素またはアミノトランスフェラーゼがタンパク質摂取の低下に順応できないため、窒素を保持するためのタンパク質代謝経路を調節する能力が限られている。猫の代謝は、食事からのタンパク源が限られている場合でも血糖値の維持にタンパク質を利用するように命じる。このような特性は、食欲不振の猫にタンパク質栄養不良が急速に発現するの理由の1つである (Zoran, 2002; Center, 2005) (図1)。

図1 - 重症な猫と健康な猫における窒素バランス



アミノ酸の消費が速く、特定のアミノ酸の保持や合成ができないことから、猫は他のどの動物種よりも食事から多くのアミノ酸を摂取することが必要である (Kerl & Johnson, 2004 ; Kirby, 2004 ; Center, 2005)。

- タウリン欠乏症は拡張型心筋症、繁殖障害および網膜変性の原因になることが証明されている。
- アルギニンは窒素排泄および尿素サイクルに加え、内分泌促進物質の活性の刺激、窒素保持の改善、術後における窒素喪失の軽減、創傷におけるコラーゲン沈着の促進、T細胞機能の促進およびリンパ球の成長に重要な役割を担っている (Morris & Rogers, 1978 ; Barbul & Hurson, 1994 ; Zoran, 2002 ; Center, 2005 ; Saker, 2006)。アルギニンはまた、一酸化窒素 (NO) の前駆体でもある (Barbul & Hurson, 1994)。
- メチオニンおよびシステインは、重要な抗酸化物質でありフリーラジカルの除去剤でもあるグルタチオンのような、多くの代謝産物の産生に重要なメチルドナーである (Zoran, 2002 ; Center, 2005)。
- グルタミン (GLN) は“条件付き必須アミノ酸”と表現される。重症症例のように要求が増加している状態で供給が不足すると腸粘膜バリアの悪化を招き、その後細菌転移と全身感染を起こし得る。細網内皮機能の障害と同時に抗体産生の減少が起こると、敗血症と多臓器不全のリスクが増加する (Elliott & Biourge, 2006)。GLNはまた、酸塩基平衡に重要な役割を持つ。血漿 GLN レベルは重症疾患または受傷後に58%低下し、3週間に渡って減少が続き、重症症例の致死率の増加と関連していることが報告されている (Wischmeyer, 2003)。

■ 猫に必要な炭水化物はごく僅かである

猫は炭水化物摂取量が少なくて済み、複数の生理学的順応がこれを反映している。猫の唾液にはデンプンの消化を開始する酵素であるアミラーゼが無い。また猫では腸および膵臓のアミラーゼ活性が低く、小腸内で炭水化物を消化する腸のジサッカリダーゼの活性も低い。しかし、これらの種特異的な性質は猫がデンプンを利用できないことを意味するものではない。事実、猫は可消化炭水化物を極めて効率良く利用する。また、猫の肝臓はグルコキナーゼ活性とグリコーゲン合成が非常に少ないが、これはおそらくデンプンよりも糖新生アミノ酸と脂肪を利用するようプログラムされた代謝の結果であると考えられる。その結果、猫は食事によるグルコースの大量負荷による高血糖を急速に抑える能力が限られている (Zoran, 2002)。

高レベルの食事性炭水化物は、また猫のタンパク質の消化率を低下させる可能性がある。これは通過速度の増加も含めた複数の要因の組み合わせによって生じる。食事時の炭水化物の量が増加すると結腸内の微生物発酵も増加し、これが有機酸の産生を増加させる (Keinzle, 1994)。

■ 猫の多価不飽和脂肪酸に対する特殊な要求

脂肪は通常、エネルギーの大半を供給している。猫の必須脂肪酸 (EFA) としてはリノール酸、リノレン酸、アラキドン酸、エイコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸が挙げられる。大半の動物種はリノール酸を、2系統のプロスタグランジン、ロイコトリエン、およびトロンボキサンの主な前駆体であるアラキドン酸に変換できる。アラキドン酸は細胞膜と組織の保全に必要であり、動物性脂肪を含む食事に認められる。しかし、猫にはアラキドン酸の誘導体を合成するような酵素機構 (十分な肝臓の $\Delta 6$ デサチユラーゼおよび他のデサチユラーゼ活性) がない (Zoran, 2002)。そのため、アラキドン酸は猫の食事に必要な必須栄養素である (Kirby, 2004)。

■ 猫に特有のビタミン要求

猫はナイアシン、チアミン、ピリドキシンなど幾つかのビタミンBの要求量が他の動物種よりも高いため、長期間の飢餓状態では枯渇が起こりやすい。更に猫は、ある種の病的状態ではコバラミン(B₁₂)の追加補給も必要になる(Zoran, 2002; Kirby, 2004)。

猫はβカロテンを活性型ビタミンA(レチノール)に転換することができない。つまり、猫はβカロテン分子をビタミンAアルデヒド(レチナール)に分割する酵素である腸粘膜のジオキシゲナーゼが欠乏している。そのため、ビタミンAを食事に添加しなければならない。ビタミンEおよびKもまた重要であり、長期的な食欲不振の猫では欠乏症に陥る可能性がある(Zoran, 2002)。

表1 - 栄養に対するホルモンの調節と影響

(Atkinson & Worthley, 2003)

ホルモン	分泌を刺激するもの	刺激されるもの	抑制
インスリン	高血糖 アミノ酸 (例: アルギニン、ロイシン)	グリコーゲン合成 脂質生成 タンパク質合成	糖新生 ケトン生成 タンパク質分解 脂質分解
グルカゴン	低血糖 交感神経刺激 アラニン	糖新生 ケトン生成 グリコーゲン分解	グリコーゲン合成 脂質生成
カテコールアミン	交感神経刺激 低血糖	糖新生 グルカゴン放出 脂質分解	インスリン放出 インスリン作用

▶ 健康な猫における絶食と飢餓状態の影響

健康な動物では、正常な栄養-代謝サイクルは、摂食と絶食の交替システムに関わっている。摂食している状態では、栄養素であるグルコースとアミノ酸に対するホルモン反応は、グルカゴン分泌の減少(基質のコントロール)(表1)とインスリン分泌の刺激である。これにより、グリコーゲン合成が刺激されグリコーゲン貯蔵が充実する。また、タンパク質合成と脂肪の貯蔵も増加する。絶食状態では、血漿中のグルコースおよびアミノ酸レベルが低下するため、インスリン分泌が減少してグルカゴン分泌が刺激され、糖新生とグリコーゲン分解が刺激される。

3~5日以上続く絶食は飢餓状態を誘発する。この状態になるとインスリンレベルは更に低下し、グルカゴン分泌が増加する。加えて、軽度の交感神経活性が、脂肪組織から遊離脂肪酸(FFA)の放出を増加させるホルモン感受性のリポタンパクリパーゼを刺激する。過剰なFFAは肝臓によってケトン体に変換され、これが脳および他の臓器でグルコースの代わりにエネルギー基質となる。ケトンはグルコースの負荷的な要求と糖新生を抑えることで、骨格筋の分解とアミノ酸の放出を低減するのに役立っている。慢性的な飢餓状態では、グルカゴンレベルが吸収後のレベルに戻り、カテコールアミンのレベルが低下する。基礎代謝率は、末梢でのサイロキシン(T₄)からトリヨードサイロキシン(T₃)への転換が減少することによって低下する(Atkinson & Worthley, 2003)。

猫のような肉食動物ではグリコーゲン貯蔵が急速に枯渇し、それによって筋肉の貯蔵からアミノ酸の動員が始まる。2~3日以内に蓄積脂肪の優先的使用への代謝の移行が起こり、除脂肪筋組織に対する異化作用が起こらないようにしている(Chan, 2006; Chan & Freeman, 2006)(図1)。

2 - 重症の猫における飢餓の影響

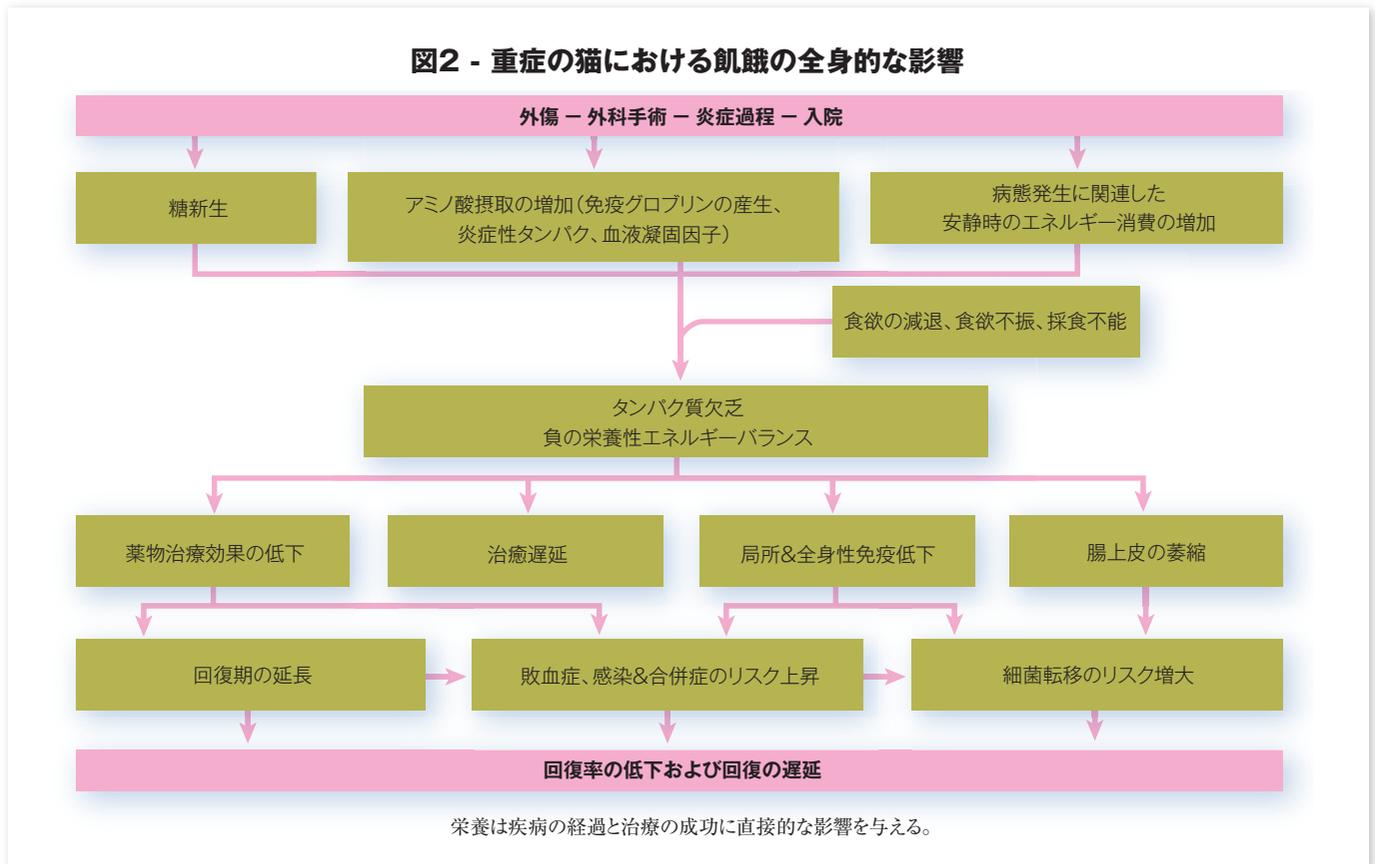
▶ “ストレス性飢餓”の全身的影響

重症な状態は猫に独特の代謝変化を誘発する。この変化によって猫は栄養不良に陥りやすく、その悪影響を受けやすくなる。疾病またはストレスによる飢餓状態では、不適切な栄養摂取に対する体の反応が健康時の飢餓状態とは大きく違っている(Michel, 2004, 2006; Chan & Freeman, 2006)(表2)。

表2 - 非ストレス性飢餓vsストレス性飢餓

(Michel, 2004, 2006)

非ストレス性飢餓	ストレス性飢餓
<ul style="list-style-type: none"> 食物の不足に反応して分泌されたメディエーター 内因性タンパクの温存 栄養補給により回復 	<ul style="list-style-type: none"> 組織傷害または炎症に反応して分泌されたメディエーター 内因性タンパクの異化 基礎疾患の治療または治療によって回復



重症の状態になると、栄養ホルモンはもはや基質をコントロールしなくなる。急性損傷では、血行動態の恒常性を維持するために交感神経緊張の増加とカテコールアミン（例：エピネフリンやノルエピネフリン）の分泌が起こる。カテコールアミンはグリコーゲン分解とホルモン感受性リパーゼを刺激し、FFA、グルコースおよびインスリンの血漿レベルを増加させる。インスリンはケトン生成を抑制する。交感神経の緊張増加によって末梢組織ではインスリンへの抵抗性が増大する。敗血症の症例では、肝機能異常、グルコース不耐性の増加、骨格筋タンパク異化作用（ユビキチン抱合プロテアーゼ経路を介する）の増加の惹起、腫瘍壊死因子- α (TNF- α) やインターロイキン-1のようなポリペプチドメディエーターの放出によってストレス反応が増悪する (Atkinson & Worthley, 2003)。また炎症反応は、サイトカインやホルモン濃度の変化を誘発し、タンパク質分解の加速を伴う異化状態へと代謝をシフトさせる。このことは一般に、重大な負の窒素バランスを招くことになる (図1)。逆に言えば、これらの症例は除脂肪筋組織の喪失に直面しても、蓄積脂肪を温存していることがある (Chan & Freeman, 2006)。除脂肪組織の喪失による影響は、創傷治癒遅延、免疫抑制、筋肉の強度の低下（骨格筋および呼吸筋）であるが、最終的には致死率と合併症率の上昇も含む (Marik & Zaloga, 2001 ; Atkinson & Worthley, 2003) (図2)。

▶ 重症の猫に特異的な問題

■ 重症の猫における炭水化物代謝の変化

ヒトの重症患者と同様、重症の猫にも炭水化物代謝の変化が生じ、高血糖を起こす。重症状態における炭水化物代謝の変化にはグルコース産生の増加（糖新生）、グリコーゲン合成の低下、グルコース不耐性、および末梢のインスリン抵抗性が挙げられる。グルカゴン、コルチゾールおよびエピネフリンのようなインスリンをカウンターレギュレートするホルモンの濃度は増加し、またこれらのホルモンは糖新生のアップレギュレートにも関与している。加えて、肝臓の糖新生はインスリンや血糖値の調節作用に抵抗性を持つようになり、それが更に高血糖を助長する。

炎症性サイトカインの活性化と神経内分泌経路は、脂質、タンパク質、および炭水化物代謝に重要な役割を果たすと考えられている。また、様々な代謝経路間の相互作用も高血糖に関与すると考えられている。グルコース不耐性は疾患の重症度と並行して進行することが明らかにされている。高血糖はヒトの重症患者における転帰不良と関連しており (Van den Bergh, 2004)、重症患者へのインスリン投与の有益性が研究によって実証されている (Van den Bergh, 2004)。

