

犬の救急医療 における栄養学



Sean J. DELANEY

BS, MS, DVM, Dipl ACVN

Dr. Delaneyはカリフォルニア大学サンタバーバラ校にて動物学の学士号を、そしてカリフォルニア大学デイビス校では栄養学の修士号と獣医学の博士号を取得している。UCデイビス校で臨床栄養学のレジデンスを修了した後アメリカ獣医栄養学専門医会により認定専門医の称号を取得した。彼は現在UCデイビス校付属動物病院で臨床准教授を務めている。彼はまた、ペットフード業界の栄養学コンサルティングを専門とするDavis Veterinary Medical Consulting Prof. Corp. (デイビス獣医学コンサルティング専門家法人)の創設者でもある。



Andrea J. FASCETTI

DVM, PhD, Dipl ACVIM, Dipl ACVN

Andrea Fascettiはペンシルバニア大学獣医学学校を卒業後、ニューヨークのアニマルメディカルセンターにてインターンシップおよびレジデンスを修了。カリフォルニア大学デイビス校から栄養学の博士号を取得している。彼女はアメリカ獣医内科学専門医会およびアメリカ獣医栄養学専門医会認定の専門医でもある。Andreaは現在カリフォルニア大学デイビス校の准教授である。また、カリフォルニア大学デイビス校付属動物病院のNutrition Support Serviceでサービスチーフを務めている。彼女の現在の研究課題は犬および猫における微量ミネラル代謝、ペットフードの改善および犬におけるタウリンの生物学的利用能および代謝についてである。



Denise A. ELLIOTT

BVSc (Hons) PhD Dipl ACVIM, Dipl ACVN

Denise Elliottは1991年、メルボルン大学から獣医学士号を優等で取得して卒業した。ペンシルバニア大学にて小動物内科学および外科学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に移り、小動物内科学のレジデンス、腎臓医学と血液透析の奨学金研究、および小動物臨床栄養学のレジデンスを修了した。Deniseは1996年にアメリカ獣医内科学専門医会および2001年にはアメリカ獣医栄養学専門医会より専門医認定証を授与された。カリフォルニア大学デイビス校からは2001年、健康な犬猫における多周波生体電気インピーダンス分析に関する彼女の研究功績に対しPhDを授与された。Deniseは現在ロイヤルカナンUSAのScientific Communicationsのディレクターである。

病気に陥ったヒトの患者および実験動物モデルに栄養的サポートを実施した場合、それによって得られる有益な効果には免疫機能の改善、創傷治癒の促進、治療に対する反応の強化、回復期間の短縮、生存期間の延長が挙げられる。こうした有益性があるにも関わらず、入院患者では生命に関わる内科的および外科的な問題に重点が置かれるため、栄養学的要求はしばしば軽視されている。栄養学的なサポートの目標は、エネルギーと栄養素を患者が最も効率良く利用できるバランスで供給することにある。

獣医療患者における栄養失調は、おそらく認識されている以上に多く発生している。栄養失調とは組織の代謝を支えるためのタンパク質およびカロリーの不均衡な摂取であり、入院症例の適切な内科的または外科的な治療管理を揺るがす可能性がある(Remillard et al, 2001)。一部の犬は食事摂取量の低下によってタンパク質およびカロリーのいずれかまたは双方を欠乏していることが考えられる。

最近の発表では負のエネルギーバランスに陥っている犬の入院患者の割合を推定した(Remillard et al, 2001)。この研究はアメリカにある4か所の獣医科二次診療施設で行われた。総合して、病院内の276頭の犬における毎日の給与データと転帰が821日にわたって評価された。その日数のうち73%で負のエネルギーバランスが生じていた[<95%RER(安静時エネルギー要求量)]。

この結果は主に3つの要因によるものであった。
-22%は指示がきちんと記載されていなかったため
-34%は絶食の指示が出ていたため
-44%は食事を食べなかったため

全体として、カロリー摂取は患者の転帰に対し有意にプラスの効果を与えたことがこの研究から分かった。

1-病態生理学

単純飢餓とは、患者は健康であるが何らかの理由で食事を取れなくなったことを指し、併発飢餓は疾病により患者に食欲不振状態が誘発されていることを表す。体が飢餓に対応できる能力はしばしば病態によって変調をきたしている。そのため、健康な犬における飢餓の対応能力を具合が悪く食欲の減退している犬に単純に当てはめてはならない。多くの疾病状態は、単純飢餓の要求量を上回るほど高いエネルギーおよび追加的な栄養素を必要とすることがある(表1)。

生理的にストレスを受けている患者では、カテコラミン、グルココルチコイドおよびグルカゴンが著しく上昇している。様々な併発飢餓の状態に合わせて増加する正確な栄養要求量は不明であるが、これは明らかに栄養的サポートを正当とする根拠になる。

栄養的サポートを必要とするような、特異的で一貫した危険因子の存在を示唆するエビデンスはない。疾患の重症度が唯一、栄養的サポートを必要とする患者の共通した因子である。

患者を管理する上で、動物に栄養的サポートを必要とする疾病の犬種素因があるかどうかに関わらず、ある犬種が他の犬種よりも栄養的サポートを必要としやすいという傾向は無い。

2-栄養的サポートの適応

一部の臨床家は、栄養的サポートの介入開始を判断するための数値的指標があれば便利であると感じている。理想的には、簡単に測定できる感度と特異性のあるバイオマーカーがそのような指標として存在することである。残念ながら、それを発見するための努力も虚しく、信頼性のある指標は存在していない(De Bruijne, 1979; Fascetti et al, 1997)。しかしながら文献には、栄養的サポートを開始すべき時期の指標として患者の基準項目が提示されている(Remillard et al, 2001)。

表1 - 飢餓およびストレスが代謝に及ぼす影響

	飢餓	生理的ストレス
メディエーターの活性	↑	↑↑↑
タンパク質合成	↓	↓↓↓
異化	↓	↑↑↑
糖新生	↑	↑↑↑
エネルギー消耗	↓	↑↑
栄養不良のレベル	↑	↑↑↑

▶ **第一基準：来院するまでの食欲不振の期間、または食欲不振であったと予想される期間**

食欲不振が3～5日続いている犬は既に飢餓状態にあり、ヒトの呼吸商 (RQ) を基にするとエネルギー基質は主に筋肉および脂肪組織に依存している (Owen et al, 1979)。体内にタンパク質が貯蔵されていないため、どのような異化作用でも機能タンパク質の喪失を引き起こす。タンパク質異化状態はどのような疾患においても禁忌であり、この異化を最小限に止める、または排除することは重症患者の管理を成功させる上で極めて重要になる。

食欲不振が少なくとも3～5日続いていると推測される場合、栄養学的な対応 (経腸または非経腸栄養法) を開始すべきである。

全ての患者で食欲不振が現われた時期が明確というわけではない。患者の家庭環境や実施されている食事給与方法によっては、飼い主が食事の摂取量低下を認識していないこともある。
 -多頭犬飼育の家庭で自由摂取の給与が行われている場合、患者の食事摂取量を評価することは極めて困難である。
 -飼い主は思い返してみた時に、食欲不振の長さを認めがたらない、または、食事の摂取量を過剰に言うかもしれない。

この難しさに対処するために著者らが推奨しているのは、その動物が摂取している食事の量を臨床家が定量化するよう努めることである。この情報を使って患者のおおよそのカロリー摂取量を計算し、その動物のエネルギー要求量と比較することができる。

食欲不振であったと思われる期間を推測することは更に難しい。病気の進行自体が本質的に予測不可能である。しかし、多くの疾患は比較的予想通りの経過を取る。患者が自発的に食事をしない可能性が高い場合は、栄養的サポートを供給する計画を立てるべきである。診断または治療のため患者に全身麻酔を行う場合は、事前に栄養学的介入の必要性があるかどうかを検討しておくことを強く勧める。このような症例では、その手技と並行してフィーディングチューブを設置することが極めて重要な治療管理計画の1つになる。こうしたアプローチにより、栄養的サポートを必要とする患者がそれを受けられる確率は劇的に上昇する。

▶ **その他の基準：ボディ・コンディション・スコア、体重の変化、アルブミンの状態**

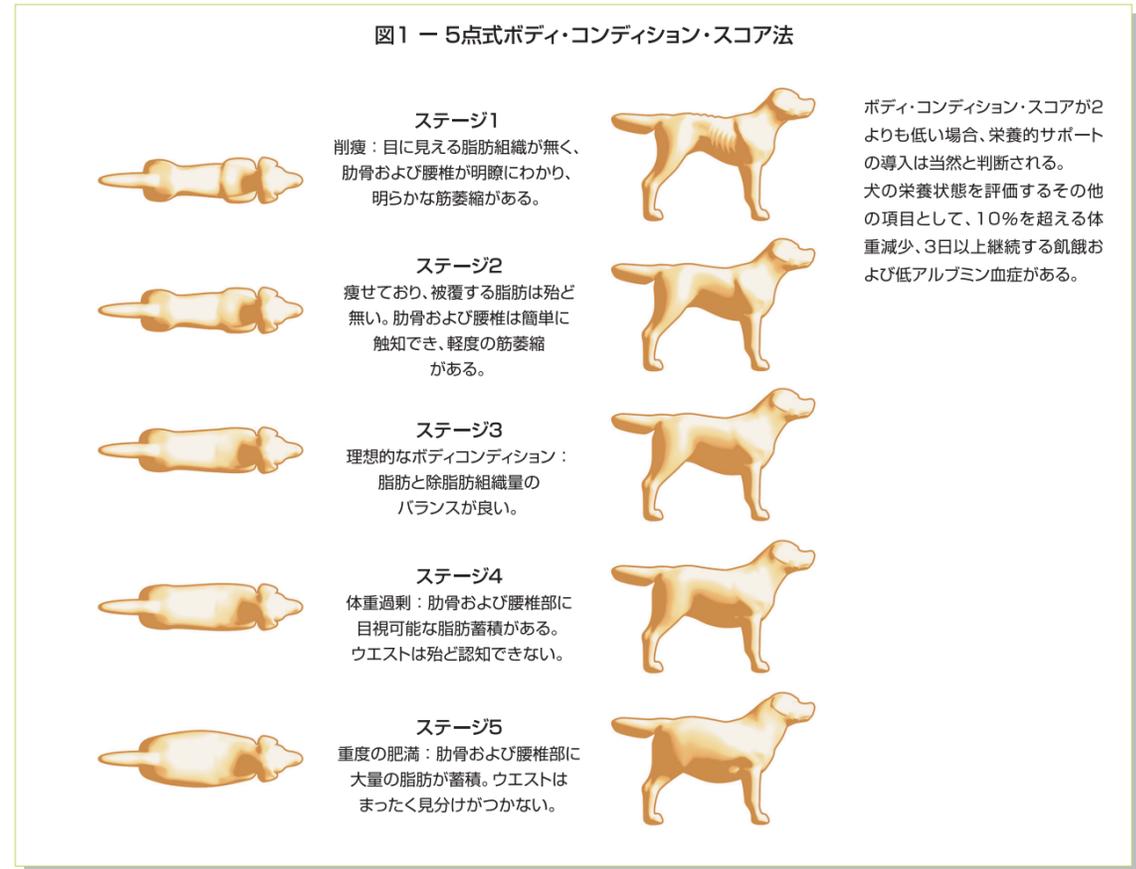
栄養的サポートが適正であるかを確認するために監視しておかねばならない項目が3つある。
 -ボディ・コンディション・スコアが9点スケールで3 (Laflamme et al, 1994) または5点スケールで2 (Edney & Smith, 1986) 未満の患者は栄養状態が不良と考えるべきであり、栄養的サポートを直ちに考慮すべきである (図1)。
 -5～10パーセントを越える体重減少は脱水を原因とするものではなく、これもまた迅速な栄養的サポートの必要性を表している。
 -アルブミンの産生低下による低アルブミン血症は介入を行う明白な指標である。

3 - 補助的な検査

▶ **食事のヒストリー**

患者ごとに正確な食事歴をもれなく聴取すべきであり、それが食欲不振の期間と程度を判断するために非常に役立っている。飼い主には、与えていた食事の商品名と種類だけでなく、給与していた量と

図1 - 5点式ボディ・コンディション・スコア法



回数についても注意深く質問すべきである。食事のヒストリーは、1日の総カロリー摂取量を判定して計算によるカロリー要求量と比較できるよう、十分に詳細な情報を収集するべきである。多くの飼い主はペットに食欲を起こさせようとして、通常の食事から新しいフードに変更する動きがあるため、食事摂取量の判断をしばしば難しくしている。新しい食事には水分や脂肪含有量が多くなっていることが多い。簡単な比較ができないことが、意図しない体重減少の解釈を難しいものになっている。患者は食事を十分に摂取していたと自然に仮定する傾向がある。それは、飼い主により良い予後を伝え、獣医師が栄養的サポートを導入する必要がなくなることを意味するためである。しかし、このような仮説は定量的に立証できなくてはならない。

幸いなことに、以前は入手し難かったエネルギー密度に関するデータは、インターネットの普及によりコンピュータにアクセスできれば誰でも見つけられるようになった。多くのペットフードメーカーのウェブサイトでは、しばしば製品パッケージには記載されていない容量またはキログラムあたりのキロカロリー情報を提供している。加えて、製品に関する手引きは多くのメーカーから直ぐに入手可能である。ヒトの食品に関するエネルギー密度データは www.nal.usda.gov の USDA Nutrient Database for Standard Referenceから簡単に入手可能である。主著者 (SJD) のウェブサイト (www.balanceit.com) でも、ヒトの食品だけでなくペットフードに関する情報を提供できるようになっている。これらのツールを利用すれば、全ての患者で正確かつ完璧な食事歴を評価でき、患者の食欲不振の期間と程度を正確に判断することができる。

▶ 体重

水和状態に合わせて患者の体重を判定することは、臨床的な測定法として重要である。しかし、栄養的サポートを必要とする重症患者の場合は、最近の体重データが入手できなければその値の価値が下がってしまう。値の比較は、測定機器によるばらつきが解釈を不正確にする可能性があるため、同じ体重計で測定して行うべきである。

全ての動物は入院中の体重を毎日測定し、それを記録すべきである。患者の体重が減少してから初めて介入策を講じるのは良い管理方法とはいえない。理想的には全ての入院患者の体重は比較的一定していることであるが、必要に応じて入院中に増加させる場合もある。体重の増加は注意深く解釈すべきである。それは、始どの患者が再水和によって体重が増加するためである。従って、全ての患者は毎日体重を測定し、栄養学的介入が適切であるかを確認する。入院患者の体重減少が日常的に発生している場合は、栄養学的介入が不十分であるか、その開始が遅過ぎることを警告しているサインである。



体重測定中のボースロン - 何年あるいは何ヶ月でも、過去に記録した体重は意図せず生じた体重減少の速さを確認する判断材料にならない。

▶ 身体組成

身体組成の臨床的な評価は、有効性の証明された目視および触知による脂肪蓄積状態の評価方式に限られている(Laflamme et al, 1994)。除脂肪組織量の定量ができないなどの制限が有るものの、ボディ・コンディション・スコア法は必要とする訓練が最小限であり、特に患者側の準備や機器などを必要としない。

二重エネルギーX線吸収測定法(DEXA)、生体電気インピーダンス、そして安定同位体希釈法といった、より正確に身体組成を評価する実験的方式は手技および経済的な負担が大きいため、臨床的な使用には適さない。

従って、ボディ・コンディション・スコア(BCS)の使用が最も実用的な患者の身体組成の定量法となっている(図1および第1章を参照)。また、院内のスタッフあるいは紹介獣医師にその動物の“全体像”を伝えるツールとしても非常に優れている。数日間で見られるわずかな変化については最も経験豊富な臨床医でも認識できないが、BCSの使用は体重測定だけでは達成できない患者の総合的な栄養状態を洞察した本質を提供する。そのため、BCSは“慢性的”な状態を推し量るものとして用い、連日の体重変化は、より“急性”の状態を表す指標として用いるべきである。

体重およびBCSは日々の評価と調整に用いるほど動的ではないが、むしろ栄養的サポートに対する動物の長期的な反応を表す指標として捉える方がよい。

▶ アルブミンの状態

1日に合成される全てのタンパク質のうち、およそ50%はアルブミンの産生によるものである。不適切な食事性タンパク質の摂取はその産生を妨げる。しかし、犬におけるアルブミンの半減期は約8日間であるため、アルブミンの状態を反映する変化が生じるまでには何日も要することがある(Kaneko et al, 1997)。アルブミン状態とカロリー摂取量の不一致を示す例がDe Bruijne(1979)の論文によって紹介されている。この研究では、健康な犬を21日間単純飢餓状態においたが、血中アルブミン濃度に変化を認めなかった。別の研究では、105頭の入院犬で得られた入院時の血清アルブミン濃度が、臨床転帰における統計学的に有意な予測値であったことが示された(Michel, 1993)。よって、アルブミンの低下は産生が重度に低下している、または要求に間に合わない、または喪失が過剰に生じている徴候として認識すべきである。そのため、正常アルブミン血症であっても、それは栄養学的介入を見送る正当な理由とはならない。

▶ その他のバイオマーカー

現在、犬の栄養状態を判定するのに役立つ単独の臨床病理学的または生化学的マーカーは存在しない。白血球減少症、猫のクレアチンキナーゼおよびC-反応性タンパク質、プレアルブミン、トランスフェリン、およびヒトのレチノール結合タンパク質といったタンパク質はみな栄養状態の測定法として検証されてきた。しかし、これらのバイオマーカーは全て、その解釈を困難にする他の複数の因子によって影響を受けてしまう(Phang & Aeberhardt, 1996; Fascetti et al, 1997)。現時点で臨床医が患者の栄養学的評価を行える最善の手段は以下の通りである。

- 完全な医学的および食事のヒストリー
- 身体検査
- 体重
- 現在そして過去のBCS
- 通常の血液検査



体重を測定しているウエストハイランド・ホワイトテリアの子犬
早期の経腸栄養法は、体重減少に抵抗できるよう補助し、バルボウイルス性胃腸炎のような疾病による異化作用を最小限に抑える。

4- 栄養的サポートにおける最善のアプローチ: 決定木による判定

栄養素の給与方法には、経腸法と非経腸法の2種類がある。それぞれの患者に合わせて最善の栄養的サポートを決定することは、臨床医の責務である(図2)。

非経腸栄養法は経腸的な給与が不可能な場合にのみ選択すべきである。非経腸栄養法は複雑で、より高価であり、そして感染による問題を伴う。

5- 経腸栄養法

経腸栄養法は、患者の状態が経腸的な給与に耐えられない場合でなければ、栄養学的な管理法として第一に選択すべき方法である。「腸が働けるなら、使う」というスローガンは、経腸的な給与は静脈内への給与よりも生理学的に健全であるという考えからきている。経腸栄養法は消化管の健康を維持し、細菌のトランスロケーションを制御する。最近では、バルボウイルス腸炎の犬において早期の経腸栄養法と絶食した場合の効果の比較を無作為対照臨床試験で検証していた(Mohr et al, 2003)。

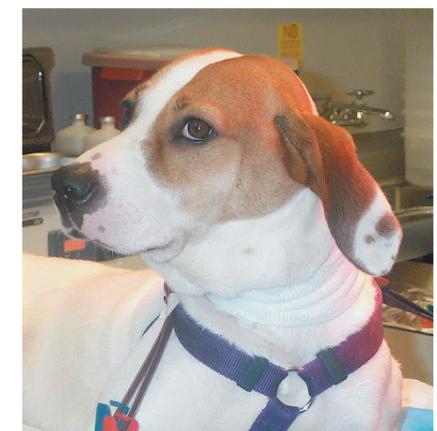
経腸栄養法を行ったほうが回復期は短く、体重の増加幅が大きく、腸管バリア機能が改善していた。この研究により、早期の経腸栄養法がより迅速な臨床的改善と関連することが示されている。経腸的給与は経鼻食道、食道造瘻、胃造瘻、または空腸造瘻による方法で行うことができる。

▶ 経腸栄養法における様々なタイプのチューブ

入院患者の食欲は増進したり減退するのが典型的である。そのため、食事は口から食べられるように与えてみて、摂食しない場合はブレンダー(ミキサー)にかけてチューブから給与する。