高血糖が重症な猫の転帰に与える影響については明らかにされていない。ある後ろ向き研究では、救急科を受診した猫のうち高血糖を併発していた猫は、併発していなかった猫よりも死亡や安楽死の率が有意に高かったことを報告している (Chan et al, 2006)。しかしこの研究では高血糖の程度は転帰に影響しないように思われた。重症の猫は非経口栄養法 (PN) に関連した高血糖を発症する危険があるとも報告されている。PNを受けた猫の75% (Lippert et al, 1993; Syring et al, 2001) および20% (Crabb et al, 2006) で高血糖を生じたことがそれぞれ記録されている。更に重要なのは、PNを受けた猫が高血糖を発症した場合は生存に対し負の影響を受けることが示されている (Pyle et al, 2004)。Chan et al (2006) は、重症な猫では循環血液中のグルコース、乳酸、グルカゴン、非エステル化脂肪酸およびコルチゾール濃度が、健康な猫と比較して高いことを報告している。重症な猫は健康な猫と比較してインスリンおよびインスリン/グルカゴン比も低かった。猫の重症症例における高血糖現象は複雑なため依然として完全には解明されておらず、これには複数の病態生理学的メカニズムが関わっている可能性がある。

■ 消化管運動と粘膜の完全性

麻酔後、術後 (特に腹部の外科手術)、低カリウム血症のほか、消化管、細網内皮系または神経筋疾患に罹患している猫、麻薬系鎮痛薬を投与されている猫では消化管麻痺を起こす可能性が高い。猫の消化器における幾つかの生理学的側面と腸の微生物学的特徴から、これらの異常には細菌が関与している可能性が示唆される。猫の腸管における細菌数の増加はタンパク質と脂肪の消化を促進させる働きをすることが示されている (Zoran, 2002)。イレウスは、細菌およびエンドキシンの転移、腸管からの栄養の消化吸収不良、消化管潰瘍、嘔吐を起こしやすくさせる。腸音は少なくとも1日3回は聴診するべきである (Kirby, 2004)。それだけでなく、重症の猫は食欲不振、悪心、嘔吐の原因となり得るような多数の薬物投与を受ける (表3)。これらは重症猫に特徴的な食欲不振を起こす原因となる。

■ 猫の肝リピドーシス (FHL)

猫の肝リピドーシス (FHL) は、特に肥満の猫やストレス下に置かれた猫の最も一般的な代謝性肝疾患である (Zoran, 2002; Center, 2005)。FHLの病因病理はまだ完全には理解されていないが、現在のところ大半の猫 (95%以上) がある種の疾患に罹患しているか、異化を直接引き起こす状況にあることが明らかにされている (Center, 2005)。タウリン、アルギニン、非エステル化FFA、ビタミンBといった栄養素がFHLの病態発生に関与していることが示唆されているが、証明されていない (Zoran, 2002)。

FHLの治療が成功するか否かは、早期介入と適切な栄養支持に懸かっている。早期から積極的な栄養支持を受けた猫の予後は生存率が90%近くに上るが、栄養支持を受けていない猫では僅か10~15%である。FHLの猫の治療に最適な食事は不明であるが、食事からのタンパク質摂取はFHLの猫における肝臓の脂質の蓄積を減少させ、窒素およびエネルギーバランスを維持することを明らかにしたエビデンスがある (Biourge et al, 1994; Center, 2005) (第4章を参照)。

表3 - 猫に食欲不振、悪心、嘔吐を引き起こす可能性のある薬物
(Michel, 2006)

アモキシシリン
セファレキシリン
クロラムフェニコール
アモキシシリン・クラブラン酸
エリスロマイシン
テトラサイクリン
トリメトプリム・スルファジアジン
強心配糖体
非ステロイド性抗炎症剤
化学療法剤
麻薬系薬剤



肥満はしばしば集中治療における合併症の一因となる。

▶ 重症の猫に対する栄養支持の目標

入院中の猫に栄養支持を行う時の当面の目標は、水分バランスの推移を反映するだけの体重増加を達成することではなく、むしろ除脂肪組織の更なる喪失を最小限に抑えることにある。敗血症やストレスに伴ってタンパク分解、糖新生、脂肪分解を引き起こす要因を栄養支持によって逆転できる訳ではない。そのため、治療の重点は低血圧、低酸素症および疼痛を是正することでカテコールアミンの分泌を減少させ、敗血症の治療（例：抗生物質、輸液療法）によって異化メディエーターのレベルを低下させることに置くべきである。とはいえ、異化を逆転できないとしても、栄養は急性疾患の症例の管理に早期から導入すれば、タンパク質合成を促進し、タンパク質異化を遅延させ、体タンパク質喪失による全身的な負担を軽減することができる（Atkinson & Worthley, 2003 ; Kirby, 2004 ; Chan & Freeman, 2006）。

3 - 栄養学的評価

栄養学的評価は、直ちに栄養支持を必要とする栄養不良の症例を明らかにするだけでなく、栄養不良に陥るリスクがあり、栄養支持によってそれを有効に予防できる症例を特定することができる。更に、栄養学的評価の目的は単に症例が栄養不良であるかどうかを診断することだけでなく、栄養不良が臨床転帰に影響するかどうかを判断することにもある。現在、栄養支持が適応であるとされる指標には、疾病時または疾病過程での、ボディコンディション不良、体重の5%以上の急激な減少、3日以上に渡る食欲不振または食欲廃絶（実際に食べていない時はもちろん、この状態が予想される時も）が含まれている。

栄養学的評価では初めに症例の栄養状態を確認する。これはヒストリーおよび身体検査に基づいた主観的評価である。次にカロリー摂取を評価する。栄養状態と食事摂取は、罹患している疾病の重症度、循環器の不安定性、電解質異常、高血糖症、高トリグリセリド血症といった所見、および栄養学的介入計画に影響する腎／肝疾患のような併発疾患と併せて検討する。

これらの情報を全て踏まえた上で、どの栄養給与法が必要か、開始時の補助給与の開始はどの程度積極的に行うべきか、またどの給与ルートが最も安全および効果的で猫の耐容性が良いかを決定することができる（Michel, 2006）。留意すべき重要な要点は、来院した重症症例の猫の多くは、不適切な栄養支持を、数週間とはいかないまでも既に数日は受けているということである。そのため、重症症例への栄養供給は、安全に実施できる状態になった時点で可能な限り早く行うべきである。この栄養給与が開始できるまでの時間は、症例によってそれぞれ異なるが、概して獣医師はその開始時期を待ちすぎる傾向がある（Chan, 2006 ; Chan & Freeman, 2006）。

▶ 栄養状態の判定

人医学では約20年前に、主観的包括的評価（SGA）と呼ばれる方法が症例の栄養学的評価の標準的手法として考案されている（Detsky et al, 1987）。現在の獣医療では標準化されたスコアリングシステムは存在しないが、適切なヒストリー、身体検査、臨床検査データにより重症症例を評価する際にSGAの原理を応用できる（Michel, 2006 ; Elliott, 2008）。

■ ヒストリー

猫が食事を摂取しているかどうかにかかわらず、食事のヒストリーは記録すべきである。食欲不振の期間は入院前の自宅での期間と入院中の期間を併せた全日数を記録することが重要である。猫に与えた食事の量（自宅と病院で）と、猫が摂取した食事の量（自宅と病院で）を区別することも重要である。これは、猫が屋内と屋外両方で生活している場合や、複数の猫が自由採食している環境では特に困難である。嘔吐と下痢の回数と量も記録すべきである。



猫の肝リビドーシスに対する治療の成功は、早期介入と適切な栄養支持にかかっている。

■ 身体検査

身体検査では体組成の変化、具体的には蓄積脂肪および筋肉量の消耗、浮腫または腹水の有無、粘膜または皮膚病変の有無、被毛の状態を重点に調べる。栄養支持の適応としては、適切な経口摂取を妨げる外傷の存在（顔面の傷害、長期的または未治療の疼痛、外科的整復の必要な傷害）、および過剰なタンパク喪失状態（腹膜ドレナージ、開放性排液性の皮膚創傷、肝または腎不全、タンパク漏出性腎症または腸症）が挙げられる。

■ 体重

体重は体の総エネルギー貯蔵量の大まかな目安になり、一般にはエネルギーとタンパク質のバランスに平行して変化する。健康な動物の体重は日によって変動することは殆どない。しかし、重症症例においてはその評価に注意を要することがある。浮腫や腹水は細胞外液を相対的に増加させるため、筋肉や脂肪量の喪失を隠してしまう。逆に、大型腫瘍の成長または臓器肥大があると、脂肪や除脂肪組織の喪失が分かりにくくなる。更に、体重は脱水や液体の貯留によって見せかけの変化を示すことがある。体重計にも幅広い変動があるため、それによる誤差を避けるには常に同じ体重計を使用することが重要である。また、猫の体重は相対的に少ないため、数値上の変化は僅かのことがある。そのため、体重計は非常に正確なものでなくてはならない(Chan, 2006; Elliott, 2008)。

また、一度だけの体重測定にはそれ自体あまり意味がない。変化の有無とその程度を知ることが重要である。

■ ボディコンディションスコア

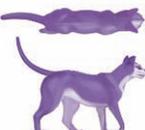
優れたボディコンディションスコアリングシステムが猫のために幾つか考案されている。最も一般的なものは5段階システム(図3)で、ボディコンディションスコア3が理想的、5が太り過ぎ、1が痩せ過ぎ(第1章を参照)である。ボディコンディションスコアリングシステムは体の脂肪貯蔵を評価するようにデザインされている。重症の猫では、脂肪貯蔵は適切にみえるものの、除脂肪組織量の不釣り合いな喪失がみられることが多い。そのため、肋骨や脊柱といった骨突起部を覆う骨格筋量を触診することによって、筋肉貯蔵量を慎重に調べることも必要である。事実、Freeman et al(2006)は除脂肪体重を評価するために悪液質スコアリングシステムの使用を推奨している。ここでは0を正常、4を重度の悪液質としている。

■ 臨床検査による栄養不良の指標

生化学的分析で栄養不良の猫を確実に特定できる項目や、栄養支持を行っている猫をモニタリングできる項目は無い。現在使用されている臨床検査での栄養不良の指標には低アルブミン血症、血中尿素窒素の減少、低コレステロール血症、貧血、リンパ球減少症がある。しかしこれらの一般的指標の変化は併発疾患によって生じたものと区別がつかないことが多い。例えば、血漿アルブミン濃度の低下は、栄養不良によるよりもアルブミンの喪失により、より影響を受ける(Atkinson & Worthley, 2003)。Fascetti et al(1997)は食欲不振の猫の血清クレアチンキナーゼ(CK)濃度が健康な猫よりも有意に高いことを報告した。更に、クレアチンキナーゼ濃度は栄養支持を開始してから48時間以内に有意に減少した。クレアチンキナーゼ活性はその利便性と定量しやすさから、猫の栄養学的評価とモニタリングの手段として期待を寄せられている。

栄養状態を示すその他のマーカーとして、プレアルブミン、トランスフェリン、総鉄結合能、フィブロネクチン、IGF-1、レチナル結合タンパク、セルロプラスチン、 α -1-アンチトリプシン、 α -1-酸性糖タンパク、C反応性タンパクがあるが、猫では評価されていない(Elliott, 2008)。

図3 - 猫のBCS

BCS	基準
1: 痩せ過ぎ 	<ul style="list-style-type: none"> 胸郭、脊椎、肩甲骨、骨盤が肉眼で容易に確認できる(短毛種) 筋肉量の著しい喪失 胸郭上の脂肪が触知できない
2: 痩せている 	<ul style="list-style-type: none"> 胸郭、脊椎、肩甲骨、骨盤が肉眼で確認できる 明らかな腹部のくびれ 最小限の腹部の脂肪
3: 理想的 	<ul style="list-style-type: none"> 胸郭と脊椎は肉眼で確認できないが、容易に触知可能 明らかな腹部のくびれ 僅かな腹部の脂肪
4: 太っている 	<ul style="list-style-type: none"> 胸郭と脊椎は容易には触知できない 腹部のくびれは存在しない 明らかな腹囲の拡大
5: 肥り過ぎ 	<ul style="list-style-type: none"> 胸部、脊椎部、腹部に多量の脂肪沈着 著しい腹囲の拡大

■ データの統合

栄養管理中の記録は全て完全にまた明確にカルテに記録する。明確な記録の重要性は、入院日数の73%で負のエネルギーバランスが起っていた犬276頭における研究によって裏づけられている。負のエネルギーバランスの原因は、症例の22%で指示の記録不十分によるものであった (Remilla *et al.*, 2001)。正確な記録は動物病院のスタッフ間の情報伝達を促し、総合的ケアにおける栄養の重要性の意識を高めることができる。

▶ 自発的な採食の評価

採食量が適切か否かを評価するには、症例の目標カロリーを決定し、適切なフードを選択し、正確な給与指示を与えることが必要である。正確な指示によって与えるフードの量を正確に把握でき、摂取したフードの量に基づいて採食量が評価できる (Michel, 2006)。

▶ 給与ルートの決定

重症症例への栄養支持は経腸または非経口ルートによって行うことができる。どの方法がより優れているかという点に関しては数十年に渡って多くの論議がなされている。その答えというより、少なくとも現在一致している意見では、どちらの方法も重症症例の管理には価値があり、重要な役割を持つということである。栄養支持の目的は、選択した方法のリスクは最小限に抑えつつ有益性を最大限に生かし、重症症例の栄養不良を防ぐために利用できる全ての手段を活用することである。

栄養補給法に最適なルート選択は、基本的には症例の評価と、それよりも重要性は低い特別な食や栄養溶液を入手できるかどうか、24時間の看護ができるかどうかといった管理上の要素に基づいて行う (Michel, 2006) (表4)。可能な場合は必ず経腸ルートを初めに選択すべきである (Chan, 2006)。経腸栄養法は最も生理学的で、開始しやすく安全な方法であるため望ましく、また安価でもある (Yam & Cave, 1998)。経腸ルートは一般に第一選択肢とされるが、実際には消化管運動障害や下痢によって目標の1日必要量を達成できずに、最適な成果が得られない可能性もある (Atkinson & Worthley, 2003)。しかし、猫が少量の経腸栄養にしか耐えられない場合でも、この給与ルートは続行すべきであり、栄養要求を満たせるように必要に応じてPNを補足すべきである。経腸栄養法には全く耐えられない重症な猫には非経口栄養補給法を行う (図4)。

消化管 (GI) 機能の評価には、悪心や嘔吐のほか、イレウスや吸収不全といったGI機能不全の徴候についての評価を含めるべきである。悪心やGIイレウスを起し得る薬物を投与されていないか、最近消化管の手術を受けていないか、バイパスの必要な傷害を受けていないかを考慮することが重要である。

更に、特定の栄養素に対する耐容能力に影響を与えるような臓器についても評価すべきである。腎／肝機能不全はタンパク質への耐容性に影響することがある。浸潤性粘膜病変は食事からの脂肪を同化する能力に影響を及ぼす可能性がある。鼻食道チューブ以外の経腸チューブの設置には、鎮静または全身麻酔が必要になる。そのため、診断的施術または手術を行う際には、経腸栄養チューブを設置する必要性について予測しておくべきである。経腸栄養チューブを外科的に設置する予定がある場合は、血液凝固能についてだけでなく、創傷治癒を阻害するような基礎疾患や薬物使用についても考慮すべきである。鼻食道チューブも設置には保定が必要であり、また呼吸障害を持つ症例によっては簡単には施術が実施できないこともある。