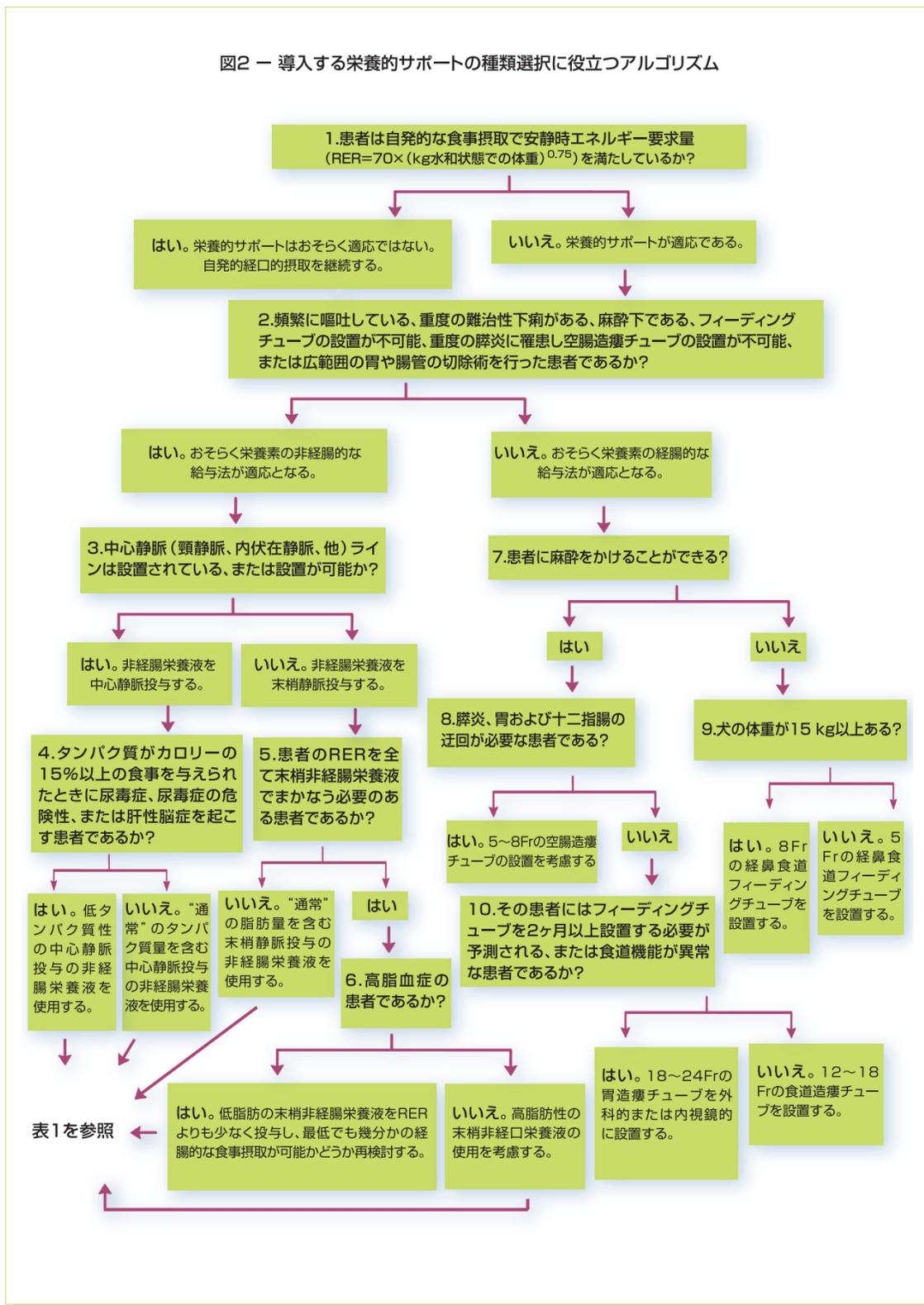
■ 経鼻食道チューブ

このタイプのチューブは入院患者に短期的な給与(<7日)を実施する際に非常に優れた選択肢である。経鼻食道チューブは特殊な機器を必要とせず、費用もかからない。一般的にチューブは3~8Fが選択される。犬の場合、経鼻食道チューブの最適な長さは鼻の先端から第七肋骨までの距離である。



殆どの重症患者は経鼻食道チューブの設置に耐えるが、一部の患者では鎮静を必要とすることがある。

図2 - 導入する栄養的サポートの種類選択に役立つアルゴリズム



この方法は鼻孔を含む重度の顔面損傷、遷延性嘔吐や吐出、半意識状態の患者や、喉頭、咽頭、または食道に物理的あるいは機能的異常のある患者には禁忌である。

しかし、径の細いチューブは液状食だけしか給与できないため不便ことがある。また、経鼻食道チューブは不注意に気管に設置したり、あるいはペットがチューブを吐き戻し、気管へと吸い込んでしまった場合に吸引性肺炎の危険が高まる。このような合併症を最小限にするためには、設置した経鼻食道チューブから給与する前に必ず確認することである。

- 食道造瘻チューブの設置法には3つある。
- 経皮的注射針を用いた方法
 - 外科的な設置法
 - Eld経皮的フィーディングチューブアダプターを使う方法

■ 食道造瘻チューブ

食道造瘻チューブは中期的な栄養的サポートが必要な患者に適応される。食道造瘻チューブは一般的に良く耐容され、最小限の器具を使って軽度の麻酔下で簡単に設置することができる。唯一、主要な合併症は瘻孔部における感染症の可能性であり、チューブを維持するには術創に細心の注意を払うことが不可欠である。適応は、下顎、上顎、鼻部および鼻咽頭部の疾患、または把持や咀嚼ができない患者である。

患者に軽く麻酔をかけ、右側臥位にして左側頸部に無菌的準備を施す。ここから5~12Frレッドラバー(合成ゴム)製、プラスチック製またはシリコン製のフィーディングチューブを設置することができる。

食道造瘻チューブの先端は食道の中程に位置するように設置する。体外に出ているチューブは頸部に翼状(テープ)またはチャイニーズフィンガートラップ結紮法で固定する。

患者が麻酔から回復したら、給与を開始できる。食事は懸濁状の液体でなければならない。ドライまたはウェットフードを水と混合したもの、または既製品の液状食でも良い。術創はチューブ除去後、肉芽形成により2週間以内に治癒する。

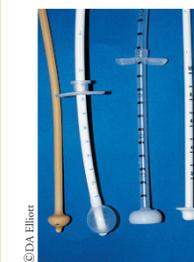
■ 胃造瘻チューブ

胃造瘻チューブは数種類のサイズで入手できる。18~20Frは小型犬に適し、24Frはそれより大型の犬に適している。チューブはラテックスまたはシリコン製である。様々な企画の製品がある(図3)。フィーディングチューブにはフィーディングアダプターを装着でき、Yポート装置は2つのポートがあるので好まれている。

- カテーテル・ポートはチューブ設置後少なくとも24時間経過してから、食事の給与に使用
- ルアー・チップ・シリンジ・ポートは経口薬投与に使用

最近になってロープロファイル胃造瘻装置(LPGD: low-profile gastrostomy device)が開発され、北米でも初回用と交換用が入手可能になっている。これらの装置は体壁と平坦になるように設置される(図4)。LPGDはシリコン製であり、瘻孔部の炎症が低減しているようである。給与の際には装置の端にフィーディングアダプターを装着する。

図3 - 異なるタイプの胃造瘻チューブ



胃造瘻チューブはラテックスまたはシリコン製で、数種類のサイズと規格がある。初回の設置で最も一般的に使用されるのは、ラテックス製でPezzarタイプのマッシュルームカテーテルである。シリコンチューブは6~12ヶ月ものが通例であり、瘻孔部の刺激も少ない。

図4 - ロープロファイル胃造瘻チューブの設置後の状態



体に取り付けられた長いチューブやストックネットの必要も無いため、見た目も"普通"とおりである。そのため、従来のチューブよりも飼い主および患者の許容性が高い。更にマッシュルーム状の先端には流れ止めの弁があり、胃内容物の逆流を防止するようデザインされている。LPGDは高価であるが、少なくとも12ヶ月持続することが報告されている。

図5 - 従来の胃造瘻チューブを設置した後の犬



ラテックス製チューブはより安価であるが、一般的に8~12週間で消耗性の損傷から交換が必要となる。

シリコンチューブは通常6~12ヶ月の使用に耐え、瘻孔部の刺激が少ない(図5)。

■ 空腸造瘻チューブ

空腸造瘻チューブフィーディングは胃および十二指腸をバイパスしなければならない場合のみに適応する。チューブの設置は開腹術および腸固定術にて行われるのが典型である。通常は径が5~8 Frのチューブを空腸に直接挿入するため、使用する食事は液体の成分栄養でなければならない。

▶ 経腸チューブフィーディング：実施編

設置してから12~18時間後に、水をチューブから注入する(食道を通す場合は待たなくて良いので例外である)、24~36時間以内に給与スケジュールを開始する。一般に、1日目は1日カロリー摂取量(通常、RER)の1/2から1/3量を給与する。

$$*RER=70 \times (\text{kg BW})^{0.75} = \text{キロカロリー/日}$$

合併症を起こさなければ、給与量を徐々に増やして3~4日目、飢餓状態が長期であった場合には7日目までにカロリー要求量の全量を給与できるようにする。

食事の全量を均等に4~6分割し、1回分が患者の胃の許容量を超えないようにする(1回の給与につき、最初は5mL/kgから最大15mL/kgまで)。食事は室温まで温めておき、5~15分かけてゆっくりと注入していく(図6)。終わったら温かい水5~10mLでフラッシュする。

健康な犬で、持続的な胃内給与と間欠的な経腸栄養法を体重減少と窒素バランスに関して比較したところ、持続的な給与は特に優れていなかったことが示された(Chandler et al, 1996)。しかし、胃の許容量が少ない患者には持続的な栄養素投与の方が耐容性は良かった。

一般に少量を頻回で給与する方が、多い量を少ない回数で給与するよりも耐容性は良い。飼い主が犬の退院後も頻回給与を続けられるなら、その方法を継続すべきである。しかしながら、頻度を下げる必要がある場合は、飼い主が家庭で行う量と回数に犬を適応させてから退院させるべきである。時間と共に給与手技に馴れれば、給与回数を更に便利な1日2回~3回のスケジュールに減らすことも可能である。

給与する前には必ずシリンジで胃内残渣を吸引する。前回給与分の50%以上が残っていた場合には、内容物を胃に戻し、給与を次の回まで行わない。前回の食事がたびたび吸引される場合には、胃内容排出遅延を示唆しているため、内科的管理(例：メクロプロアミドを給与の20~30分前に投与)が必要になる。