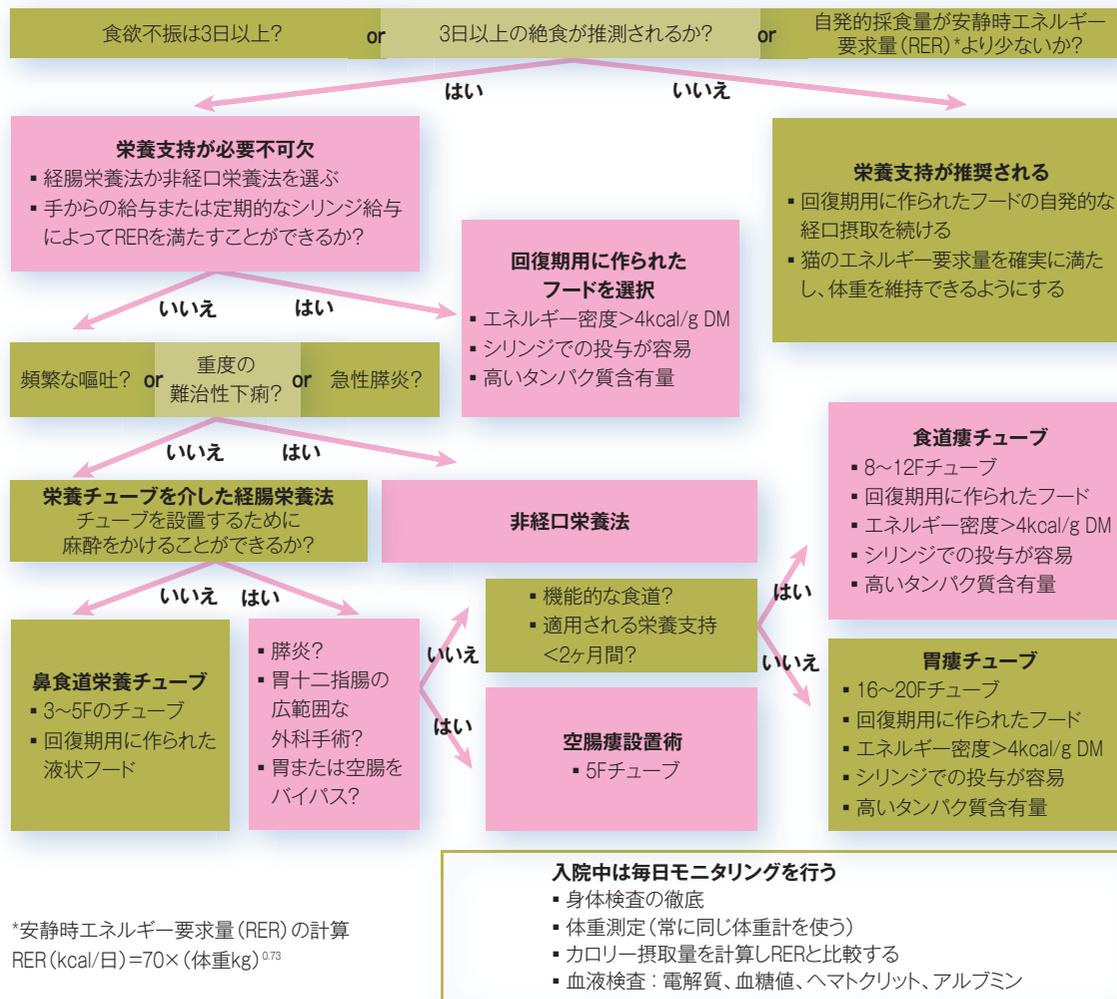
**表4 - 栄養学的評価において
評価すべき事項**

(Michel, 2006)

- 消化管 (GI) 機能
- 特定の栄養素に対する耐容能力に影響を与える臓器
- 栄養チューブの設置に対する耐容能力
- 肺の吸引に対するリスク
- 血管の確保ができるかどうか
- 輸液に対する耐容性

図4 - 栄養支持法決定のためのチャート

(Delaney et al, 2006)



PNを検討している場合、静脈へのアクセスが可能かどうか、また中心静脈と末梢静脈のどちらにするかを決定する必要がある。更に、輸液への耐容性も評価しなければならない (Michel, 2004; Michel, 2006) PNに最適なのは中心静脈カテーテルを介した方法であるが、代謝性合併症について詳細にモニタリングする必要がある。そのため、PNを受ける症例は24時間体制の看護と生化学的検査を実施できる環境で管理しなければならない。

看護の形態は、フィーディングチューブと給与ルートに影響する。例えば、猫が栄養チューブを付けたまま退院することが予測され、飼い主が自宅でケージ内の猫の持続的な栄養補給をモニタリングできない場合は、ボラス給与が行えるチューブのタイプでなくてはならない。

食事の種類はチューブの種類と設置部位に影響する。ミキサーにかけたフードしか利用できない場合は、食道または胃に設置できる口径の太いチューブの使用に限られる (Michel, 2004; Michel, 2006)。



栄養支持を実施する緊急性に関係なく、猫は麻酔を施す前に安定化させる必要がある。(Chan & Freeman, 2006a)

4 - 栄養要求量の計算

栄養支持を実施するという決定に至ったら、エネルギー要求量を計算し、タンパク質、炭水化物、および脂肪に関する適切な栄養プロフィールを決定するために段階的な手順を踏むことが必要である。栄養素だけでなく水分要求量も評価する必要がある。

▶ エネルギー

重症症例のエネルギー要求量の計算法については複数の考え方がある。エネルギー消費の直接的な測定は容易には実施できない。そのため、要求量を推定するための式がいくつか提唱されている。これらの式は安静時エネルギー要求量(RER)、基礎エネルギー要求量(BER)、または維持エネルギー要求量(MER)を使用している。RERは安静状態の動物が必要とするエネルギーに相当し、生理学的影響と栄養素の同化も含まれている(Elliott & Biourge, 2006; Michel, 2006)。動物種間に共通して使用できる式(1)は著者が最もよく使用している。式(2)は猫のRERを概算するために使われるものである。

$$\text{式(1)} \quad \text{RER} = 70 \times (\text{現在の体重 kg})^{0.73} \text{kcal/日}$$

$$\text{式(2)} \quad \text{RER} = 40 \times (\text{現在の体重 kg}) \text{kcal/日}$$

重症症例のリフィーディングに関連する合併症を回避するため(後述)、猫の体重不足または体重過剰にかかわらず、初回のRERの計算には猫の現在の体重を使用すべきである。その後、現在の体重を維持するための適切なカロリー量を確実に給与できるよう、1日ごとにカロリー摂取量を調整する。重症な状態から回復したら、体重不足の猫では体重増加を誘導できるようなカロリー摂取量を設定し、肥満猫では健全な体重減少プログラムを実施すればよい(第1章を参照)。

一部の著者は疾病時の代謝亢進を加味するために疾病係数(0.5~2.0)をRERに乗じることを奨めている(Bartges et al, 2004)。別の著者が間接熱量測定法によってRERを決定したところ、重症の犬のエネルギー消費は正常よりも僅かしか増加しないことが示唆された(O'Toole et al, 2004)。更に、カロリーを過剰に補給すると、一般にリフィーディング症候群と呼ばれる消化管合併症、電解質不均衡、肝機能不全または心臓異常を伴う可能性がある(Solomon & Kirby, 1989; Miller & Bartges, 2000; Armitage - Chan et al, 2006)。それだけでなく、過剰に補給されたエネルギーは二酸化炭素の産生を増加させることがあり、それが呼吸器不全の症例にとって問題になる可能性がある(Lippert et al, 1993)。また、ある研究では疾病係数の使用と、その計算結果による非経口栄養を投与された猫における高血糖の発生との関連性を報告している(Crabb et al, 2006)。従ってこれらの研究は、重症症例への栄養支持は疾病時の高いエネルギー要求量ではなくRERを満たすように調整するという最近の傾向を支持している(O'Toole et al, 2004)。

▶ タンパク質

重度の代謝亢進および異化亢進にある症例の負の窒素バランスを解消するには、通常の最小要求量よりも多くタンパク質を供給する必要があるかもしれない(Elliott & Biourge, 2006)(表5)。窒素バランスはヒトの重症症例ではタンパク質要求量を決定する際によく使われているが、動物の重症症例ではあまり利用されていない。重症の猫では、タンパク質がカロリーの30~50%を占めるようにすべきである(Chan & Freeman, 2006)。タンパク質要求量は一般に臨床的判断と、腹膜炎、排液性の創傷、重度の熱傷などではタンパク質要求量が顕著に増加し、尿毒症、肝性脳症などでは調整が必要であるという認識に基づいて概算される。食事中のタンパク質源は消化率が高く、全ての必須アミノ酸を含むものでなくてはならない。仮に猫にヒト用の液体製剤を使用する場合は注意を要する。ヒト用の製剤は一般に猫の高いタンパク質要求量を満たしていないため、アルギニン、タウリン、およびアラキドン酸のような必須アミノ酸が不足している。

表5 - タンパク質要求量は概して重症な猫の方が健康な猫よりも高い

タンパク質/カロリー比は健康な猫の80g/1000kcalに対し重症猫では110g/1000kcalである。

正常な猫のタンパク質要求はRERの28%を示すのに対し、重症猫では40%を示す。

猫の特殊性

- 高いタンパク質要求量
- 高いタウリンおよびアルギニン要求量

分枝鎖アミノ酸(BCAA)であるロイシン、イソロイシン、バリン(またはその代謝産物)は、筋タンパクの合成速度の増加、またはタンパク質分解速度の低下によってタンパク質代謝の調節と同化に寄与している。ヒトの研究では、BCAAがストレス下にある症例の窒素バランスに良好な作用をもたらすことを報告しているものもある(Skeie et al, 1990)。重症の猫におけるBCAAの有益性を評価した研究は今日までに報告されていない。しかし、猫のアミノ酸の代謝が、BCAAによって良好な作用が得られる可能性を示唆している(Elliott & Biourge, 2006)。

重症または疾病状態のコンパニオンアニマルにグルタミン(GLN)を補給した研究は少ない。Marks et al(1999)はメトレキサート誘発性の腸炎に罹患した猫にGLNを添加したアミノ酸ベースの精製食を与えたが、腸機能を温存することはできなかった。しかし、ヒトでは重症症例にGLNを経腸または経口的に投与した成果を評価している研究が数多くある。ある研究はGLN補給による消化管バリアと転帰に対する良好な作用を報告しているが、他の研究では差異が認められなかったことを報告している。多数のヒトの研究結果を包括すると、GLNには確かに重症な猫の消化管に好ましい作用をもたらす可能性がある。

▶ 炭水化物

猫は代替エネルギー源として以外には、炭水化物に対する絶対要求がない。しかし、炭水化物の補給は糖新生をダウンレギュレートして除脂肪組織の温存に役立つ可能性がある。ただし高血糖を起こしやすいため、重症の猫では過剰な単糖の給与は避けるべきである(Lippert et al, 1993; Chan et al, 2002; Pyle et al, 2004)(表6)。続いて起こるインスリン放出は低リン酸血症、低カリウム血症およびその他の代謝障害を誘発または、悪化させる(Elliott & Biourge, 2006)。更に、猫は消化率の高い炭水化物の大量負荷に対して代謝することが殆どできない。そのため、重症な猫のエネルギー源として炭水化物は推奨されない。

逆に、ビートパルプまたはフラクトオリゴ糖のような発酵性繊維またはプレバイオティクスの含有は重症状態に対して幾つか有益な効果を持つ可能性がある。発酵性繊維はLactobacilliおよびBifidobacteriaといった腸内細菌の成長を促進することで粘膜バリアに良好な作用をもたらす。これらの細菌はClostridiaおよびE.coliといった病原菌の成長を低減させるため、消化管の健康に有益であると考えられている。更に、これらは結腸細胞の栄養となる短鎖脂肪酸のブチル酸、酢酸およびプロピオン酸を産生する。短鎖脂肪酸はナトリウムおよび水分吸収を促進し、粘膜血流および消化管ホルモンの放出を増加させる。これらのメカニズムは腸細胞と結腸細胞の増殖を刺激することで、腸粘膜への栄養的役割に寄与している(Elliott & Biourge, 2006)。

▶ 脂肪

高脂肪食(脂肪がカロリーの40%以上)は重症症例に推奨されている。なぜなら、グルコースよりも遊離脂肪酸の方が異化状態の症例に主要なエネルギー源を提供できるからである。また、脂肪をエネルギー源として優先的に利用することは、タンパク質をエネルギー生成のための異化過程よりも同化過程で利用できるように温存させることに役立っている。更に、脂肪は重量単位当たりのエネルギー密度がタンパク質や炭水化物の2倍以上高いため、より濃縮した食事に行うことができる(表7)。

多価不飽和脂肪酸(PUFA)は細胞膜リン脂質の構成要素として膜の完全性の維持に、またエイコサノイド(プロスタグランジン、トロンボキサン、ロイコトリエン)合成の基質を提供する物質として必要不可欠である。エイコサノイドはインターロイキン-1およびTNF- α といった幾つかのサイトカインの産生を調節しており、重篤な炎症および免疫反応に関与している。EPA(エイコサペンタエン酸)およびDHA(ドコサヘキサエン酸)といった長鎖 ω 3脂肪酸は炎症性メディエーターの合成を低減し(COX-2阻害薬様作用、PGE₂産生の抑制、NF- κ Bの核内移行の減少、およびサイトカイン産生の抑制)、また敗血症を含む様々な疾病状態においても臨床的な有益性をもたらすことが示されている。一方、 ω 6脂肪酸は免疫抑制、腫瘍形成、炎症に重要な役割を持つ(Kerl & Johnson, 2004; Saker, 2006)。

表6 - 重症な猫の炭水化物摂取は健康な猫よりも抑えるべきである

- 正常な猫では炭水化物/カロリー比は40~60g/1000kcalである。
- 正常な猫の炭水化物要求はRERの20~30%を示すのに対して、重症猫では15~20%を示す。

表7 - 脂肪要求量は概して重症な猫の方が健康な猫よりも高い

- 脂肪/カロリー比は正常な猫の60g/1000kcalであるのに対して重症猫では60~80g/1000kcalである。
- 正常な猫の脂肪要求はRERの50%を示すのに対して重症猫では50~70%を示す。

▶ ビタミンとミネラル

ビタミンとミネラルは様々な代謝を促進し、また抗酸化活性の重要な成分である (Saker, 2006)。重症症例向けに調合された食事の電解質 (リン、ナトリウム、カリウム、マグネシウム) は、リフィーディング症候群を防ぐために綿密に評価すべきである (Solomon & Kirby, 1989; Justin & Hohenhas, 1995; Miller & Bartges, 2000; Armitage - Chan et al. 2006)。亜鉛の補給は免疫系を支持し、創傷治癒の促進を補助するため、重症症例に有益となり得る。重症な猫はビタミンB群の要求量が増加している。ビタミンB₁₂は特に膵炎または慢性腸疾患の猫にとって重要である。