殆どの経口薬は給与の前に投与すべきであり、例外はリン吸着薬で、これは直接食事と混合しなければならない。

体壁上に装着しているチューブの位置は移動していないかどうか、そして瘻孔部の疼痛、発赤、臭気および排液の有無を毎日確認すべきである(図7)。処置部は毎日消毒液で清浄し、抗菌性の軟膏を塗布すべきである。食事の残渣を瘻孔部付近に付着したままにしてはならない。

図7 - 皮下組織に移動した胃造瘻チューブ



このような状況は敗血症性腹膜炎を起こす危険性があるため、外科的な緊急事態になる。

▶ 栄養的サポート

■ 水分

水分は4つの主要栄養素の1つであり、欠乏状態になると最もはやく有害な影響を引き起こす。そのため、入院患者に提供できる最低限の栄養的サポートは、自由摂取の水および非経腸的な輸液投与の双方またはどちらかになる。残念ながら、現状では最低量のみでそれ以上のサポートは行わないという傾向がある。輸液療法は完全な栄養的サポートではなく、その一構成要素として認識すべきである。

■ 食事のエネルギー密度

殆どの獣医臨床栄養士は、入院患者のエネルギー要求量は大半が安静時エネルギー要求量(RER)に近いものと考えており、前述の式で算出される(Remillard et al, 2001)。

この数式は患者の正確な要求量を常に満たせるわけではないが、患者に対する過剰または過小給与の可能性を最小限にするためのスターティング・ポイントとして利用できる。著者らの経験では、RERを用いることによって殆どの犬が数週間に及ぶ入院中も安定した体重とBCSを維持できている。

1回の給与量を最少に抑えるには食事のエネルギー密度をできるだけ高くしなければならない。それには、ウェットフードをやわらかくするために使う溶液の量と種類を注意深く選択する必要がある。流動食のエネルギー密度と粘稠度のバランスを取ることは、強調し過ぎることはない。単位量当たりのキロカロリーがわずかでも増加すれば経腸給与の回数および量に大きく影響することになる。これは言い換えれば、給与プログラムの成功と動物のエネルギー要求量を満たす能力に著しく影響を与える可能性がある。

脂肪からは最大のエネルギー量が得られるが、栄養素の希釈能も最大である。そのため、必須栄養素を不注意に著しく低下させることがある。水分を使用すれば、キロカロリーに対する栄養素の比率は変わらないが、単位量当たりのキロカロリー量が低下する。代わりに、犬ではコーン・シロップやメープル・シロップを使って、食事の粘稠性を低下させながら懸濁状食のエネルギー密度を上げることができる。殆どの症例では、12Fr以上の太さのフィーディングチューブから給与できる懸濁状の食事を作るのに、水を効果的に使用することができる。一般的ガイドラインとして、ウェットフードの水分レベルを80%まで上げることで、一度ブレンダーにかければ比較的エネルギー密度が高く(食事にもよる)、投与しやすい懸濁状食を作ることができる(図8)。

■ エネルギー供給源のバランス

エネルギーを供給する基本的な主要栄養素はタンパク質、脂肪および炭水化物である。患者の安静時エネルギー要求量が単一の主要栄養素によるエネルギー供給では満たせない場合に、主要栄養素をどの様に利用すればよいかという議論が生じる。主要栄養素は全て、患者のエネルギー要求を満たすまで単独のエネルギー源として使用すると思われる者もいる。また、患者のカロリー要求を満たしていない場合でも、一部の基質には限定的なタンパク質保持効果があると提唱するものもいる。

・脂肪

基本的に、高脂肪食は受け入れやすく許容性が高いのが通常である。脂肪は単位量当たりにも少なくとも2倍以上のカロリーを供給できるため、食事摂取量の限られた患者でもカロリー摂取を増加させることができる。脂肪は嗜好性および初期の食事の受け入れを高めることができるが、著者らの経験では、食事の脂肪を急激に増加することは、認知度は低いものの特に膵炎などの胃腸障害を起こす最も一般的な原因であると思われる。



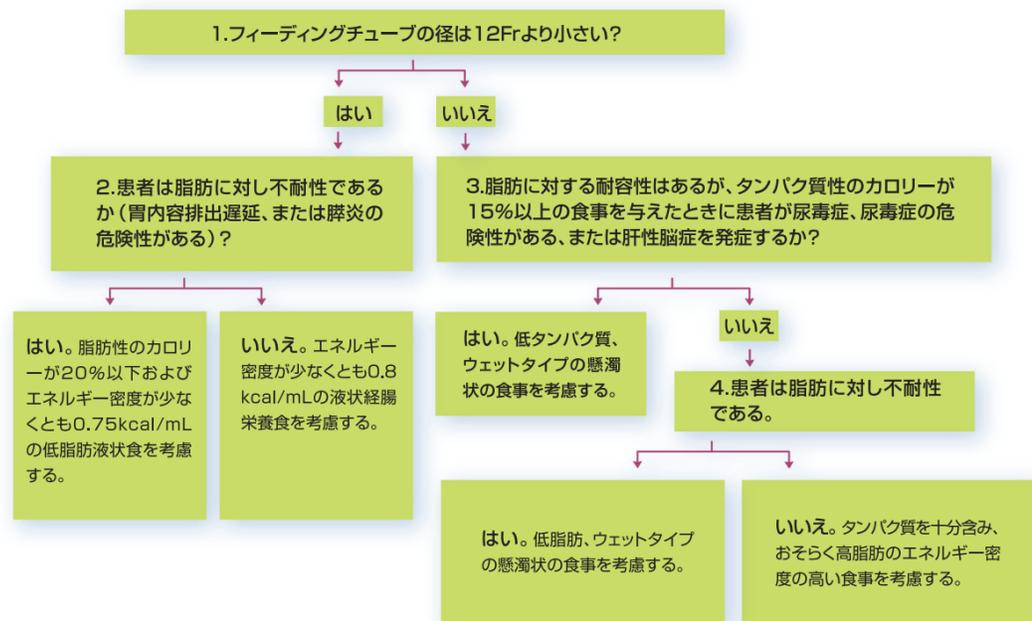
胃造瘻チューブが適切に位置しているか内視鏡を使って確認すべきである。

図6 - 経腸的な給与



使われるフードはシリンジから注入できるように、必要最小限の水を加えてブレンダーにかけます。懸濁状の食事を給与する場合は詰まらせないよう、シリンジは先端が十分に太いものを使う。

図8 - 経腸チューブから給与する食事の選択に役立つアルゴリズム



市販されている消化性の高いフードの多くは脂肪に制限が無いため、カロリーの30%程度を脂肪から供給していることもしばしばである。これらの食事は脂肪不耐性が心配とならない患者のみに限定すべきである。

入院患者に給与を再開する場合は、カッテージ・チーズまたは皮を取り除いた鶏肉と米を合わせた食事から始めることが推奨される。これらは嗜好性もよく消化性が高いので、市販の高脂肪食の優れた代用食になる。

・アミノ酸

グルタミンのようなアミノ酸を経腸的に投与することは、タンパク質保持効果があることが示唆されている。全身のロイシン動態に基づき、経腸的に投与したグルタミンの潜在的な有益性を支持する研究が1件報告されている (Humbert et al, 2002)。

残念ながら、患者が総合栄養食を許容できない場合、アミノ酸溶液をエネルギー要求に見合う量で経腸投与しても耐えられるかどうかを臨床的に証明するエビデンスは無い。しかし、患者のRERを下回る量で経腸栄養剤を持続的に注入することは、併行して残りのカロリー要求量を非経腸的に投与すれば、絨毛の萎縮と細菌のトランスロケーションを低減する上で有益かもしれない (Qin et al, 2002; Kotani et al, 1999)。

▶ 経腸栄養法に関連した合併症

重症の犬ではモニタリングの殆どは栄養的サポートに伴う合併症の回避にあてられている。

■ 外科的合併症

チューブ設置によるまれな合併症として、脾臓裂傷、胃出血、気腹症、腹腔内への変位、腹膜炎などが報告されている。

患者がフィーディングチューブを許容できているかどうか注意深く観察すべきである。これは、チューブの種類にもよるが、くしゃみ、瘻孔部の蜂窩織炎、喉を詰まらせたような動作をする、または嘔吐として発現する。重要な合併症は、開口部における感染の危険性である。

チューブの維持には術部への細心のケアが不可欠である。瘻孔部の異常には排液、疼痛、浮腫、発赤、膿瘍形成、および潰瘍があり、これらは患部の清浄と、患者にその部位を舐めさせないよう厳重な注意を払うことで最小限に抑えることができる。消毒液を含んだ温湿布を瘻孔部に施すことで、問題を広げずに回復を早めることができる。

患者による不適切なチューブの抜去は、疑いなく最も問題となる合併症である。ある報告ではおよそ20%の犬が胃造瘻チューブを抜去しており、チューブをストックネットにて保護し、エリザベスカラーを使用することの重要性を強調していた (Elliott et al, 2000)。

患者が胃造瘻チューブを抜去した場合は緊急事態になる。殆ど場合はガイドカテーテルを使って既存の瘻孔部から新しいチューブを設置できる。ヨード造影剤によるX線検査で適切に再設置が行われているか確認すべきである。チューブを設置してから7日未満、または腹膜炎の徴候もしくはX線造影剤の漏出がある場合には、状況を正すために試験的開腹術が必要である。LPGDの使用によって胃造瘻チューブが不適切に抜去される発生率を低減できるかもしれない。

■ チューブの閉塞

チューブは周期的に食物で閉塞することがある。閉塞を取り除くのに役立つテクニックがあり、それは、水によりフラッシュと吸引を同時に行う間にチューブをマッサージする、炭酸飲料 (例: コーラ)、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のカテーテルを優しく操作して閉塞を押し出す、などである。最終手段は、チューブの抜去・再設置である。

■ 吸引性肺炎

重症患者では経腸給与によって吸引性肺炎のリスクが上昇するという認識はおそらく、経腸給与が患者の嘔吐や吸引のリスクを高めている状態、または患者が横臥したままの状態か、鎮静あるいは麻酔下にある状態では、最も正しいと考えられる。経鼻食道チューブは不適切な位置に設置されていると、食事を食道内ではなく不注意に気管に注入することで吸引性肺炎を引き起こす。