▶ 特殊な栄養素

栄養不良と感染への抵抗力低下との関連性は何世紀にも渡って観察されている。多数の研究において、免疫系の調節に及ぼす特殊な栄養素補給の臨床的効果が評価されている (Heyland & Dhaliwal, 2005)。これまでに評価されている免疫調節栄養素にはGLN、アルギニン、長鎖 ω 3脂肪酸、抗酸化物質 (ビタミンC、ビタミンE、タウリン、カロテノイドなど) およびヌクレオチドがある (Chan & Freeman, 2006a)。しかし、重症な猫の免疫系を支持する免疫調節栄養素の最適な組み合わせと用量についてはまだ分かっていない (第14章を参照)。

フリーラジカルは多くの外因性および内因性メカニズムによって作られる不安定な分子である。重症疾患の一般所見である血液量減少、虚血-再灌流障害はフリーラジカルの産生を増加させる可能性がある。フリーラジカルは細胞に酸化傷害を引き起こし、これが最終的には臓器機能不全の一因となる。体は、スーパーオキシドジスムターゼ、グルタチオンペルオキシダーゼ、カタラーゼ、ビタミンE、ビタミンC、タウリン、カロテノイドといったフリーラジカル除去システムを使用して酸化傷害に対抗する。しかし、重症の状態では、酸化物質の産生と抗酸化物質による防御に不均衡が起こっていることが考えられる。そのため、重症症例の食事には抗酸化物質を添加する方が賢明である。

まとめると、免疫機能の強化と創傷修復の促進、そして治療への反応、回復時間および生存期間の改善などの有益な効果が、適切な栄養支持によって得られる (図5)。

▶ 水分

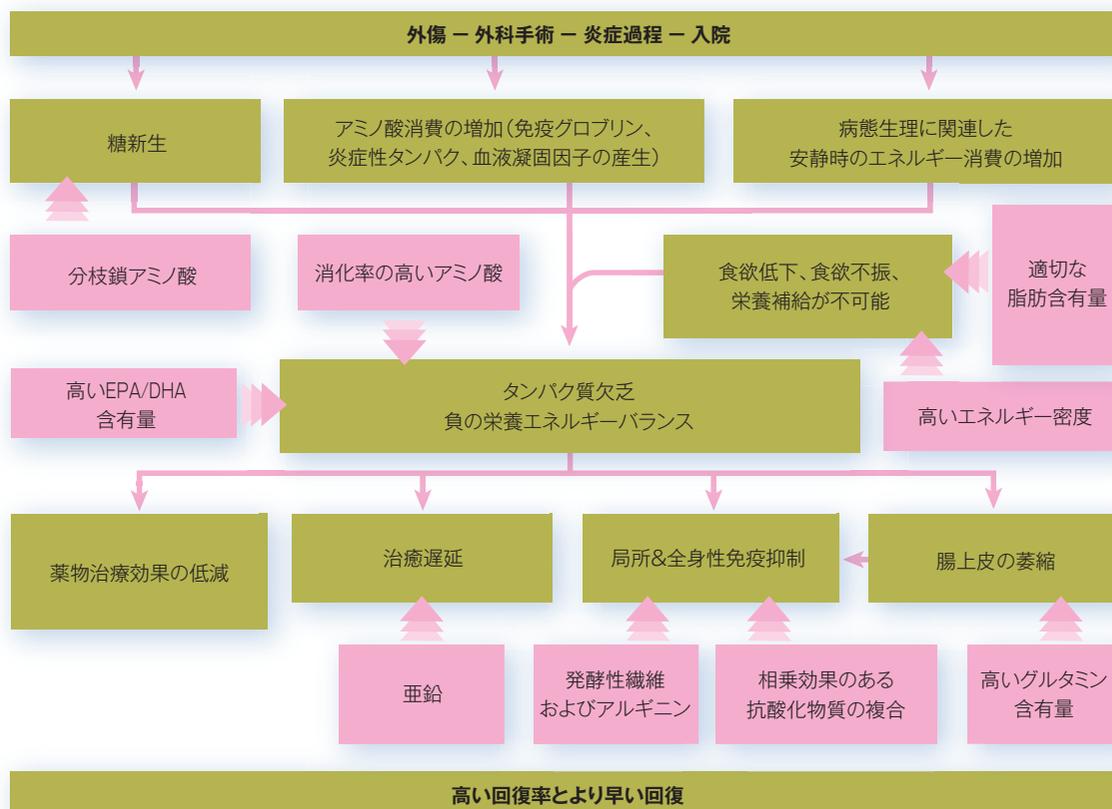
猫の水分要求は、砂漠に生息し、必要な水分の大半を獲物から摂取するように進化した肉食動物としての状態を反映している。つまり猫は、乾きや脱水に対する感受性が犬ほど高くない。

それにもかかわらず、重症の猫は一般に脱水し血液量が減少しているため、体液および電解質バランス、循環血液量の回復には通常は静脈内輸液による支持が必要である。しかし、重症な猫が十分な自由水を確実に摂取できることも検討すべきであり、それには経腸または非経口的投与が利用できる。

5 - 経腸栄養法

ある研究において、猫23頭と犬2頭に対して経腸栄養が給与された割合が調査された (Michel & Higgins, 2006)。この研究では、明確に計画された経腸栄養法では投与の成功率が良好であったことを報告した。更に、Nutritional Support Serviceへの相談によって、給与された栄養が推定RERを満たす率が改善した。

図5 - 回復の速度を早め、臨床的成果を高めるための栄養学的キーポイント



▶ “補助的” 給与方法

猫は食事に対して一定の好みを持つ傾向があることが知られており、新しい食事を拒絶することがある。匂いまたは食事が好ましい結果と関連付けられると、その食事を再び食べるようになる。逆に、匂いや食事が好ましくない経験や入院といった苦痛と関連すると、次回からその食事を避けるようになる。この現象は嫌悪として知られており、猫はすぐに嫌悪を起こしやすい。猫に何とか食べさせようとする衝動は抑えた方がよい。明らかに食べたがっていない食物を無理やり猫に与えようとすると、誤嚥性肺炎と学習性の食物嫌悪を誘発するリスクが高くなる。

消化器疾患に関連した食事の匂いだけでも十分に嫌悪が惹起される。普段食べている食事を、嫌悪を生じた食物の匂いがする場所で与えるだけでも猫は嫌悪を示すことがある。そのため、病院で猫の食事を準備する際は慎重に行うことが重要である。猫が通常の食事を与えられている時でさえ、匂いが漂ってくると嫌悪反応を引き起こす可能性がある。猫の食事の準備は食事の匂いが猫に届かない場所で行うのがベストである。

食物に幾らか興味を示す猫には、食べる意欲を増加させるために様々な方法を試みることができる。食事を目新しい状況で与える、または別の人から食事を与えてもらう。食事を近くに置いて猫に撫でながら話しかけると、食べることへの関心が刺激されることがある(図6)。

猫はその環境が安全で安心できると感じる必要がある。そのために、獣医師と飼い主は摂食、睡眠、遊びといった主要な行動の為の環境を提供する必要がある、隠れる、避難するといった自然の行動を通して猫が自分のストレスを確実にコントロールできるようにすべきである。入院に伴うもう1つの問題は、猫が常に監視されていることに気づき、そのことを非常に嫌がるという点である。猫が



図6 - 少量のフードを口の中に入れる、または唇や前肢に塗ると、猫の採食を刺激することがある。



© Hermann Bourgeois

図7 - 猫をより大きい犬用のケージに移し、食事、睡眠、トイレの場所を分けることで食欲を回復できることがある。

常に、周囲の物理的構造と匂いを予測できる環境を提供することが、猫の安心感を高めるのに役立つ。入院中の猫は、スペースが狭くて空間的欲求が満たされないと、食べることに不快感を示すことがある(図7)。

早期の満腹感食欲不振の症例によくみられるため、1日の食事をできるだけ頻回に分け、少量の新鮮な食事をその都度与えることが奨められる。猫は少量の食事を1日に何度も食べるのが自然な行動であるため、このことは特に重要である。猫は昼も夜も食べる。そのため、入院環境でも昼と夜に少量の新鮮な食事を複数回与えることで自然の行動を模倣すると、食物摂取が促されるかもしれない。

猫にとっては“口中感覚”が非常に重要であることも覚えておくべきである。多くの猫にとって嗜好性を高める栄養素は水分、脂肪およびタンパク質であり、猫は酸味のある匂いの強い食物を好む。ドライフードに水を加えるか、ウェットフードに切り替えると食物の受け入れが改善することがある。大半の猫は体温と同じくらいの温度の食物を好む。そのため、与える前にフードを温めると食欲不振の猫の採食を促す可能性がある。温かいフードに興味は示すが食べたがらない猫には、冷たくしたフードを与えてみるとよい(Michel, 2001)。上記の方法によって適切なカロリー摂取が得られない猫には、効果的な食事管理を実施するために経腸または非経口栄養法が適用される(Michel, 2001 ; Elliott, 2008)。

▶ 薬剤による食欲刺激

猫の症例において、食欲刺激剤として使われている薬剤は少数である(表8)。これらの薬剤投与には、それに伴う多くの有害作用がある。大半の書物によると、入院している重症症例の栄養管理にこれらの薬物が入る余地はない。適切なカロリー摂取を確実にする唯一の手段は栄養支持(すなわち、チューブフィーディングまたはPN)である。食欲刺激剤は猫がその疾患から回復し、自宅環境に戻ってからであれば採用できる(Chan, 2006)。

▶ 経腸栄養チューブ

経腸栄養は鼻食道、食道瘻、胃瘻または空腸瘻チューブを介して実施できる(Marks, 1998)。経腸栄養チューブは様々な大きさやデザインのものがあり、ラテックスまたはシリコン製である。ラテックスチューブはそれほど高価ではないが、チューブが摩耗して劣化するため、一般に8~12週間以内の交換が必要である。シリコンチューブは通常6~12ヶ月の耐用性があり、瘻孔部位への侵襲が少ない。フィーディングアダプターのセットを経腸チューブに連結できる。

猫におけるこれらの薬剤の使用は各国で適用されているライセンスによって制限されることがある。

表8 - 食欲刺激剤

(Chan, 2006)

薬物	投与量	備考
ベンゾジアゼピン系 ▪ ジアゼパム ▪ オキサゼパム	▪ 0.2mg/kg IV ▪ 0.5mg/kg PO SID~BID	鎮静状態、肝機能不全の猫には禁忌。疾病を持つ猫に使用すると効果は時間と共に弱まる。
シプロヘプタジン	0.2~0.5mg/kg PO BID	抗セロトニン作動性。興奮、攻撃、嘔吐を起こす可能性あり。
塩酸ミアンセリン	2~4mg/kg PO SID	興奮、攻撃、嘔吐



© DA Elliott

図8 - 猫に設置した鼻食道チューブ
大半の重症症例は鼻食道チューブの設置に耐容できるが、一部の個体は鎮静を必要とする場合がある。

■ 鼻食道チューブ

鼻食道チューブは入院している猫の短期間 (<5日) の栄養補給に優れた選択肢である (図8)。設置方法を表9に示す。鼻食道チューブの先端は胃に入れずに食道遠位で留めるべきである。チューブが食道-胃接合部を通過すると、酸の逆流を起こす可能性があり、それによって食道炎を生じると嘔吐や刺激の原因となる。

表9 - 鼻食道チューブ

(Verset et al. 2008 ; Bosworth & Snow, 2004 ; Chan, 2006)

適応	禁忌
<ul style="list-style-type: none"> 消化器系の機能が低下している食欲不振の動物 短期間のチューブフィーディング (<5日) 自発的な食物摂取が禁忌または不可能である (例：顎骨骨折、口腔内外科手術後) 	<ul style="list-style-type: none"> コントロールできない嘔吐 口腔、咽頭、食道に対する外科手術 外傷または食道狭窄 嚥下/食道通過障害 変性意識状態 胃内容排出の遅延 肝管の外科手術 鼻腔の骨折または鼻炎 重度の血小板減少症/血小板症 脳傷害または頭蓋内高血圧 (くしゃみによる頭蓋内圧亢進)
利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> 安価 設置が容易 麻酔が必要ない チューブ設置状態でも飲水や嚥下は可能 使用または抜去前の待機時間がない 	<ul style="list-style-type: none"> 短期間の栄養給与方法 直径が細いことによる不快感 直径が細いため液状のフードで多くの量を与えなければならない エリザベスカラーが自発的な採食の再開を妨げる
準備	
器具	猫
<ul style="list-style-type: none"> 3~5Fの小児用栄養チューブ (PVC、シリコン、テフロン) リドカインスプレー リドカインゲル 非吸収性モノフィラメントの縫合糸と針やシアノアクリレート エリザベスカラー 	<ul style="list-style-type: none"> リドカインを鼻にスプレーする 座位または胸骨臥位に保定する 首を曲げる
挿入	
<ul style="list-style-type: none"> 挿入するチューブの長さを測定 (鼻道から第9肋間まで) し、消えないインクで目印を付ける チューブの周囲にリドカインゲルを塗る チューブを腹側正中に挿入し、目印の位置まで送り込む 少量の接着剤でチューブを固定し、顔および頭の外側の鼻孔に縫合または外科用ステーブラーで止める チューブの位置をX線検査で確認する エリザベスカラーを付ける 	
挿入後	
支持的ケア	合併症/抜去
<ul style="list-style-type: none"> 積極的なリフィーディング 使用前は必ず吸引し胃内容をチェックし、チューブの設置を確認する 使用後は常に閉塞を防ぐためにぬるま湯 (5~10mL) でフラッシュする 	<ul style="list-style-type: none"> 過剰給与 (悪心、逆流、嘔吐、下痢) 誤嚥性肺炎 鼻出血、鼻炎、涙囊炎 胃食道逆流および食道炎 チューブの閉塞 抜去：自発的な採食の再開



図9 - 食道瘻チューブ
食道瘻チューブは軽い麻酔下で、最小限の器具で容易に設置できる。

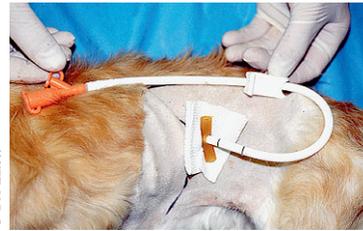
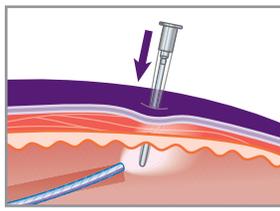


図10 - 麻酔下で設置した胃瘻チューブ
胃瘻チューブは腹壁との密閉状態が形成できるように最短でも7~10日は設置したままにしておかなければならない。

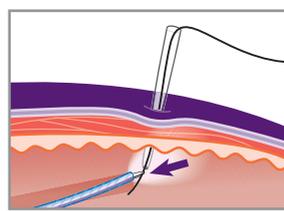


図11 - 意識のある猫に設置されている胃瘻チューブ
大半の猫はチューブへの耐容性が極めて良い。

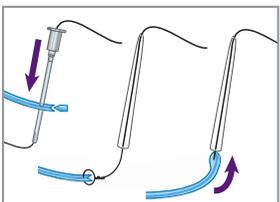
図12 - 経皮内視鏡下胃瘻造設術 (PEG)



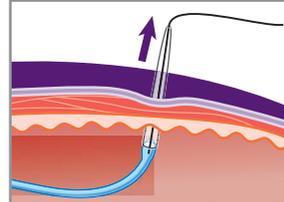
内視鏡を拡張した胃まで進め、その後皮膚と胃を外套針で穿刺する。



外套針にガイドを通して内視鏡鉗子でつかみ、再出現するまでマズルの方向に引く。



アタッチメントを使ってチューブをガイドに固定する。



ガイドとチューブを、チューブの末端が胃壁に達するまで胃の方向に引く。

鼻食道チューブの禁忌は鼻孔を含む重度の顔面外傷を受けた症例、持続的な嘔吐または吐出のみられる症例、意識が十分でない症例、咽頭、喉頭または食道の物理的または機能的異常のある症例である (Marks, 1998)。鼻食道チューブは一般に3~5Fと細い。そのため、鼻食道チューブから与える食事は液体または粉末食を液体で溶いたものに限られる。このチューブフィーディングでは沢山の量を投与する必要があるため、重症症例によっては耐容できない場合がある (Marks, 1998; Yam & Cave, 2003; Chan, 2006)。

■ 食道瘻チューブ

食道瘻チューブは最小限の器具を用いて、軽い麻酔下で容易に設置できる (表10)。唯一の重大な合併症は挿入部位の感染である。そのため、チューブを維持するには術創への細心のケアが不可欠である。猫67頭を対象とした研究において、食道瘻栄養チューブが46頭の猫に設置され、経皮内視鏡下胃瘻栄養チューブ (PEG) が21頭の猫に設置された。これにより食道瘻チューブがPEGチューブに代わる優れた低侵襲性の方法であることが報告された (Ireland et al, 2003)。救急医療の栄養専門獣医師は、食道瘻栄養チューブの設置を習得することが重症な猫の管理には必要不可欠であり、この技術をほぼ全ての臨床現場に導入すべきであると考えている (Chan, 2006) (図9)。

■ 胃瘻チューブ

胃瘻チューブは重症症例に対する長期的な栄養支持法として非常に有益である (図10)。胃瘻チューブは外科的に、または内視鏡下で経皮的に、あるいは盲目的設置装置によって設置できる。猫には16~20Fのチューブが適している。腹壁との密閉状態が形成できるように最短でも7~10日は設置したままにしておかねばならない。これらのチューブは慢性的な疾患または食欲不振の症例に数週間から数ヶ月間は容易に維持できる (Elliott et al, 2001; Luhn et al, 2004; Mesich & Mesich & Snow, 2004; Thompson et al, 2004) (図11)。胃瘻チューブが漏洩したり早期に除去された場合、起こり得る合併症は腹膜炎である。PEGの方法は図12に示す。

■ 空腸瘻チューブ

空腸瘻チューブは胃と膵臓をバイパスするため、重度の膵炎、瀰漫性胃粘膜疾患、持続的な嘔吐または胃内容物排出遅延の症例に使用できる。空腸瘻チューブは全身麻酔下で開腹術による外科

表10 - 食道瘻チューブ

(Verset et al, 2008 ; Von Werthen & Wess, 2001 ; Bosworth et al, 2004 ; Vannatta & Snow, 2004 ; Chan, 2006)

適応	禁忌
<ul style="list-style-type: none"> 経腸栄養>7日 長期的な食欲不振 口腔および頭部外科の術後 口腔障害 鼻食道チューブが禁忌の時 	<ul style="list-style-type: none"> コントロールできない嘔吐 原発性または続発性食道疾患(食道炎、巨大食道症、外傷、狭窄) 異物、外科手術または食道腫瘍 胃内容排出の遅延 肝管の外科手術
利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> 耐容性が良好 安価である 設置が容易 チューブの口径が大きい カロリー密度の高い食事が利用できる 長期的な栄養補給(1~12週) 	<ul style="list-style-type: none"> 設置には全身麻酔が必要 外科的手技
準備	
器具	猫
<ul style="list-style-type: none"> 気管内チューブ ロチェスターカーマルト鉗子 8~12F 40cmの小児用栄養チューブ(PVCまたはシリコン) 非吸収性モノフィラメントの縫糸と縫合器具 エリザベスカラー 	<ul style="list-style-type: none"> 全身麻酔を施し気管チューブを設置する 右側横臥位 左外側頸部領域を剪毛し、外科処置の準備をする
挿入	
<ul style="list-style-type: none"> 挿入するチューブの長さを測定(食道の近位1/3から第8または9肋骨まで)し、消えないインクで目印を付ける 小型のメス刃でチューブにある出口側の横穴を長くする 頸静脈、下頸後静脈および口腔顔面静脈の位置を確認する 口の中にカーマルト鉗子を挿入し外側に圧をかけながら近位食道まで直接下降させ、舌骨の尾側および喉頭の入り口まで進める カーマルト鉗子の先端を背側に回転させ、食道を皮膚に向かって押す 皮膚の上からカーマルト鉗子の先端を触知する 器具の先端を覆う皮膚を食道まで切開する(食道粘膜は皮膚よりも切開が難しい) 切開部から粘膜を貫通するまで器具の先端を優しく押し進める カーマルト鉗子の先端が開くように切開部をわずかに拡大させる カーマルト鉗子の先端部に食道瘻チューブを置く カーマルト鉗子を閉じ、付着しているチューブと共に口腔から抜く カーマルト鉗子の先端を開く チューブの先端を曲げて口の中に再び導入し食道内へ進める 曲げたチューブを食道内に押し入れると同時に近位端を優しく外側に向けて引っ張る 食道内のチューブの向きを変えわずかな“反転”を作る チューブが中咽頭内に存在していないことを確認するために中咽頭を視覚的に確認する 挿入部分を再び洗浄し、巾着縫合を施した後“チャイニーズフィンガートラップ”縫合を行う 頸部周囲に軽くバンデージを施す X線検査で正確な設置を確認する 	
挿入後	
支持的ケア	合併症/抜去
<ul style="list-style-type: none"> 創傷部のモニタリングと包帯の交換を術後3~5日間、その後2~3日ごとに行う 設置後24時間は使用を控える 段階的なリフィーディング 使用前には常に吸引し胃内容をチェックし、チューブの設置を確認する 使用後は常に閉塞を防ぐためにぬるま湯(5~10mL)で洗い流す 	<ul style="list-style-type: none"> 過剰給与(悪心、逆流、嘔吐、下痢) 設置部位における頸静脈の穿孔 誤嚥性肺炎 胃食道逆流、嘔吐/吐出 瘻孔部位における局所的な感染 閉塞 チューブを早い時期に除去した場合、蜂巣織炎

表11 - リフィーディングプログラムの決定

<p>食欲不振<3日間の場合</p> <p>3日間で安静時エネルギー要求量 (RER) を満たすように計画</p>
<p>1日目: RERの1/3</p> <p>2日目: RERの2/3</p> <p>3日目: RERの全量</p>
<p>食欲不振>3日間の場合</p> <p>5日間でRERを満たすように計画</p>
<p>1日目: RERの1/4</p> <p>2日目: RERの1/2</p> <p>3日目: RERの2/3</p> <p>4日目: RERの3/4</p> <p>5日目: RERの全量</p>

的な設置を必要とする。新しい設置手技が報告されているが、それによると胃瘻チューブから空腸瘻チューブを導入し内視鏡と共に幽門を通過して下降させている (Heuter, 2004; Jergens et al, 2007)。チューブの直径が細く、空腸内に設置することから、栄養補給には持続注入ポンプで液状食を投与しなければならない。そのため、空腸瘻チューブは院内での使用に限られる。チューブを早期に抜去した場合、腹膜炎を起こす可能性がある。禁忌は腹水、腹膜炎、免疫抑制、小腸遠位の閉塞である (Heather et al, 2004)。

■ 栄養支持の方法

栄養支持は徐々に導入すべきである。一般に1日のカロリー摂取量の1/3~1/4を初日に給与する。合併症が起これなければ、給与量を漸増させ、3または4日目までに総カロリー要求量に到達させるようにする (Bartges et al, 2004; Elliott & Biourge, 2006) (表11)。必要であれば、食事と水をミキサーにかけ、栄養チューブを確実に通過できるようにする。食欲不振の期間と猫の耐容性によって、1日の総量を4~6回に分けて給与する。

胃の運動障害は重症症例における一般的な異常である。消化管運動促進剤は重症症例の消化管運動と栄養補給への耐容性に有益な影響を与える (Corke, 1999; Booth et al, 2002)。嘔吐や悪心が問題である猫には制吐剤を考慮すべきである (表12)。メクロプラミドは、制吐作用に加えて胃内容排出遅延が問題の症例に有益な場合がある (Michel, 2001; Mohr et al, 2003)。Chan & Freeman (2006)はメクロプラミド1~2mg/kg/日の持続点滴を推奨している。より最近では、HT₃拮抗薬に属する強力な制吐剤 (オンダンセトロン、ドランステロン) が推奨されているが、有効性試験は行われていない。新しいタイプの制吐薬 (NK-1拮抗薬であるマロピタント) が導入されているが、猫では臨床治験に乏しい。

よくある誤解は、経腸チューブで栄養補給されている動物は自発的に食べないため、自由採食による給与は控えるという点である。原発疾患が対処されれば食欲不振は一般的に解決する。そのため、食欲を評価するためと、経腸チューブによる栄養補給をいつ頃から中止できるのかを決定するために、猫に食物を与えてみるとよい。

■ 合併症

● 誤嚥性肺炎

経腸栄養補給の最も深刻な合併症は誤嚥性肺炎である。これは重症の猫における致命的な合併症である。誤嚥のリスクがある症例には、過去に誤嚥性肺炎を起こしたことのある症例、鎮静剤や特定の鎮痛剤の投与も含めて精神状態に障害のある症例、神経学的障害のある症例、咳や咽頭反射が少ないか起これない症例、人工呼吸を受けている症例が含まれる (Michel, 2004, 2006)。鼻食道チューブが食道から気管に変位すると誤嚥性肺炎を引き起こす。チューブによる給与の前にチューブの正確な位置を確認することで、誤嚥性肺炎のリスクを最小限に抑えることができる。

表12 - 制吐剤の選択

(Michel, 2001)

薬剤	投与量	備考
メクロプラミド	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0.2~0.4mg/kg IV, SC, PO TID ▪ 1~2mg/kg/日 IV CRI 	胃内容排出の促進および化学受容体引金帯への中核的作用 (猫では中枢への作用は他の動物種よりも強くない)
オンダンセトロン	0.1~0.15mg/kg ゆっくり IV BID	中枢神経の化学受容体引金帯への中核的作用 (5HT ₃ 拮抗剤)

これらの薬剤の猫への使用は各国で認可されているライセンスに従って制限されることがある。

● 機械的合併症

チューブの閉塞、早期の抜去、脱落といった機械的合併症は経腸栄養法に認められる一般的な合併症である。チューブの閉塞は投与前に食事を適切に希釈および混合することで最小限に防止できる。経腸栄養剤をチューブ内に残してはならないため、各給与後と、消化管内容をチューブから吸引した場合は必ずぬるま湯でチューブをフラッシュする。設置前にチューブ遠位の側穴を拡大しておくこと食道瘻チューブの閉塞を劇的に減少できる。閉塞の除去を容易にする方法としては、水をフラッシュおよび吸引しながらチューブの外側をマッサージする、炭酸飲料、食肉軟化剤または酵素溶液を15～20分注入しておく、またはポリウレタンカテーテルを優しく通して閉塞物を除去する、などが挙げられる。最終手段はチューブの抜去と再設置である。

栄養チューブを使って猫に薬物投与したいと考えることもあるが、これは注意して実施すべきである。可能であれば、液剤のみを栄養チューブから投与するべきである。粘性のある薬物は水で希釈し、錠剤は細かい粉に砕いてから水と混ぜる。1回につき1種類の薬剤だけを投与するようにし、腎臓病に対するリン吸着剤を除いて、薬剤と薬剤、または薬剤と栄養素の相互作用を避けるために時間をおいて経腸投与すべきである。

早期のチューブの抜去または脱落に対しては、猫にとって不快感の少ないチューブを選択し、必要に応じてエリザベスカラーまたはボディアップを使用することがベストの予防策である。チューブの設置時に、チューブが体から出る部位に消えないインクで印を付けておくと、チューブが元の位置から移動したかどうかをモニターするのに役立つ。チューブの位置が疑わしい場合には常にX線検査で確認すべきである。ヨード系の造影剤を胃瘻または腸瘻チューブに注入し腹腔内への漏洩を確認することができる (Michel, 2004)。

● 食事給与への不耐性

食事給与への不耐性は特に重症の動物では一般的に認められる。持続的かつ頻繁な嘔吐が見られる(1日3回以上)動物には経腸ルートで栄養補給を行うべきではないかもしれない。頻度の低い(1日2回以下)少量の嘔吐が見られる猫では給与法の変更が奨められる。例えば、少量を長時間かけて投与することによって食事給与への不耐性が改善することが多い。ボラス給与に依然として耐えられない場合、持続的注入による給与によって食事給与に対する耐性を改善できる可能性がある。非常に低速(例:2mL/時)で開始し、猫の反応を見ながら1日のカロリー摂取量に達するまでゆっくり速度を増加させる事が推奨される。その場合は、カロリー目標の達成が2～3日遅れるかもしれない (Marks, 1998 ; Michel, 2004 ; Chan, 2006 ; Chan & Freeman, 2006)。

● 代謝性合併症

栄養支持によって様々な種類の代謝障害が起こることがある。

■ 栄養同化能の低下

例えば、腎機能障害の猫は高タンパク食によって高窒素血症になる可能性がある。この障害は栄養計画を作成する前に徹底的な栄養評価を行うことによって予測できる。

■ リフィーディング症候群

リフィーディング症候群は、長期的な飢餓状態または異化を起こす疾患の結果により、重度の筋肉消耗を起こしている症例に発生する可能性がある (Michel, 2004 ; Armitage-Chan et al, 2006)。この問題はおそらく、重症症例の栄養支持に伴うより重度の合併症であり、発生は稀ではあるが経口、経腸または非経口栄養の後に発生することがある。ヒトでは、この症候群によって心筋機能の低下、不整脈、低換気、痙攣発作および精神機能異常、好中球機能不全、筋肉の虚弱および溶血性貧血など広範な全身の影響が引き起こされる。



救急医療

© Isabelle Goy - Thollor

栄養チューブを猫の薬物投与に使う場合は、十分に注意して実施すべきである。



リフィーディング症候群の予防には、栄養支持の開始前に体液、電解質および酸塩基状態を安定化させることが必要である (Armitage-Chan et al, 2006)。

■ 高血糖症

高血糖症はもう1つの一般的な代謝性合併症であり、獣医療では最近になって注目されている。重症動物に高血糖症を生じた場合に起こり得る影響は感染率と死亡率の上昇であるが、インスリン投与の適用とその転帰への影響については不明である (Chan et al, 2006; Crabb et al, 2006)。栄養支持に伴う高血糖のリスクは非経口栄養法の方に多く見られる (Crabb et al, 2006)。