経腸給与による胃内容物はその酸性度と微生物量の多さから、肺炎を引き起こす恰好の物質となる。しかし、ヒトでは細菌を含む唾液を1時間に多くて63 mLも産生することに留意すべきである (McClave & Snider, 2002)。つまり、吸引される物質は全て胃からきたものと仮定することは、ほぼ間違いなく不適切である。ヒトの領域では経腸給与の吸引性肺炎への関与については賛否両論がある。しかし、犬は垂直方向ではなく水平方向の姿勢をとるため、おそらく犬では関与している可能性が高いと考えられる。

図9 - チューブの固定



従来の胃造瘻チューブは犬が抜いてしまわないよう保護する必要がある。そのためには胃造瘻チューブを体壁にしっかりと固定し、それをストックネットで覆い、エリザベスカラーを装着させねばならない。

経腸栄養に対する不耐性は通常、胃の許容量を超える過剰な給与量によるものである。一般に飼い主が給与できる回数は限られている。患者が不快感、下痢および嘔吐を生じるリスクは次のようにして防ぐことができる。

- 全体の量を少なくする（食事回数を増やすと共に食事のエネルギー密度を上げる、またはどちらか）。
- 給与スピードを下げる。
- 食事を環境温度にして与える。
- 食事の浸透圧を下げる。
- 同時に、電解質および酸塩基平衡異常を管理する。

リフィーディング（再栄養）症候群を防ぐには以下の3つのステップを踏むべきである。

- (1) 長期間（5日間以上）食事を取っていない動物への栄養の再導入はゆっくりと行う。
- (2) カリウム、リン、更におそらくマグネシウムを十分に補給する。
- (3) 再給与を開始してから24時間は電解質を厳密にモニタリングする。

■ 過剰給与

ヒトの経腸給与では容量不耐性が頻繁に認められる合併症である (Davies et al, 2002)。その場合には単に吐気または嘔吐を引き起こす。

1日に供給しなくてはならない総キロカロリー数は、個々の給与量に大きく影響する。患者の要求量を過剰に推定すると容量不耐性の危険を上昇させる。ヒトの医療では、経腸給与する初期のエネルギー要求量を多くしすぎると、内容物の残留や容量不耐性を生じて次の食事を中断することから、結果的には1日に患者が摂取するカロリーが減少することがある (McClave & Snider, 2002)。

ヒトでは吸引性肺炎を回避するにあたって、胃の残留内容物（次の給与前に吸引して得られる胃の残留内容物）から予測可能かどうかを検討されている (McClave & Snider, 2002)。胃内容物排出速度も影響することから、1回1回の給与量だけが残留量の原因ではない可能性がある。しかしながら、直感的にはそれが容量耐性を反映する適切な指標であると思われる。

最後に、どのような形状の経腸栄養でも下痢を生じる可能性はあり、特に未消化の栄養素や非成分栄養食が急速に空腸内に給与されたときや（浸透圧効果による）、食事が冷た過ぎるときに起こりやすい。

■ リフィーディング（再栄養）症候群

この症候群は猫およびヒトでの研究で示されているように、経腸給与の後に起こることがある。(Solomon & Kirby, 1990; Justin & Hohenhaus, 1995)。

飢餓状態になると、体は細胞内濃度を犠牲にして多くの細胞外電解質濃度を維持しようとする。この移動は、後の給与によって患者にグルコース、そして続けてインスリンが再導入されると、内向性の調整を生じる結果となる。この内向性の急速な動きは、生命に重要な血清電解質濃度の急激な低下を引き起こし、潜在的に生命に関わる危険性がある。例えば、細胞内カリウムを消耗しながら血清カリウム濃度を維持している場合、給与によって血中グルコースが上昇するとインスリンが放出され、インスリンによってグルコースとカリウムは細胞内に押し戻される。その結果、著しい低カリウム血症が急速に生じる (図10)。低マグネシウム血症および低リン血症も同様に報告されている (Justin & Hohenhaus, 1995; Macintire, 1997)。低リン血症は溶血と関連しており、更なる心臓および神経学的な合併症へとつながる可能性がある (Justin & Hohenhaus, 1995)。

6 - 非経腸栄養法

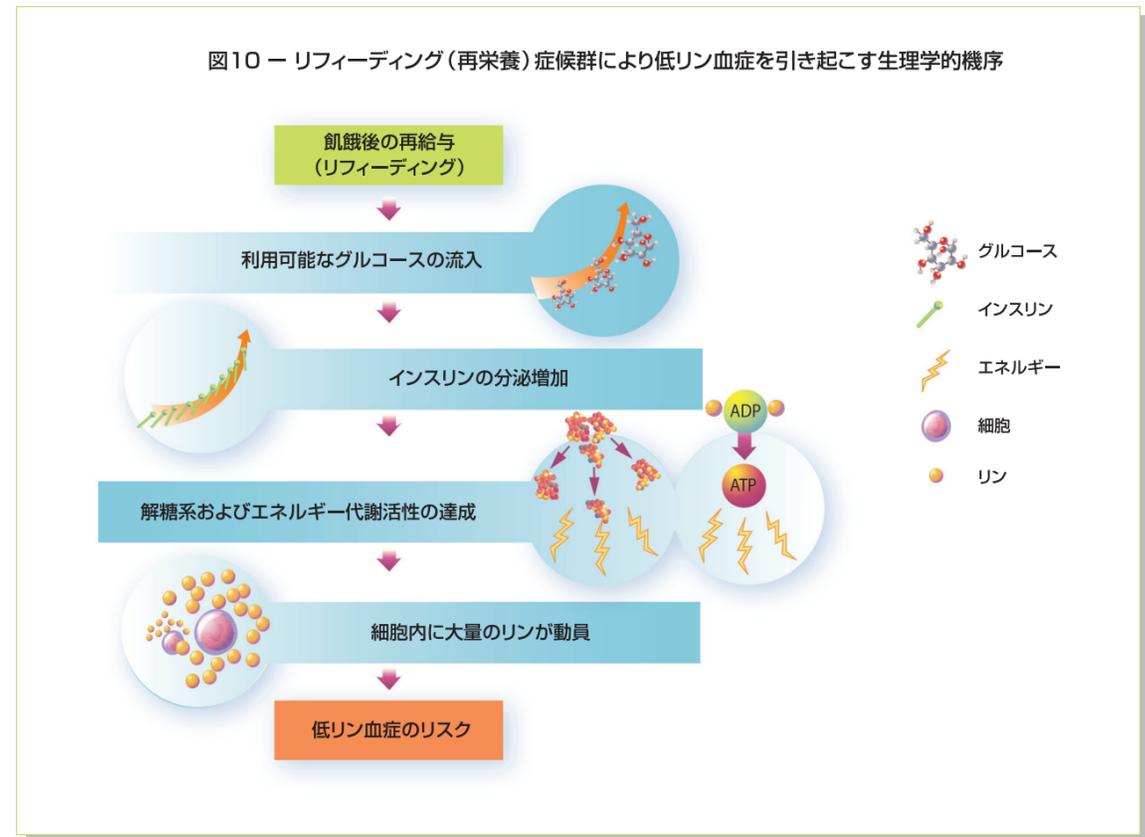
非経腸栄養法は高価であり、要求される技術も多い。内科的または外科的に消化管を休ませなくてはならない場合、または横臥位の患者のみに限られている。

▶ 実施編

■ 準備

全ての成分はグルコース、アミノ酸、脂質の順番で、無菌バッグ内で慎重に混合される。脂質を最後に加えるのは乳化の不安定化を避けるためである。バッグは冷蔵し、48時間以内に静脈内輸液システムに連結させて使用する。

図10 - リフィーディング（再栄養）症候群により低リン血症を引き起こす生理学的機序



■ カテーテル設置部位

犬は麻酔をかけるか、既に衰弱している場合は鎮静をかける。設置部位は外科的に準備する (図11)。

非経腸的に給与する溶液は、グルコースおよびアミノ酸の配合率が高いため、しばしば非常に高張性である。そのため、液剤の投与は前大静脈（頸静脈アプローチ-図12）または後大静脈（伏在静脈アプローチ）に設置した中心静脈カテーテルから行わなくてはならない。これらの静脈を通過する大量の血流によって混合液の急速な希釈が行われる。



図11 頸静脈による中心静脈カテーテルの設置



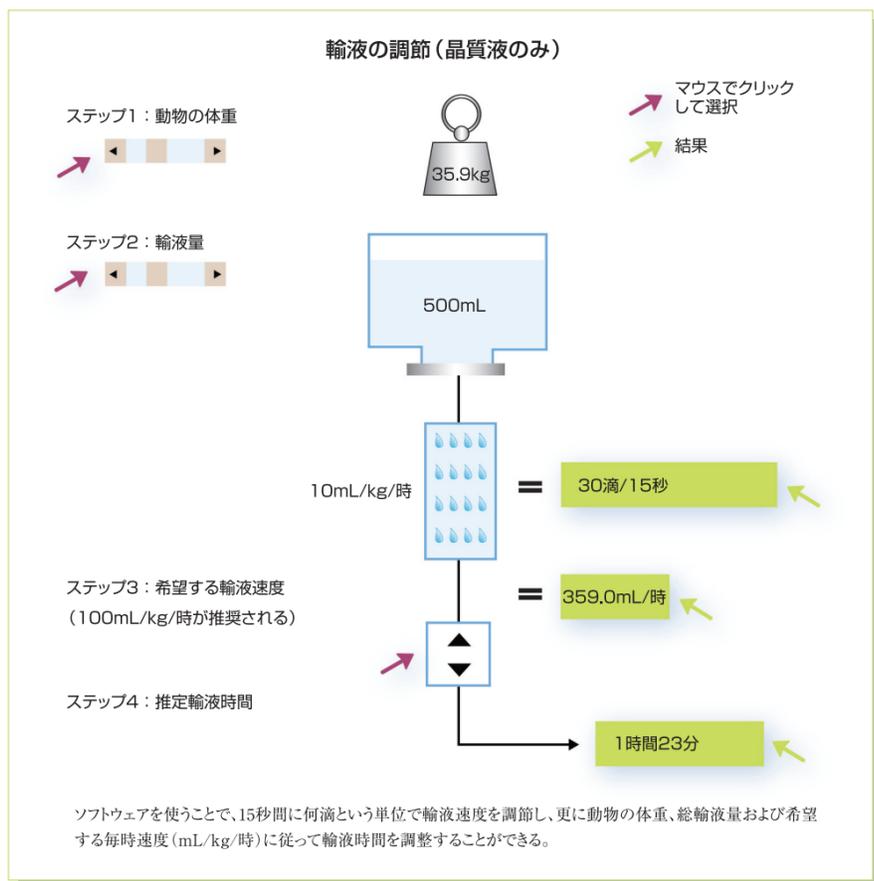
図12 前大静脈は血流が速いため非経腸輸液を急速に希釈することができる。

■ 投与速度

非経腸的に投与する溶液の速度は主に3つの要因による制約がある。それらは、輸液量、浸透圧および代謝障害の発生である。動物の特徴を基に注入速度を調整できるソフトウェアを利用できる。

■ 投与量

投与量は、例えば、うっ血性心不全、急性腎不全または慢性腎不全末期のように患者が体液過剰または乏尿／無尿状態でなければ、大きな問題となることは希である。輸液量が心配な場合は、可能であれば脂肪乳剤の配合量を増加させて溶液のエネルギー密度を上げるよう努めるべきである。



■ 電解質成分の組成

非経腸的に投与する溶液の電解質成分は自由水の量に合わせて調整できる。それによって、維持輸液としての役割も果たし、全体的な輸液投与量を低減することが可能になる。高浸透圧輸液の使用は血栓性静脈炎の危険性を上昇させる (Roongpisuthipong et al, 1994)。例えば、浸透圧650mOsmol/Lの溶液を末梢カテーテルから維持輸液速度で投与した場合は上手く耐容される。しかし、同じ溶液をその2倍の速度で投与すると、ヒトの研究では十分に耐容されない (Kawahara et al, 1998)。一方、浸透圧が1300 mOsmol/Lの溶液は、通常の維持輸液速度の半分で投与した場合、理論的には耐容できる可能性がある。

■ 代謝性合併症

非経腸栄養法に伴う一般的な代謝性合併症は以下の通りである。

- 高血糖症
- 高脂血症
- リフィーディング (再栄養) 症候群

高血糖症は、膵臓が高血糖に反応して適切な濃度のインスリンを分泌できる能力を超えて、デキストロース配合溶液を急速に投与した場合に生じることがある。高血糖症は、溶液の投与速度を減少し、あるいは外因性インスリンを投与することによって回避できることが多い。

表2 - 血中グルコース (BG) 濃度を調節するプロトコール

血中グルコース (mg/dL)	処置
<70mg/dL または4 mmol/L	可能性のある問題として、測定法、投与方法、処方剤または患者によるものがある。間違っただ輸液を投与していないか、そして患者に低血糖症となるような潜在的原因がないかを確認する。投与速度を上げるまたは処方中のデキストロース濃度の増加を考慮する。
<250mg/dL または14 mmol/L	問題がなければ目標速度100%に向けて輸液速度を上げていく。すでに目標速度の100%に達していればそのままの速度で継続する。
250~300mg/dL または14~17 mmol/L	うまく投与できていれば現在の輸液速度を維持する。目標速度100%に達していれば現在の速度のまま継続する。4時間毎の測定で3回~4回続けて、グルコース値が高いか尿のディップスティック検査でグルコースが1+より高い場合は投与速度を下げる。
>300mg/dL または17 mmol/L	輸液速度を下げる。グルコース値が300mg/dLを超えないように目標速度を達成できない場合は以下を考慮する。 1. その動物が耐容できる最高速度で行う。 2. 栄養溶液中にレギュラーインスリンを加える (1ユニット/10gデキストロース)。 3. 溶液中のデキストロース配合量を下げる。

同様に、高脂血症の状態は投与された脂質が代謝する患者の能力を超えた場合に生じることがある。

リフィーディング (再栄養) 症候群はグルコースの細胞内輸送を伴う電解質移動のことであり、主に長期的な食欲不振が続いた後に再び食事を与えられることで続発する。これらの合併症を最小限にするためには注意深いモニタリングと離脱 (ウィーニング) プロトコールを用いるべきである。再給与 (リフィーディング) に伴って電解質異常を生じたら、輸液の投与速度を下げるか徐々に中止し、同時に電解質異常を補正することを著者らは推奨している。電解質異常が解決したら、それから投与を再開するか、エネルギー要求量に見合うよう増加することができる。

▶ 栄養要求量を満たすには

(表3)

表3 - 犬の非経腸栄養法ワークシート

1 - 輸液の投与方法 (末梢性または中心性) の決定			
末梢性であれば、5%デキストロース液を用いる。中心性であれば (例: 頸静脈カテーテルの犬)、50%デキストロース液を用いる。			
2 - タンパク質、脂肪、炭水化物の割合を選択*			
	タンパク質 (%ME)	脂肪 (%ME)	炭水化物 (%ME)
低	8~10	20	0~18
通常	16~18	30~58	20~50
高	20~22	60~80	禁忌
*一度に低または高レベルで使用できるのは一主要栄養素のみである。そのため、1つの主要栄養素が低または高レベルの場合、他の2つは正常範囲内であればならない。このルールの対象外は高脂肪溶液を作成する場合である。			
選択したタンパク質%MEは	...%		
選択した脂肪%MEは	...%		
選択した炭水化物 (CHO) %MEは	...%		
合計 (=100%でなければならない)	...%		

3 - 入院患者の1日カロリー要求量を計算		
末梢性に投与する場合 (高脂肪溶液を使用しない)	$1/2 \text{ RER} = 35 \times (\dots \text{kg BW})^{0.75}$	= ...kcal/日
末梢性に投与する場合 (高脂肪溶液を使用する)	$\text{RER} = 70 \times (\dots \text{kg BW})^{0.75}$	= ...kcal/日

4 - 各主要栄養素の1日量を計算			
...% タンパク質 ME	$\times \dots \text{kcal/日} = \dots \div \dots \text{kcal/mL}$	アミノ酸溶液	=...mL
...% 脂肪 ME	$\times \dots \text{kcal/日} = \dots \div \dots \text{kcal/mL}$	脂肪乳剤	=...mL
...% CHO ME	$\times \dots \text{kcal/日} = \dots \div \dots \text{kcal/mL}$	デキストロース溶液	=...mL
合計 mL			=...mL

5 - 浸透圧の確認		
...mLのアミノ酸溶液	$\times \dots \text{mOsmol/mL}$	アミノ酸溶液 = ...mOsmol
...mLの脂肪乳剤	$\times \dots \text{mOsmol/mL}$	脂肪乳剤 = ...mOsmol
...mLのデキストロース溶液	$\times \dots \text{mOsmol/mL}$	デキストロース溶液 = ...mOsmol
合計 mOsmol		= ...mOsmol

(...合計mOsmol ÷ ...合計mL) × 1000 = ... mOsmol/L
 末梢性に投与する溶液が >750mOsmol/L の場合、%ME脂肪を増やす。
 中心性に投与する溶液が >1400mOsmol/L の場合、%ME脂肪を増やす。

6 - 輸液のエネルギー密度を計算		
... mLのアミノ酸溶液	$\times \dots \text{kcal/mL}$	アミノ酸溶液 = ... kcal
... mLの脂肪乳剤	$\times \dots \text{kcal/mL}$	脂肪乳剤 = ... kcal
... mLのデキストロース溶液	$\times \dots \text{kcal/mL}$	デキストロース溶液 = ... kcal
合計 kcal		= ... kcal

... 合計kcal ÷ ...合計mL = ...kcal/mL
 末梢性に投与する溶液が <0.4kcal/mL (高脂肪溶液を使用しない) の場合、%ME脂肪を増やし、計算を確認する。
 末梢性に投与する溶液が <0.7kcal/mL (高脂肪溶液を使用する) の場合、%ME脂肪および/または %タンパク質を増やし、計算を確認する。
 中心性に投与する溶液が <0.9kcal/mL の場合、%ME脂肪を増やし、計算を確認する。

7 - 溶液に添加するカリウムおよびリンの量を計算

目的のカリウム濃度 ... mEq/L
 $\times (\dots \text{合計 mL} \div 1000)$
 = ... mEq Kを添加

目的のリン濃度 ... mEq/L
 $\times (\dots \text{合計 mL} \div 1000)$
 = ... mEq Pを添加

腎不全の患者ではリンの補給は慎重に考慮すべきである。

カリウム補給は患者のカリウムの状態を反映したものとすべきである。

8 - 溶液に添加するビタミンB群の量を計算

a. 市販の製品はビタミンB群濃度に大きな幅がある。以下の要求量を満たしているビタミンB群を供給すること。

b. 主要栄養素の推奨される濃度および特徴

		mOsmol/mL	kcal/mL	gタンパク質/mL
チアミン	0.29mg/1000 kcal溶液			
リボフラビン	0.63mg/1000 kcal溶液	8.5%アミノ酸溶液、電解質無添加	0.78~0.88	0.34
パントテン酸	2.9mg/1000 kcal溶液	20%脂肪乳剤	0.27	2.0
ナイアシン	3.3mg/1000 kcal溶液	5%デキストロース溶液	0.25	0.17
ピリドキシン	0.29mg/1000 kcal溶液	50%デキストロース溶液	2.52	1.7
ビタミンB12	0.006mg/1000 kcal溶液			

脂溶性ビタミンまたは微量ミネラルの補給は必ずしも必要なわけではない。特定の欠乏症が明らかでない限り、2~3週間の内に臨床的意義のある欠乏症に発展する可能性は非常に少ないと考えられる。

注意:患者の安静時エネルギー要求量 (RER) を満たしていない場合、タンパク合成に利用可能なアミノ酸量については議論中である。そのため、一部の臨床医は患者のRERを脂肪および炭水化物のみで供給し、タンパク質要求量は別に計算している。著者らは非経腸栄養液にはタンパク質のエネルギー分も計算に入れて、容認されている経口/経腸食の評価法と一貫性を持たせている。100kcal当たりのタンパク質 (g) は以下の数式から算出できる。

c. 犬のタンパク質 (g)/100 kcal当たりの標準推奨値	
低	<4.0g/100kcal
正常	4.0~8.0g/100kcal
高	>8.0g/100kcal

$\dots \text{mLアミノ酸溶液} \times \dots \text{アミノ酸溶液1mL当たりの} \dots \text{gタンパク質量} = \dots \text{gタンパク質}$
 $(\dots \text{gタンパク質} \times \dots \text{合計 kcal}) \div 100 = \dots \text{gタンパク質/100 kcal}$