■ 輸液過多

経腸栄養チューブで使用する食事は80%以上が水分であり、また給与の最後に経腸チューブをフラッシュするためにも水が使われる。その結果、栄養支持を受けている猫には輸液過多が生じる可能性がある。心疾患のある症例では、経腸チューブで大量の栄養補給を受け、更に静脈内輸液を受けると輸液過多のリスクが最も高くなる。輸液過多の臨床症状は、呼吸困難、肺水腫、および胸水である。これを防ぐためには、徹底的な臨床的評価を行って最もリスクの高い症例を確認し、水和状態を維持しながら輸液過多を避けるための適切な栄養および輸液計画を立てることが必要である (Chan & Freeman, 2006)。

■ モニタリングと再評価

経腸栄養法を受けている症例をモニタリングするためのパラメーターには体重、血清電解質、経腸栄養チューブの開通性、瘻孔部位の状態、および消化管不耐性、容量過多、誤嚥の臨床所見が含まれる (Chan & Freeman, 2006)。症例の変化による要求と耐受性に合わせて、選択した食事のカロリーと、実際の主要栄養素の組成を調整する必要があるかもしれない。計算した量に耐容できない症例では、経腸栄養補給量を減らし、経腸栄養補給に非経口栄養補給を加えることを検討すべきである。継続的な再評価によって、補助給与から自発的な採食に移行させる時期を決めることができる。栄養支持の中止は、猫が補助なしでRERの75%以上を摂取できるようになってから初めて決定すべきである (Chan, 2006)。

6 - 非経口栄養法

非経口栄養法の基本的な適応には、コントロールできない嘔吐、吐出、急性膵炎、腸閉塞、重度の吸収不良、長期的なイレウス、気道の確保の欠如が挙げられる。

非経口栄養法は中心静脈(CPN)あるいは末梢静脈(PPN)から行う。CPNによって動物のエネルギーおよびタンパク質要求量の全てが得られる。PPNからはエネルギーおよび栄養要求量の一

部しか得られない(Chan & Freeman, 2006; Delaney et al, 2006)。

CPNは非経口栄養を必要とする猫においてしばしば好ましい方法である。CPNの欠点は、中心静脈へのアクセスの必要性(頸静脈または大腿静脈カテーテル設置)と、やや費用がかかること、そして代謝性合併症を起こしやすいことである。溶液が高浸透圧であるため、CPNは中心静脈アクセスが必要である。溶液の浸透圧が高くなるほど、静脈血栓症の発生率が高くなる(Chandler et al, 2000)。猫における非経口栄養補給に関する報告は比較的少数しかない(Lippert et al, 1993; Chan et al, 2002; Pyle et al, 2004; Crabb et al, 2006)。猫における非経口栄養補給の主な適応症は膀胱炎であると思われる(Chan et al, 2002; Pyle et al, 2004; Crabb et al, 2006)。

▶ 成分

CPNおよびPPNの輸液はどちらもデキストロース溶液、アミノ酸溶液および脂質溶液の組み合わせである。最も一般的に使われるアミノ酸溶液には、タウリンを除く猫の大半の必須アミノ酸が含まれている。しかし、非経口栄養法の使用は一般に10日を超えないため、タウリン欠乏症が臨床的合併症となることはまずない。アミノ酸溶液は電解質を含むものと含まないものを入手できる。血清電解質が正常である猫には一般に、電解質を含むアミノ酸溶液を投与するが、電解質異常のある症例にはそれを個別に補正できるよう、電解質を含まないアミノ酸溶液を投与すると良い(Chan & Freeman, 2006; Freeman & Chan, 2006)。電解質を含むものと含まないものとは、アミノ酸溶液の浸透圧も有意に異なる。したがって、最終的な溶液の浸透圧が600mmOsm/L以下である必要があるためPPNは一般に電解質を含まないアミノ酸溶液を使用して作られる。

脂肪乳剤はカロリー密度の高い非経口栄養の成分であり、必須脂肪酸の供給源でもある。デキストロースと脂質の比率は、ホルモン環境と肝臓の代謝状態を反映するように選択すべきである。脂肪乳剤は等張性である。一般的な脂肪乳剤は大豆と紅花油から成り、主にリノール酸、オレイン酸、パルミチン酸およびステアリン酸を含む長鎖多価不飽和脂肪酸を供給する。これらの溶液は卵黄のリン脂質で乳化され、等張性はグリセロールで調整されている。乳化された脂肪粒子は大きさがカイロミクロンと同等であり、末梢のリポタンパクリパーゼの作用によって末梢血から除去される。血清トリグリセリドが増加し、トリグリセリドクリアランス不全が示唆される場合を除き、脂質の輸液が膀胱分泌を増加させる、または膀胱炎を悪化させることは示されていない。獣医療域の症例における脂質投与の最大安全レベルに関するデータはないが、非経口栄養を受けている猫では正常な血清トリグリセリドレベルを維持することが賢明であると思われる(Chan & Freeman, 2006; Freeman & Chan, 2006)。

非経口溶液は、リフィーディングに伴うインスリンを介した細胞内へのカリウム移動を代償するため、40mEq/Lのカリウムを含むように調合すべきである。同様に、最低でも5~10mM/Lのリンを含むように調合すべきである。水溶性ビタミンはビタミンB複合体製剤を添加することで供給できる。これらの製剤は一般に、溶液中のリボフラビンとの不和合性から葉酸を含んでいない。治療期間が1~2週間以下であることが予測される場合には、脂溶性ビタミン、微量元素、およびカルシウムは一般に非経口栄養溶液には含めない。短期間ではカルシウム不足に対しては十分に耐容できると考えられるため、溶液の沈殿をさけるためにカルシウムはルーチンには添加しない。非経口栄養に含まれる微量元素の量は不明である。ビタミンKは非経口栄養溶液に添加すべきではなく、週に1回皮下投与する。

表13 - 猫の部分的非経口栄養補給量を計算するためのワークシート

(Freeman & Chan, 2006)

1. 安静時エネルギー要求量 (RER) を計算する

$$70 \times (\text{現在の体重kg})^{0.75} = \square \text{ kcal/日}$$

2. 部分的エネルギー要求量 (PER) を計算する

$$\text{PER} = \text{RER} \times 0.70 = \square \text{ kcal/日}$$

3. 栄養構成を決定する

3kg以下の動物に対しては、栄養剤を維持輸液要求量よりも高い輸液量を供給する。動物がこの量の液体に耐えられるかどうかを確認する。

■ 体重3~5kgの猫

$$\text{PER} \times 0.20 = \square \text{ kcal/日} \quad \text{デキストロースから}$$

$$\text{PER} \times 0.20 = \square \text{ kcal/日} \quad \text{タンパク質から}$$

$$\text{PER} \times 0.60 = \square \text{ kcal/日} \quad \text{脂質から}$$

■ 体重6~10kgの猫

$$\text{PER} \times 0.25 = \square \text{ kcal/日} \quad \text{デキストロースから}$$

$$\text{PER} \times 0.25 = \square \text{ kcal/日} \quad \text{タンパク質から}$$

$$\text{PER} \times 0.50 = \square \text{ kcal/日} \quad \text{脂質から}$$

4. 1日に必要な栄養液剤の量を計算する

- 5%デキストロース溶液 = 0.17kcal/mLおよび253mOsm/L

$$\text{デキストロースからの} \square \text{ kcal} \div 0.17\text{kcal/mL} = \text{デキストロース} \square \text{ mL/日}$$

- 電解質を含まない8.5%アミノ酸溶液 = タンパク質0.085g/mL

$$= 0.34\text{kcal/mL} \text{ および } 890\text{mOsm/L}$$

$$\text{タンパク質からの} \square \text{ kcal} \div 0.34\text{kcal/mL} = \text{アミノ酸} \square \text{ mL/日}$$

- 20%脂質溶液 = 2kcalおよび260mOsm/L

$$\text{脂質からの} \square \text{ kcal} \div 2\text{kcal/mL} = \text{脂質} \square \text{ mL/日}$$

5. 非経口溶液の1日の総量を計算する

$$\text{PPN溶液の総量} \square \text{ mL}$$

$$= 5\% \text{デキストロース溶液} \square \text{ mL} + 8.5\% \text{アミノ酸溶液} \square \text{ mL} + 20\% \text{脂質溶液} \square \text{ mL}$$

6. 浸透圧を計算する

mOsm/Lは末梢静脈からの投与では600mOsm/L以下とすべきである。

$$5\% \text{デキストロース溶液} \square \text{ mL} \times 0.253\text{mOsm/mL} = \square \text{ mOsm}$$

$$8.5\% \text{アミノ酸溶液} \square \text{ mL} \times 0.890\text{mOsm/mL} = \square \text{ mOsm}$$

$$20\% \text{脂質溶液} \square \text{ mL} \times 0.26\text{mOsm/mL} = \square \text{ mOsm}$$

$$\text{PPN溶液の総量} \square \text{ mL}$$

$$\text{PPN溶液の浸透圧} \square \text{ mOsm}$$

$$1\text{L当りのPPN溶液の浸透圧} \square \text{ mOsm/L}$$

$$= 1000 \times (\text{PPN溶液の浸透圧} \square \text{ mOsm} \div \text{PPN溶液の総量} \square \text{ mL})$$

7. 投与速度の計算

この式によっておおよその維持輸液速度が得られる。

$$\text{PPN溶液} \square \text{ mL/時} = \text{PPN溶液の総量} \square \text{ mL} / 24\text{時間}$$

備考

タンパク質から得られるカロリー：4kcal/g

炭水化物から得られるカロリー：4kcal/g

脂質から得られるカロリー：9kcal/g

▶ 配合と処方

非経口栄養剤は滅菌性を維持し、成分の沈殿を予防するために特定の配合手順を必要とする。主要栄養素はグルコース、アミノ酸、脂質の順に混合する。管理上かつ経済的理由から、通常は1日以上の供給量を一度に混合するが、一度に混合して保存(冷蔵)する量は3日分を超えてはならない。非経口栄養の混合剤は冷凍したり加熱してはならない。また未使用分は廃棄する(Campbell et al, 2006; Freeman & Chan, 2006)。

表13と表14は、混合剤を定速で24時間持続投与する時のワークシートである。非経口栄養剤のバッグは24時間以上室温に置いてはならない。

▶ 投与

非経口栄養には無菌的に設置した専用カテーテル(中心または末梢用)が必要である(表15)。厳密な無菌操作と定期的なカテーテルのケアによって細菌による汚染またはカテーテルに関連した感染のリスクを最小限にする必要がある。カテーテルの種類を選択は、製剤(浸透圧と組成)、出血傾向、設置可能な静脈によって異なる可能性がある。3管腔中心静脈カテーテルはCPNに使用されることが多い。このカテーテルは1番目のポートからは採血および間歇的な薬物投与、2番目のポートからは持続的な薬物投与と輸液投与が可能で、3番目のポートはCPN専用を使うことができる(Campbell et al, 2006; Delaney et al, 2006)。CPN溶液は1.2μmのインラインフィルターを通過させて投与すべきであり、輸液ポンプを使用した持続注入で投与すべきである(Chan & Freeman, 2006)。

水和状態、電解質異常、酸塩基障害は非経口栄養補給を開始する前に補正しておかねばならない。それは、栄養補給がこれらの変化を悪化させる可能性があるためである。CPNは24~48時間かけて徐々に開始する。合併症がない場合、投与速度は目標速度に達するまで4時間毎に増加させる(Campbell et al, 2006)。大半の猫は初日に総要求量の50%、2日目には100%の投与に耐えることができる。長期間食物を食べていない猫はよりゆっくりした導入が必要かもしれない(初日に33%、2日目に66%、3日目に100%)。PPNは段階的な導入を必要とせず、初日から100%の投与を開始できる。輸液過多を避けるために、輸液量を調節することが重要である(Campbell et al, 2006; Freeman & Chan, 2006)。

非経口的栄養支持を受けている全ての重症症例には、体温、心拍数、呼吸数、1日2回の体重測定、水和状態の評価、および容態などの身体検査をルーチンに実施する。非経

表14 - 猫の中心静脈栄養量を計算するためのワークシート

(Freeman & Chan, 2006)

1. 安静時エネルギー要求量 (RER) を計算する

$$70 \times (\text{現在の体重kg})^{0.73} = \square \text{ kcal/日}$$

2. タンパク質要求量を計算する

標準 6g/100kcal

要求量の減少 (肝/腎不全) 3~4g/100kcal

$$\text{RER} \div 100 \times \square \text{ g/100kcal} = \text{タンパク質} \square \text{ g/日}$$

3. 1日に必要な栄養液剤の量を計算する

- 電解質を含む8.5%アミノ酸溶液 = タンパク質0.085g/mL = 0.34kcal/mL

$$\text{タンパク質要求量} \square \text{ g/日} \div 0.085 \text{ g/mL} = \text{アミノ酸} \square \text{ mL/日}$$

非タンパク質カロリー

- タンパク質から供給されるカロリーをRERから差し引いて非タンパク質カロリーの必要量を求める

$$\text{タンパク質要求量} \square \text{ g/日} \times 4 \text{ kcal/g} = \text{タンパク質から供給される} \square \text{ kcal}$$

$$\text{RER} - \text{タンパク質から供給されるkcal} = \text{必要な非タンパク質kcal/日}$$

非タンパク質カロリーは通常脂質とデキストロース50/50の混合によって得られる。

しかし、基礎疾患 (糖尿病、高トリグリセリド血症) がある場合、この比率は調整する必要がある。

- 脂質によって非タンパク質kcalの50%を得るには

$$\text{脂質の要求量} = (\text{必要な非タンパク質} \square \text{ kcal/日} \times 0.5) \div 2 \text{ kcal/mL} = 20\% \text{ 脂質} \square \text{ mL}$$

- デキストロースによって非タンパク質kcalの50%を得るには

$$\text{デキストロースの要求量} = (\text{必要な非タンパク質} \square \text{ kcal/日} \times 0.5) \div 1.7 \text{ kcal/mL} = 50\% \text{ デキストロース} \square \text{ mL}$$

4. 溶液の総量

$$\text{TPN溶液の総量} = \text{電解質を含む8.5\%アミノ酸溶液} \square \text{ mL} + 20\% \text{ 脂質溶液} \square \text{ mL} + 50\% \text{ デキストロース溶液} \square \text{ mL} = \square \text{ mL}$$

5. 溶液に加えるカリウムとリンの量の計算

$$\text{希望するカリウム濃度} = \square \text{ mEq/L}$$

- 60mEq/Lのカリウムを含む電解質含有の8.5%アミノ酸溶液の場合

$$\text{アミノ酸溶液から得られるカリウムの量を計算する (アミノ酸} \square \text{ mL} \times 60 \text{ mEq/L}) \div 1000 = \square \text{ mEq/L (TPN溶液の総量} \square \text{ mL中に} \square \text{ mEq)}$$

希望するカリウム濃度にするために非経口溶液に加えるカリウムの量

$$= (\text{希望するカリウム濃度} \square \text{ mEq/L} - \text{実際のカリウム濃度} \square \text{ mEq/L}) \times \text{TPN溶液の総量} \square \text{ mL} = \square \text{ mEqのKを加える}$$