7 - 経腸または非経腸栄養法に関連した合併症

症例検討:20kgの犬では安静時エネルギー要求量は $70 \times (20)^{0.75} = 660\text{kcal/日}$ である。

1Lの5%デキストロース溶液は200kcalを供給する。よって、その犬の1日RER量を補うには3.3Lが必要となり、この犬の水和状態を維持する量よりも遥かに多くなるため、血拴性静脈炎を引き起こす可能性が非常に高くなる。

非経腸栄養のモニタリング・プロトコールでは以下の項目を毎日評価しなくてはならない。

- 体重
- 体温
- 脈拍
- 呼吸および心拍数
- 胸部聴診
- カテーテルの位置および完全性
- 栄養液の点滴中4時間毎の血中グルコース濃度および尿糖値
- ヘマトクリットおよび、脂肪血症または黄疸を確認するための血清評価
- 初回投与後12～24時間以内はカリウムおよびリン
- 初回投与後24時間以内とその後は2～3日毎にBUNおよびアルブミン濃度

また、初回投与後24時間はイオン化マグネシウム濃度を測定し、全血球計算および生化学パネルは2～3日毎に測定することが推奨される。症例によっては胸部X線検査と血清トリグリセリド分析も有益なことがある。

■ デキストロース (D-グルコース)

栄養的サポートを幾らかでも供給しようとして、臨床医が輸液療法に使う品質性にデキストロースで“味付け”をすることはよくある。高浸透圧性溶液による血拴性静脈炎の懸念から、5%以上では長期的な輸液は行われないため、この溶液を維持輸液速度で投与した場合に患者に供給されるのはRERのおよそ3分の1しかない。5%デキストロースによって得られるタンパク質保持作用に関しては意見が分かれているが、幾つかの報告では負の窒素バランスを防ぐには十分でないことが示されている(Chandler et al, 2000b)。

■ アミノ酸

5%のアミノ酸溶液を輸液すると、平均して正の窒素バランスを維持することが3頭の健康な犬の研究でわかっている(Chandler et al, 2000b)。ただし、このような栄養的サポート形式を実施する前に、この治療的アプローチが異化状態にあるもっと多くの犬で成功するかどうかを判定する必要がある。

■ 脂肪

非経腸的に投与する理想的な溶液とは、エネルギー密度が高く、浸透圧が低い溶液であろう。一部では脂質の乳化液がそのような理想的輸液であるとみなしている。例えば、20%脂肪乳剤は2kcal/mLを供給し、それに伴う浸透圧は268 mOsmol/Lである。この溶液のkcalと浸透圧比は理想的であるが、過剰な脂肪投与という懸案も存在する。脂質の乳化液を投与されていた肝機能障害の未熟児で、血管内の脂肪蓄積が報告されている(Levene et al, 1980; Puntis & Rushton, 1991; Toce & Keenan, 1995)。

このアプローチを数例の症例に使ったところ、患者は多くてRERの80%までの脂肪供給に耐容していた。患者にRERの100%を脂肪で投与することには、安全性および有効性の更なる検証が必要であるため現時点で推奨することはできない。

7—経腸または非経腸栄養法に関連した合併症

▶ 血拴性静脈炎

高浸透圧性の溶液は血拴性静脈炎の危険性を増す。末梢血管においては、溶液が600～750 mOsmol/Lを超えないよう推奨されている(Chan et al, 2002; Chandler et al, 2000a)。いずれのミリオスモルの速度値で投与するかは、溶液の浸透圧と同様に臨床的に極めて重要と思われる。そのため、単位時間当たり患者に供給できるカロリー数を上げるために650 mOsmol溶液では維持輸液量の2倍速で投与することが推奨される。このような制約は、エネルギー対ミリオスモル比の高い脂肪乳剤を高濃度で配合した非経腸溶液の使用や、患者のエネルギー要求量のごく一部だけを供給するといった必要性を生む。ある著者は、以前は使用していなかった血管にポリウレタン製カテーテルを設置して末梢静脈栄養液を投与し(PPN)、良好に耐容していたと報告している(Chan et al, 2002)。

7 - 経腸または非経腸栄養法に関連した合併症

▶ 敗血症

非経腸栄養法に使う溶液は細菌にとって理想的な培養環境でもある。感染リスクを最小限にするためには、これらの溶液の準備と投与は完全に無菌的な状態で実施すべきである。

カテーテルおよびチューブの設置が完了したら、それらは専用カテーテルを用いてどの様な汚染リスクからも防御しなければならない。

▶ 高血糖症

ヒトの文献では外因性インスリンを用いた血中グルコースクランプ法によってICU患者の死亡率を低減することができるというエビデンスが増えてきている。これは敗血症に続発する多臓器不全が減少することによるものである(van den Berghe, 2002)。

その効果はインスリン自身による有益な効果というよりは、正常血糖値の維持に起因しているようである。それは、ヒトではインスリン投与量の増加と死亡が正に相関するためである(Finney et al, 2003)。高血糖症は古くから免疫機能を低下させることが知られており、これは糖尿病患者に認められる走化性、食作用および細胞内殺傷能力の低下と同様に、多形核白血球の貪食活性に対する有害作用にも起因している(Watters, 2001)。このことは、Reuter et al(1998)およびLippert et al(1993)がTPNに関する2件の回顧的研究で報告している敗血症率と比較して、Chan(2002)のレビュー報告ではPPNでRERの50%を供給した患者の発症率が低かったとことを、一部説明している可能性がある。敗血症を発症する可能性については、おそらく患者の選択も重要な役割を持つだろうが、PPNでは高血糖症の発生率が低いという点も重要であると考えられる。

▶ 絨毛萎縮と細菌のトランスロケーション

腸細胞はエネルギー源として腸管由来の栄養素に大きく依存している(Ziegler & Young, 1997)。そのため、非経腸栄養法を用いると腸細胞が利用できるエネルギー源が減少する。この減少により腸細胞の健康が損なわれ、絨毛萎縮を生じ、そして腸管の透過性が亢進する。

腸管の完全性の喪失によって腸内細菌叢が血流に侵入するリスクが高まることになる。これは細菌のトランスロケーションと呼ばれる(Steinberg, 2003)。破壊がいつ、そして本当に生じているかについては未解明であるが、ヒトでは一般に長期的な非経腸栄養支持が行われた後で起こっており、齧歯類モデルで示されるほど激しいわけではないのかもしれない(Alpers, 2002)。

また、絨毛萎縮および細菌のトランスロケーションを防ぐ最善策に関しては賛否両論がある。一部のヒトおよび動物では、絨毛萎縮および細菌トランスロケーションを防ぐために、エネルギー基質としてグルタミンを注入する方法に幾らかの有益性を見出したとする研究もあるが、他の研究ではこの方法が効果的な介入策であることを証明していない(Buchman, 1999; Marks et al, 1999)。加えて、特に肝性脳症などの肝疾患やおそらく腎疾患といった禁忌も存在する可能性がある。

▶ 麻痺性イレウス

麻痺性イレウスは、特に非経腸栄養法によって支持されている患者では食欲不振の続発症として一般的である。経腸的な給与によって腸管腔内に栄養素が存在すれば、ホルモン性および神経性のシグナル系が再活性化するため、このリスクを低減させることがある。麻痺性イレウスは常に発症するわけではなく、多くの患者は絶食状態の間も高圧力を作り出しながら正常な蠕動反射を継続させている(Heddle et al, 1993)。この点は腸管の外科手術を受けた患者にも関係する。

腸切開部位からの漏出を防ぐために腸管を休ませると言った慣習は間違いなのかもしれない。広範囲の腹部手術を行った後、経腸栄養を早期に行うほうが非経腸的サポートよりも好ましい可能性があるというエビデンスも存在する(Braga et al, 1998 & 2002)。



©UCDVMITH ICU Service
いったん設置されたカテーテルおよび静脈内輸液チューブは、いかなる汚染リスクも防がなくてはならない。

結 論

-栄養的サポートは長期的な食欲不振、水和状態が関連しない最近の体重減少、ボディコンディションの不良、および治療可能な喪失に由来しない低アルブミン血症の犬の患者に適応される。

-栄養的サポートは免疫機能、創傷治癒、治療に対する反応を促進し、回復期間および生存期間を改善することができる。

-栄養的サポートに使われる経路および食事は、患者の耐容性および有害な副作用の予防に基づいて選択すべきである。

-単一の主要栄養素を投与するだけでは、患者のエネルギーおよび栄養素の要求量を十分に満たしていない可能性があり、タンパク質保持効果も限られているかもしれない。

-栄養的サポートの投与速度は容量不耐性または高血糖症、高脂血症およびリフィーディング症候群といった代謝性合併症のリスクを上昇させずに、患者の安静時エネルギー要求量を供給できるものとするべきである。

-栄養的サポートを受けている患者のモニタリングは、有害な合併症を防止し、良好な管理を確実に行うことを目標にすべきである。

Alpers DH - Enteral feeding and gut atrophy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2002; 5(6): 679-83.

Braga M, Gianotti L, Vignali A et al. - Artificial nutrition after major abdominal surgery: impact of route of administration and composition of diet. *Crit Care Med* 1998; 26(1): 24-30.

Braga M, Gianotti L, Gentilini O et al. - Feeding the gut early after digestive surgery: Results of a nine year experience. *Clin Nutr* 2002; 21(1): 59-65.

Buchman AL - Glutamine for the gut: mystical properties of an ordinary amino acid. *Curr Gastroenterol Rep* 1999; 1(5): 417-23.

Chan DL, Freeman LM, Labato MA et al. - Retrospective evaluation of partial parenteral nutrition in dogs and cats. *J Vet Intern Med* 2002; 16: 440-45.

Chandler ML, Guilford WG, Lawoko CR - Comparison of continuous versus intermittent enteral feeding in dogs. *J Vet Intern Med* 1996; 10(3): 133-38.

Chandler ML, Guilford WG, Payne-James J - Use of peripheral parenteral nutritional support in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* 2000a; 216(5): 669-73.

Chandler ML, Guilford WG, Maxwell A et al. - A pilot study of protein sparing in healthy dogs using peripheral parenteral nutrition. *Res Vet Sci* 2000b; 69: 47-52.