- 30mEq/Lのリンを含む電解質含有の8.5%アミノ酸溶液の場合

$$\text{希望するリン濃度} = \square \text{ mM/L}$$

$$\text{アミノ酸溶液から得られるリンの量を計算する (アミノ酸} \square \text{ mL} \times 30 \text{ mM/L}) \div 1000 = \square \text{ mM}$$

- 15mM/Lのリンを含む電解質含有の20%脂質溶液の場合

$$\text{脂質溶液から得られるリンの量を計算する (脂質} \square \text{ mL} \times 15 \text{ mM/L}) \div 1000 = \square \text{ mM}$$

$$\text{非経口溶液から得られるリンの量} = \text{総量} \square \text{ mLのTPN溶液におけるアミノ酸溶液からの} \square \text{ mM/L} + \text{脂質溶液からの} \square \text{ mM/L} = \square \text{ mM/L}$$

希望するリン濃度にするために非経口溶液に加えるリンの量

$$= (\text{希望するリン濃度} \square \text{ mM/L} - \text{実際のリン濃度} \square \text{ mM/L}) \times \text{TPN溶液の総量} \square \text{ mL} = \square \text{ mMのリンを加える}$$

6. ビタミンBの補給の考慮

7. 投与速度

$$1 \text{ 日目} : \square \text{ mL/時間}$$

$$2 \text{ 日目} : \square \text{ mL/時間}$$

$$3 \text{ 日目} : \square \text{ mL/時間}$$

表15 - 猫の非経口投与に推奨される中心および末梢静脈内カテーテル

(Campbell et al, 2006)

カテーテルの使用	素材	口径	サイズ	長さ
頸静脈からのCPN	ポリウレタン	2~3	4~5.5 F	8~13 cm
伏在静脈からのCPN	ポリウレタン	3	5.5~7 F	30 cm
末梢静脈からのPPN	どれでも良い	1	-	どれでも良い

表16 - 非経口栄養における潜在的な合併症

(Freeman & Chan, 2006)

	合併症のタイプ	リスクを低減するための対策
機械的	<ul style="list-style-type: none"> ラインの破綻 ラインが噛まれる ラインの切断 血管周囲浸潤 カテーテルの閉塞 静脈炎 血栓症 	<ul style="list-style-type: none"> カテーテルの無菌的設置 カテーテルとラインの無菌的操作 エリザベスカラーの使用 毎日バンデージを交換し、腫脹、紅斑、カテーテルの位置異常についてカテーテル部位をチェックする
代謝性	<ul style="list-style-type: none"> 高血糖 低血糖 (非経口栄養を中止したとき) 高/低カリウム血症 高/低クロール血症 高/低ナトリウム血症 高/低リン酸血症 高/低マグネシウム血症 高ビリルビン血症 高トリグリセリド血症 高コレステロール血症 リフィーディング症候群 	<ul style="list-style-type: none"> 控えめなアプローチ (RER) でカロリー要求量を計算する 非経口栄養の開始と中止は段階的に行う グルコースと電解質を毎日モニターする
感染性	<ul style="list-style-type: none"> 敗血症の臨床症状が見られると共にカテーテル先端または血液培養が陽性 	<ul style="list-style-type: none"> 専用カテーテルの維持 血栓形成性の低い材質で作られたカテーテル カテーテルとラインの設置および操作を無菌的な方法で行う 規定された期間でカテーテルを交換する 体温、カテーテル部位、全体的な様子をモニターする 敗血症が疑われたら、非経口溶液とカテーテルの先端を培養する

口栄養療法に関連する合併症をモニターするために、赤血球容積、総タンパク、血中尿素窒素、血清電解質(ナトリウム、カリウム、クロール、イオン化カルシウム)、静脈血液ガスおよび血糖値を4~6時間毎にモニターすべきである(表16)。尿も尿糖について毎日チェックする。血清トリグリセリドとアンモニア濃度も毎日調べるべきである。

▶ 合併症

非経口栄養を投与されている猫においても、代謝性、機械的および感染性の合併症が起こり得る。

非経口栄養を投与されている重症の猫における代謝性合併症の発生率は28~32%の範囲であると報告されている(表16)。計算したエネルギー要求量の全量よりも供給量が少ない場合、代謝性合併症の発生率はより低くなるように思われた(Crabb et al, 2006)。猫で報告されている最も一般的な代謝性合併症には、高血糖、尿糖、脂肪血症、高ナトリウム血症、低カリウム血症、高窒素血症、低カルシウム血症、高クロール血症、高トリグリセリド血症、低リン酸血症、リフィーディング症候群および血小板減少症が挙げられる(Lippert et al, 1993; Chan et al, 2002; Pyle et al, 2004; Campbell et al, 2006; Crabb et al, 2006)。これらによって栄養比率の調整、注入速度の減速、インスリンの投与、カリウムまたはリン酸塩の補給が必要になることがある。高血糖は最も一般的な代謝性合併症であると思われる(Crabb et al, 2006)。うつ血性心不全は体液の移動に続発して起こる可能性がある(Freeman & Chan, 2006)。

非経口栄養を投与されている重症な猫における機械的合併症の発生率は9~56%と報告されている(Lippert et al, 1993; Chan et al, 2002; Pyle et al, 2004; Crabb et al, 2006)。報告されている機械的合併症にはカテーテルの機能不全または脱落、静脈血栓症、投与ラインの損傷または漏洩、偶発的な投与ラインの破綻または閉塞、

および器具の不全が挙げられる。これらの機械的合併症は、確認後すぐに是正され、猫の予後への影響は殆ど無かった(Campbell et al, 2006)。

感染性合併症発生率は3~16%と報告されている(Lippert et al, 1993; Chan et al, 2002; Pyle et al, 2004)。長期的な非経口栄養補給によって生じる腸萎縮は、非経口栄養しか受けていない動物において腸管からの細菌転移と敗血症の発生が多い理由を説明していると考えられる(Campbell et al, 2006)。投与ラインの細菌感染および敗血症は、無菌的設置技術、無菌的非経口栄養剤の混合、手技に精通したスタッフによる定期的なラインのケアによって最小限にできる(Campbell et al, 2006)。局所的または全身性の感染の原因と考えられるカテーテルは全て迅速に抜去することが望ましい。感染性合併症の可能性には、血液培養が陽性であること、発熱動物のカテーテル部位が化膿していること、発熱動物のカテーテル先端または非経口溶液の細菌培養が陽性であること、好中球数が異常に多いことが挙げられる(Campbell et al, 2006)。

非経口栄養補給を受けている猫の総体的な死亡率は19~52%と報告されているが、これは猫の

基礎的な医学的状态によって影響されることが考えられる (Lippert et al, 1993 ; Chan et al, 2002 ; Pyle et al, 2004 ; Campbell et al, 2006)。Chan et al (2002)は、非経口栄養を中心静脈から投与されている猫と末梢から投与されている猫で機械的、代謝性、感染性合併症の発生率に差異を認めなかった。同時にこの研究は、PN投与中に経腸栄養を併用したことが生存率の改善と関連していたことを示した。

▶ 非経口栄養の中止

腸萎縮という問題を避けるために、経口摂取または経腸栄養への移行は出来るだけ早く行うべきである。獣医療では、非経口栄養が投与されるのは一般に1週間以内である。非経口栄養を中止する前に猫が経口摂取または経腸栄養に耐えることができ、かつ十分な量 (RERの75%以上) を摂取できていることを確認することが重要である。猫が食べられるようになったら、その食欲を評価するために食物を定期的に与える。食欲不振であれば栄養チューブを設置する。低血糖を予防するため、適切な内分泌平衡を回復するための時間を取るために、CPN投与は12~24時間かけて速度を徐々に低下させることが提案される。PPNはこの段階的減少を行わずすぐに中止できる (Campbell et al, 2006 ; Freeman & Chan, 2006)。

支持療法の一部として非経口栄養を利用することは、特定の状況の動物にとって価値の高い補助治療になる。猫に特有な栄養要求と代謝を考えると、PNの調合についての更に詳細な研究により、総合的な合併症発生率が低く、猫により適した製剤が開発されることになるだろう。

まとめ

猫が自分から食べるようになるまで待つ (この過程で重度の体組織の減少を起こす) という考えから、猫の生命を脅かす状態が安定したら栄養支持をできるだけ早期に積極的に導入するという考えへと変化しているのは明らかであり、クリティカルケアにおける栄養管理は目覚ましく発展している。

重症疾患は栄養代謝を変化させるだけでなく、最終的には症例の死亡率と合併症率のリスクを高める。管理上、極めて重要なステップは、症例に栄養補給する必要性を早期に認識し、カロリーと栄養素の摂取量を症例の代謝環境に適合させ、治療を最大限に活かして合併症のリスクを最小限にするために継続的なモニタリングを行うことである。積極的な栄養管理は重症症例の生存率を上げるだけでなく、重症状態からの回復と退院を早めるのにも役立つ。

救急医療における栄養補給に関する誤った認識

誤	正
<p>栄養はさほど重要な問題ではない。他の治療やケアのプロトコルに優先するものでも緊急を要するものでもない。</p>	<p>栄養支持は重要な生命機能を支持する救急治療の代わりにはならない。しかし、軽視してはならない。集中治療を行っている間、総合的な検査の一部として状態と栄養要求量を毎日評価する必要がある。</p>
<p>猫は1~2日すれば自分で食べるようになるだろう。</p>	<p>集中治療室での経過は目まぐるしく変わるため、猫が適切に採食できていない時間は常に過小評価される。栄養支持は時間がかかり、侵襲的な施術(例：食道瘻または胃瘻)が要求されることもあるため、獣医師は猫が自ら食べ始めるだろうと期待して実施を長引かせてしまう。食欲不振は集中治療において最もよく認められる臨床症状の1つである。治療、麻酔、外科手術および入院のストレス全てが食欲不振を引き起こす要素である。</p>
<p>輸液により猫の栄養要求を満たすことができる。</p>	<p>維持輸液療法はグルコースを供給できるが、栄養支持の一形態であるとは考えられない。その目的は血流量、脱水、酸塩基および電解質不均衡の補正であり、その役割は猫への栄養補給ではない。栄養補給を実践できるのは、正確なプロトコルに従って投与された完全および部分的非経口栄養溶液だけである。</p>
<p>猫が食べたがらなければ直ぐに非経口栄養プロトコルを開始できる。</p>	<p>正確な摂取量を完全に確実に計算できるため、非経口栄養は常に魅力的である。しかし、非経口栄養法はリスクが伴わないわけではなく、手技に精通したスタッフによるモニタリングを必要とする。感染性合併症は特に多く、必要とする多くの生物学的検査にも費用がかかる。</p>
<p>非経口栄養によって誘発される高血糖は現実的な問題ではない。猫には少なくともエネルギーを供給できている。</p>	<p>ヒトでは高血糖が予後の悪化と相関している。猫では疾患の重症度と相関している。高血糖が予後に与える影響と、高血糖をインスリン療法によってコントロールする必要性を確認する研究は猫ではなされていない。現在の推奨事項は、高血糖を誘発する可能性のある治療は避けるということである。</p>
<p>栄養チューブから栄養補給を受けている猫は空腹にならない。他に食べるものを与える必要はない。</p>	<p>それとは逆で、栄養チューブから栄養補給を受けている猫に食べ物を与えることは重要である。これは、猫がどの程度食物に興味を示すのか、また食欲が戻ったのかどうかを評価するのに有用である。栄養チューブを抜去する最適なタイミングを決定するのに役立つ。</p>
<p>栄養チューブは薬剤投与に非常に実用的である。</p>	<p>利用したくなるかもしれないが、栄養チューブから薬剤を投与することは奨められない。薬剤を粉末にするとその吸収と消化管の耐容性が変化する可能性がある。また、一部の薬剤の吸収は食物の組成(脂肪含有量による)によって変化する。また、薬物は同時に投与すると相互作用を起こす可能性がある。</p>
<p>非経口溶液は電解質不均衡を補正できる。</p>	<p>非経口栄養の目的は消化器系をバイパスして栄養素の摂取を行うことであり、電解質の不均衡を是正するものではない。これは従来の輸液療法によって非経口栄養とは別に行うべきである。</p> <p>しかし、一般的な非経口栄養溶液の電解質含有量を確認することは重要である。電解質を含有しているものは、電解質平衡の正常な動物にのみ投与できる。さらに、非経口栄養によって起こる全ての障害の発生を確認するには、これらの猫の電解質平衡をモニターしなくてはならない。猫の電解質平衡が異常な場合は電解質を含まない非経口栄養を用い、同時に電解質を別に補正すべきである。</p>