Davies AR, Froomes PR, French CJ et al. - Randomized comparison of nasogastric and nasogastric feeding in critically ill patients. *Crit Care Med* 2002; 30(3): 586-90.

De Bruijne JJ - Biochemical observations during total starvation in dogs. *Int J Obes* 1979; 3: 239-47.

Edney ATB, Smith PM - Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *Vet Rec* 1986; 118: 391-6.

Elliott DA, Riel DL, Rogers QR - Complications and outcomes associated with use of gastrostomy tubes for nutritional management of dogs with renal failure: 56 cases (1994-1999). *J Am Vet Med Assoc* 2000; 217: 1337-1342.

Fascetti AJ, Mauldin GE, Mauldin GN - Correlation between serum creatine kinase activities and anorexia in cats. *J Vet Intern Med* 1997; 11: 9-13.

Finney SJ, Zekveld C, Elia A et al. - Glucose control and mortality in critically ill patients. *J Am Med Assoc* 2003; 290(15): 2041-47.

Heddle R, Miedema BW, Kelly KA - Integration of canine proximal gastric, antral, pyloric, and proximal duodenal motility during fasting and after a liquid meal. *Dig Dis Sci* 1993; 38(5): 856-69.

Humbert B, Nguyen P, Dumon H et al. - Does enteral glutamine modulate whole-body leucine kinetics in hypercatabolic dogs in a fed state? *Metabolism* 2002; 51(5): 628-35.

Justin RB, Hohenhaus AE - Hypophosphatemia associated with enteral alimentation in cats. *J Vet Intern Med* 1995; 9(4): 228-33.

Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (eds) - *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th edition. Academic Press, San Diego, 1997; 127.

Kotani J, Usami M, Nomura H et al. - Enteral nutrition prevents bacterial translocation but does not improve survival during acute pancreatitis. *Arch Surg* 1999; 134: 287-92.

Kuwahara T, Asanami S, Kubo S - Experimental infusion phlebitis: tolerance osmolality of peripheral venous endothelial cells. *Nutrition* 1998; 14(6): 496-501.

Laflamme DP, Kealy RD, Schmidt DA - Estimation of body fat by body condition score. *J Vet Int Med* 1994; 8: 154.

Levene MI, Wigglesworth JS, Desai R - Pulmonary fat accumulation after intralipid infusion in the preterm infant. *Lancet* 1980; 8199: 815-18.

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.

Macintire DK - Disorders of potassium, phosphorus, and magnesium in critical illness. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 1997; 19(1): 41-46.

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(6): 755-63.

McClave SA, Snider HL - Clinical use of gastric residual volumes as a monitor for patients on enteral tube feeding. *J Parenter Enteral Nutr* 2002; 26(6): S43-50.

Michel KE - Prognostic value of clinical nutritional assessment in canine patients. *J Vet Emer Crit Care* 1993; 3(2): 96-104.

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 Intern Med* 2003; 17: 791-798.

Owen OE, Reichard GA, Patel MS et al. - Energy metabolism in feasting and fasting. *Adv Exp Med Biol* 1979; 111: 169-88.

Phang PT, Aeberhardt LE - Effects of nutritional support on routine nutrition assessment parameters and body composition in intensive care unit patients. *Can J Surg* 1996; 39(3): 212-19.

Puntis JW, Rushton DI - Pulmonary intravascular lipid in neonatal necropsy specimens. *Arch Dis Child* 1991; 66(1): 26-28.

Qin HL, Su ZD, Hu LG et al. - Effects of early intrajeunal nutrition on pancreatic pathological features and gut barrier function in dogs with acute pancreatitis. *Clin Nutr* 2002; 21(6): 469-73.

Remillard RL, Darden DE, Michel KE et al. - An investigation of the relationship between caloric intake and outcome in hospitalized dogs. *Vet Ther* 2001; 2(4): 301-10.

Reuter JD, Marks SL, Rogers QR et al. - Use of total parenteral nutrition in dogs: 209 cases (1988-1995). *J Vet Emerg Crit Care* 1998; 8(3): 201-13.

Roongpisuthipong C, Puchaiwatananon O, Songchitsomboon S et al. - Hydrocortisone, heparin, and peripheral intravenous infusion. *Nutrition* 1994; 10(3): 211-3.

Solomon SM, Kirby DF - The Refeeding Syndrome: A Review. *J Parenter Enteral Nutr* 1990; 14(1): 90-97.

Steinberg SM - Bacterial translocation: What it is and what it is not? *Am J Surg* 2003; 186(3): 301-5.

Toce SS, Keenan WJ - Lipid intolerance in newborns is associated with hepatic dysfunction but not infection. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995; 149: 1249-53.

Van den Berghe G - Beyond diabetes: saving lives with insulin in the ICU. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26 suppl 3: S 3-8.

Watters JM - Parenteral nutrition in the elderly patient. In: Rombeau JL, Rolandelli RH, (eds). *Clinical Nutrition Parenteral Nutrition*. 3rd edition. WB Saunders Co, Philadelphia, 2001; 429-43.

Ziegler TR, Young LS - Therapeutic effects of specific nutrients. In: Rombeau JL, Rolandelli RH, (eds). *Clinical Nutrition Enteral and Tube Feeding*. 3rd edition. WB Saunders Co, Philadelphia, 1997; 112-137.



© Lancan

食事は入院中の治療の一環として不可欠である。
栄養不良は犬の重症疾患からの回復を妨げる。

キーポイント

犬の救急医療における栄養学

• 理想的には、入院中は安定した体重を維持すべきである(または適切であるなら体重増加)。毎日の体重測定は必須である。栄養的サポートは不十分な食事摂取が3日以上続いている(と予測される)患者に必要となる。

• 経腸栄養は栄養的サポートの中でも群を抜いて優れた方法である。腸絨毛の萎縮を防ぎ、より早い回復を手助けする。経腸的な給与ができない場合は、食事を控える期間を最短に留めなければならない。

• 入院中の犬のエネルギー要求量は安静時の犬と同程度である。その値は70kcal/kg (BW)^{0.75}と推定されている。忘れてはならないのは、個々の変動によって要求量は多くて30%まで増加するという点である。

• 食事の量を減らすには、食事のエネルギー密度をできるだけ高くしなければならない。脂肪の配合量が多いほどエネルギー密度は高くなる。目標として、カロリーの30~50%を脂肪で供給する。これを解決する理想的な食事とは、エネルギー密度が高く、水で簡単に希釈できるものである。

• タンパク質の配合量は正の窒素バランスを十分に維持できるようにすべきである。全カロリーの30~50%をタンパク質から得ることで除脂肪組織の喪失を低減するのに役立つ。

• グルコースを多く配合している溶液は高インスリン血症および高血糖症を促進することがあるため注意する。グルコースは全カロリーの10~25%を超えないようにする。

• 重症患者の犬では液体-電解質バランスを極めて厳密にモニタリングしなくてはならない。血中カリウム、リンおよびマグネシウム濃度は特に重要である。水分補給用飲料は一部の電解質欠乏を補正するのに役立つ。

様々な経腸または非経腸栄養における長所と短所

給与法	長所	短所	適応
手による給与	-簡便 -犬にストレスが少ない	-時間がかかる -一部の症例のみで応用可能	非常に短期的な給与
食欲増進剤	数種類で利用可能	肝毒性の可能性	短期的な給与(2~3日間)
経鼻食道チューブ	-チューブの設置は簡単 -非侵襲的 -最低限の鎮静 -合併症は少ない	-チューブが常に耐容されるとは限らない -エリザベスカラーの装着が必須 -液状食	短期的な給与(1~2週間)
経食道チューブ	-チューブの設置は簡便に素早くできる -エリザベスカラーは必須ではない -鼻腔の刺激がない -犬の食べる行為を妨げない	-特殊な器具が必要 -全身麻酔が必須	給与期間は数週間
胃造瘻チューブ	-チューブを設置位置で維持しやすい -合併症は少ない	-開口部の感染リスク	給与期間は数ヶ月
空腸造瘻チューブ	膵臓を迂回する	-全身麻酔が必須 -チューブの設置に細心の注意が必要 -集中的な治療が必要 -成分栄養溶液	胃、十二指腸または膵臓の疾患
非経腸的給与	消化器系の手術または深刻な消化器の障害が生じている期間に栄養的サポートが行える	-コスト -常に監視が必要 -危険性が高い:代謝性障害、血栓性静脈炎、敗血症、腸絨毛の萎縮、麻痺性イレウス	消化管を休ませる必要のある状態すべて

グルタミン

ストレス下にある動物は、糖新生の速度が上昇するためグルタミンの異化速度も速くなる。こうした要求量の増加が生じると、筋肉によるグルタミンの合成はしばしば欠乏し、血中グルタミン濃度は低下してしまう。グルタミンは必須アミノ酸ではないが、一部の状況では条件付きで必須となることがある。

グルタミンには複数の機能がある。酸塩基平衡の維持を部分的に担い、

プリンおよびピリミジン塩基の前駆物質であり、肝臓での合成を一部調節し、解毒過程の一部を担っている。

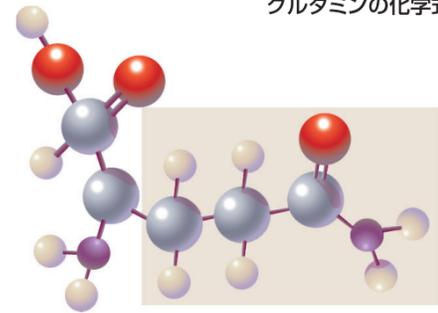
グルタミンは特に、消化管や免疫系の細胞など分裂速度の速い細胞において重要な前駆物質となっている。

グルタミンは腸粘膜の免疫グロブリンA産生細胞で利用される。食事による摂取の低下と重症動物における高い要求量が組み合わさると、腸バリア

の完全性に影響し、細菌のトランスロケーションと全身感染症のリスクを増加させることになる可能性がある。

腸絨毛の萎縮を防止するためグルタミン(250~500mg/kg/日)が推奨されているが、静脈用製剤を入手することが困難であるため、非経腸栄養で使用する溶液には系統的には配合されていない(Elliott, 2004)。

グルタミンの化学式



-  H
-  O
-  C
-  N

参考文献

Elliott D - Parenteral nutrition.
Scientific Proceedings WSAVA - FECAVA 2004;
HVMS World Congress, Rhodes (Greece).