参考文献

- Armitage - Chan EA, O'Toole T, Chan DL. Management of prolonged food deprivation hypothermia, and refeeding syndrome in a cat. *J Vet Emerg Crit Care* 2006 ; 16 : S34 - 35.
- Atkinson M, Worthley LIG. Nutrition in the critically ill patient : Part I. Essential physiology and pathophysiology. *Critical Care and Resuscitation* 2003 ; 5 : 109 - 120.
- Barbul A, Hurson M. Arginine. In : Gay S eds. Nutrition and Critical Care. Missouri, Year Booh Inc., 1994 ; 107.
- Bartges J, Kirk C, Lauten S. Calculating a patient's nutritional requirements. *Vet Med* 2004 ; 99(7) : 632.
- Biourge V, Massat B, Groff JM, et al. Effects of protein, lipid, or carbohydrate supplementation on hepatic lipid accumulation during rapid weight loss in obese cats. *Am J Vet Res* 1994 ; 55 : 1406 - 1415.
- Booth CM, Heyland DK, Paterson WG. Gastro - intestinal promotility drugs in the critical care setting : A systematic review of the evidence. *Crit Care Med* 2002 ; 30 : 1429 - 1435.
- Bosworth C, Bartges J, Snow P. Nasoesophageal and nasogastric feeding tubes. *Vet Med* 2004 ; 99 : 590 - 594.
- Campbell SJ, Karriker MJ, Fascetti AJ. Central and peripheral parenteral nutrition. *Waltham Focus* 2006 ; 16(3) : 21 - 29.
- Center SA. Feline hepatic lipidosis. *Vet Clin Small Animal* 2005 ; 35 : 225 - 269.
- Chan DL, Freeman LM, Labato MA, et al. Retrospective evaluation of partial parenteral nutrition in dogs and cats. *J Vet Intern Med* 2002 ; 16 : 440 - 445.
- Chan DL. Nutritional support of critically ill patients. *Waltham Focus* 2006 ; 16(3) : 9 - 15.
- Chan DL, Freeman LM. Nutrition in critical illness. *Vet Clin of North America : Small Animal Practice* 2006 ; 36 : 1225 - 1241.
- Chan DL, Freeman LM, Rozanski EA, et al. Alterations in carbohydrate metabolism in critically ill cats. *J Vet Emerg Crit Care* 2006 ; 16 : S7 - S13.
- Chandler ML, Guilford WG, Payne - James J. Use of peripheral parenteral nutritional support in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* 2000 ; 216 : 669 - 673.
- Corke C. Gastric emptying in the critically ill patient. *Crit Care Resusc* 1999 ; 1 : 39 - 44.
- Crabb SE, Freeman LM, Chan DL, et al. Retrospective evaluation of total parenteral nutrition in cats : 40 cases (1991 - 2003). *J Vet Emerg Crit Care* 2006 ; 16 : S21 - 26.
- Delaney SJ, Fascetti AJ, Elliott DA. Nutrition and critical care in dogs. In : Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition. Paris : Aniwa SAS, 2006 ; 426 - 447.
- Detsky AS, Mclaughlin JR, Baker JP, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? *J Parenter Enteral Nutr* 1987 ; 11 : 8 - 13.
- Elliott DA. Nutritional assessment. In : Silverstein D, Hopper K (eds). Critical Care Medicine, St Louis, Elsevier, 2008.
- Elliott DA, Biourge V. Critical care nutrition. *Waltham Focus* 2006 ; 16(3) : 30 - 34.
- Elliott DA, Riel DL, Rogers QR. Complications and outcomes of gastrostomy tubes used for the nutritional management of renal failure in dogs : 56 cases (1994 - 1999). *J Am Vet Med Assoc* 2000 ; 217 : 1337 - 1342.
- Fascetti AJ, Maudlin GE, Maudlin GN. Correlation between serum creatine kinase activities and anorexia in cats. *J Vet Intern Med* 1997 ; 11 : 9 - 13.
- Freeman LM, Chan DL. Total parenteral nutrition. In : DiBartola SP, editor. Fluid, Electrolyte, and acid - base disorders in small animal practice. 3rd ed. St Louis (MO) : Saunders Elsevier 2006 ; 584 - 601.
- Heather F, Bartges J, Snow P. Enterostomy feeding tubes. *Vet Med* 2004 ; 99 : 627 - 630.
- Heuter K. Placement of jejunal feeding tubes for post - gastric feeding. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004 ; 19 : 32 - 42.
- Heyland DK, Dhaliwal. Immunonutrition in the critically ill patients : from old approaches to new paradigms. *Intensive Care Med* 2005 ; 31 : 501 - 503.
- Ireland LM, Hohenhaus AE, Broussard JD, et al. A comparison of owner management and complications in 67 cats with esophagostomy and percutaneous endoscopic gastrostomy feeding tubes. *J Am Anim Hosp Assoc* 2003 ; 39 : 241 - 246.
- Jergens AE, Morrison JA, Miles KG, et al. Percutaneous endoscopic gastrojejunostomy tube placement in healthy dogs and cats. *J Vet Intern Med* 2007 ; 21 : 18 - 24.
- Justin RB, Hohenhaus AE. Hypophosphatemia associated with enteral alimentation in cats. *J Vet Intern Med* 1995 ; 9 : 228 - 233.
- Kerl ME, Johnson PA. Nutritional plan : matching diet to disease. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004 ; 19 : 9 - 21.
- Kienzle E. Effect of carbohydrate on digestion in the cat. *J Nutr* 1994 ; 69 : 102 - 114.
- Kirby R. The cat is not a small dog in ICU : Part I and II. In : WSAVA eds. World Small Animal Veterinary Association congress proceeding. 2004.
- Lippert AC, Fulton RB, Parr AM. A retrospective study of the use of total parenteral nutrition in dogs and cats. *J Vet Intern Med* 1993 ; 7 : 52 - 64.
- Luhn A, Bartges J, Snow P. Gastrostomy feeding tubes : percutaneous endoscopic placement. *Vet Med* 2004 ; 99 : 612 - 617.
- Marik PE, Zaloga GP. Early enteral nutrition in acutely ill patients : A systematic review. *Crit Care Med* 2001 ; 29 : 2264 - 2270.
- Marik PE, Zaloga GP. Meta - analysis of parenteral nutrition versus enteral nutrition in patients with acute pancreatitis. *BMJ* 2004 ; 328 : 1407.
- Marks SL. The principles and practical application of enteral nutrition. *Vet Clin of North America : Small Animal Practice* 1998 ; 28 : 677 - 709.
- Marks SL, Cook AK, Reader R, et al. Effects of glutamine supplementation of an amino acid - based purified diet on intestinal mucosal integrity in cats with methotrexate - induced enteritis. *Am J Vet Res* 1999 ; 60 : 755 - 763.

- Mesich ML, Bartges J, Tobias K, et al. Gastrostomy feeding tubes : surgical placement. *Vet Med* 2004 ; 99 : 604 - 610.
- Michel KE. Deciding who needs nutritional support. *Waltham Focus* 2006 ; 16(3) : 16 - 20.
- Michel KE. Management of anorexia in the cat. *J Feline Med Surg*. 2001 ; 3 : 3 - 8.
- Michel KE. Preventing and managing complications of enteral nutritional support. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004 ; 19 : 49 - 53.
- Michel KE, Higgins C. Investigation of the percentage of prescribed enteral nutrition actually delivered to hospitalized companion animals. *J Vet Emerg Crit Care* 2006 ; 16 : S2 - S6.
- Miller CC, Bartges JW. Refeeding syndrome. In : Bonagura JD. Ed. *Kirk's Current Veterinary Therapy XIII, Small Animal Practice*. Philadelphia : WB Saunders Co ; 2000 : 87 - 89.
- Mohr AJ, Leisewitz AL, Jacobson LS, et al. Effect of early enteral nutrition on intestinal permeability, intestinal protein loss, and outcome in dogs with severe parvoviral enteritis. *J Vet Inter Med* 2003 ; 17 : 791 - 798.
- Morris JG, Rogers QR. Ammonia intoxication in the near adult cat as a result of dietary deficiency of arginine. *Science* 1978 ; 199 : 431.
- O'Toole E, Miller CW, Wilson BA, et al. Comparison of the standard predictive equation for calculation of resting energy expenditure with indirect calorimetry in hospitalized and healthy dogs. *J Am Vet Med Assoc*. 2004 ; 225 : 58 - 64.
- Pyle SC, Marks SL, Kass PH. Evaluation of complications and prognosis factors associated with administration of total parenteral nutrition in cats : 75 cases (1994 - 2001). *J Am Vet Med Assoc* 2004 ; 225 : 242 - 250.
- Remillard RL, Darden DE, Michel KE, et al. An investigation of the relationship between caloric intake and outcome in hospitalized dogs. *Vet Therapeutics* 2001 ; 2 : 301 - 310.
- Saker KE. Nutrition and immune function. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2006 ; 36 : 1199 - 1224.
- Skeie B, Kvetan V, Gil KM, et al. Branch - chain amino acids : Their metabolism and clinical utility. *Crit Care Med* 1990 ; 18 : 549 - 571.
- Solomon SM, Kirby DF. The refeeding syndrome. A review. *J Parenter Enteral Nutr* 1990 ; 14 : 90 - 97.
- Syring RS, Otto CM, Drobatz KJ. Hyperglycemia on dogs and cats with head trauma : 122 cases (1997 - 1999). *J Am Vet Med Assoc* 2001 ; 218 : 1124 - 1129.
- Thompson K, Bartges J, Snow P. Gastrostomy feeding tubes : percutaneous, nonsurgical, nonendoscopic placement. *Vet Med* 2004 ; 99 : 619 - 626.
- Vanatta M, Bartges J, Snow P. Esophagostomy feeding tubes. *Vet Med* 2004 ; 99 : 596 - 660.
- Van den Berghe G. How does blood glucose control with insulin save lives in intensive care? *J Clin Invest* 2004 ; 114 : 1187 - 1195.
- Verset M, Viguier E, Goy - Thollot I. In : *Gestes techniques en urgences, réanimation et soins intensifs*. Les Éditions du Point Vétérinaire, Wolters - Kluwer France, 2008 (sous presse).
- Von Werthern CJ, Wess G. A new technique for insertion of esophagostomy tubes in cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 2001 ; 37 : 140 - 144.
- Wischmeyer PE. Clinical application of L - glutamine : past, present and future. *Nutr Clin Pract* 2003 ; 18 : 377 - 385.
- Yam P, Cave C. Enteral nutrition : options and feeding protocols. In *Practice* 2003 : 118 - 129.
- Zoran DL. The carnivore connection to nutrition in cats. *J Am Vet Med Assoc* 2002 ; 221 : 1559 - 1567.



© Renner

栄養支持は危機的な状態にある入院動物の治療に不可欠である。

キーポイント

重症の猫に対する栄養支持の利点

栄養不良の要因

4つの危険因子が挙げられているが、これ以外にもまだある可能性はある。

- 病的状態が進行している間は、猫の自発的採食は低下するか中断する傾向がある。
- 口腔内にある何らかの外傷または病変は採食を中断させる。
- 付加的な検査または外科的介入は時に長時間の絶食状態をもたらす。
- 急性疾患、または発熱を伴う疾患では栄養学的要求が増加する。

栄養支持によって期待される点

食欲低下の原因が何であれ、早期の栄養支持が持つ重要性については医学的な統一見解が得られている。可能であれば常に経口的な食事の給与が好ましい

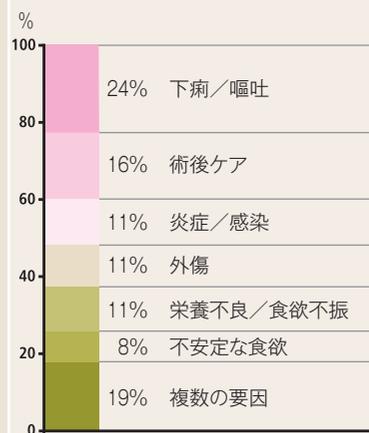
(“腸管が働くのであればそれを利用する”)。経口的栄養補給は腸管のバリアを温存する。自発的に採食しない場合は鼻食道チューブによる栄養支持を行うとよい。

一般的に、栄養支持を早期に取り入れると次のことが可能になる。

- 臨床的改善とリハビリテーションの加速
- 入院期間の短縮
- 外科手術の合併症を減少させる
- 生存率の向上

犬猫の回復期用療法食の適応

(Royal Canin, 2006年6月~9月)



入院中の猫に与える食事の使いやすさは、救急医療において時間を節約する主要な選択基準である。

重症の猫用のフードを選ぶための実用的な判定基準(抜粋)

集中治療中の動物に栄養供給するために調合された特殊な食事を使用することは、治療を支持する。

最大限の嗜好性

病気の猫は一般に食欲低下と体重減少を呈している。フードの嗜好性をできる限り高めることによって、これを克服する手助けをしなければならない。

栄養要求量の増加に合わせた調合

●高エネルギー密度

高エネルギー密度は、少量で最大限のカロリーを供給するために重要である。これは低下した食欲を補い、経腸栄養給与時にはその投与を容易にする。

重症症例の食事のエネルギー密度を増加させるには、高脂肪にする必要がある(総カロリーの>40%)。高脂肪食は急性膵炎と高脂血症の場合にだけ禁忌となることがある。

●高タンパク含有量

病的状態は代謝を活性化させる。組織の異化が亢進するため、更に集中的な組織合成によってこれを補わなければならない。総エネルギー量の30~50%をタンパク質の形で摂取すると、除脂肪組織の喪失に対抗する上で有利になる。このタンパク質は以下の特徴を満たしている必要がある。

- 必須アミノ酸要求量を補える高い生物価をもつこと
- 窒素老廃物を最小限にして肝および腎機能を過剰負荷から守るため高消化性であること

高タンパク食は肝性脳症やステージⅢ/Ⅳの慢性腎臓病では耐容できない。

●抗酸化物質を豊富に含む

血液量減少および再灌流障害はフリーラジカルの産生を増加させる。抗酸化物質の併用による相乗効果(ビタミンEおよびC、タウリン、カロテノイドなど)は酸化ストレスへの抵抗に有利に働き、最適な免疫機能を増進させる。

利便性

ウェットフードは一般に集中治療中の猫や食欲が低下している回復期の猫が受け入れやすい。給与前に体温まで温めると良い。

また、ウェットフードは食器から、手から直接、または経腸栄養チューブを介してなど様々な方法で給与できる。質感は希釈もしくは希釈せずにそのままの状態どちらにおいてもシリンジで投与できるものが良く、投与方法にかかわらず、扱いやすく正確な分量に分けられるものが適している。



ウェットフードは、食器に入れる、手から与える、経腸栄養チューブを介するなど、様々な給与法に適している。

回復期の給与量決定シート

ステップ1：安静時エネルギー要求量 (RER) を計算する

$$\text{RER} = 70 \times (\text{体重kg})^{0.73} \text{ kcal/日} = \text{ } \text{ kcal/日}$$

ステップ2：回復期の食事の特徴

選択したフードの名称：

フードのエネルギー密度： kcal/g (またはkcal/mL)

水で希釈したフード*の場合：エネルギー密度の決定

フードのエネルギー (kcal/mL) × フード量 (mL) = 希釈するフードのエネルギー (kcal)

水 (mL) + フード量 (mL) = 希釈したフードの総量 (mL)

希釈するフードのエネルギー (kcal) ÷ 総量 (mL) = 希釈したフードのエネルギー密度 (kcal/mL)

*シリンジまたは栄養チューブの通過を補助するため

ステップ3：1日に与える総量を計算する

重さ (g) で測定した場合

$$\text{RER} : \text{ } \text{ kcal/日} \div \text{フード} : \text{ } \text{ kcal/g} = \text{ } \text{ g のフード/日}$$

液状食を容積 (mL) で測定する場合

$$\text{RER} : \text{ } \text{ kcal/日} \div \text{フード} : \text{ } \text{ kcal/mL} = \text{ } \text{ mL のフード/日}$$

液状の混合食を容積 (mL) で測定する場合

$$\text{RER} : \text{ } \text{ kcal/日} \text{ 混合食} : \text{ } \text{ kcal/mL} = \text{ } \text{ mL の混合食/日}$$

ステップ4：リフィーディングプログラムの決定

・食欲不振が < 3日 → 3日間でRERを満たすように計画

$$1\text{日目} : \text{RERの} 1/3 = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 0.33 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$2\text{日目} : \text{RERの} 2/3 = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 0.66 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$3\text{日目} : \text{RERの} 100\% = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 1 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

・食欲不振が > 3日 → 5日間でRERを満たすように計画

$$1\text{日目} : \text{RERの} 1/4 = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 0.25 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$2\text{日目} : \text{RERの} 1/2 = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 0.5 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$3\text{日目} : \text{RERの} 2/3 = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 0.66 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$4\text{日目} : \text{RERの} 3/4 = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 0.75 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$5\text{日目} : \text{RERの} 100\% = \text{フード/日} : \text{ } \text{ g (またはmL)} \times 1 = \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

ステップ5：1日の食事の回数を選択する

一般に1日分を均等に4~6回に分けて食事を与える (猫の容量耐性と人手が許せば)。

1日の食事回数：

ステップ6：食事毎に与える量を計算する

・食欲不振が < 3日 → 3日間でRERを満たすように計画

$$1\text{日目} : [1\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$2\text{日目} : [2\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$3\text{日目} : [3\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

・食欲不振が > 3日 → 5日間でRERを満たすように計画

$$1\text{日目} : [1\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$2\text{日目} : [2\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$3\text{日目} : [3\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$4\text{日目} : [4\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

$$5\text{日目} : [5\text{日目のg (またはmL)} \div 1\text{日の食事回数}] = 1\text{回の食事量} \text{ } \text{ g (またはmL)}$$

食事に加えている水の量に応じて必ず静脈内輸液量を調節すること。