

Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients

平成 22 年 1 月 14 日兵病薬西神戸支部勉強会資料

第IV章 正常必要量—成人（抜粋）

エネルギーはそれ自体は栄養素ではないが主要栄養素の投与によって供給される。栄養療法を必要とする「正常な」成人のための「標準的な」経腸栄養剤や静脈栄養剤はない。しかし、調査によれば患者は標準処方製の薬剤を投与されることが多く、それはエネルギー過剰につながる。Food and Nutrition Board と WHO による現在のエネルギー所要量は、エネルギー消費量とその測定法の両方に変動があるため、多くの場合必要量を過大評価したり、逆に過小評価したりする危険性がある。

①エネルギー量は基礎エネルギー消費量に見合った量、適切な BMI の値を維持するレベルの身体活動度に見合った量を投与すべきである。基礎エネルギー消費量は疾患の状態によって変化する。食物の選択や食物摂取量の制限がない場合には、エネルギー必要量はエネルギー消費量の間接的測定または推定式によって決める。健康成人のエネルギー必要量を推定するために用いる推定式が有用であると思われる。②推定消費エネルギーは 1 日あたり 20~35kcal/kg の範囲にある。エネルギー投与量はエネルギー必要量に見合う量とし、炭水化物の 1 日投与量は 7g/kg、脂質は 2.5g/kg まで（注：日本では脂肪乳剤の最大 1 日 2g/kg まで）に抑え、代謝上の合併症を最小限にする。特に、極めて状態の悪い患者に対しては脂質の静脈内投与量の上限を 1g/kg/day とする。特殊脂肪酸に関する唯一の推奨事項は、③必須脂肪酸欠乏症の予防のためには、1 日エネルギー必要量の 1~2% をリノール酸 (n-6) で、約 0.5% をリノレン酸 (n-3) で摂取すべきであるというものである。健康に関連した幾つかの脂肪酸に関するガイドラインが示されており、そこでは n-6 と n-3 の比が用いられている。

蛋白必要量は要因データや窒素バランスのデータだけでは決定できず、アミノ酸の代謝回転データ、理想的には蛋白質の役割を反映する代謝や機能面での蛋白の状態を示すデータが必要である。蛋白質に関連する現在の推奨事項は主に窒素バランスのデータに基づいており、適切な代謝バランスや代謝機能に基づいていない。④最近のデータは蛋白摂取量の 25~30% を占める必須アミノ酸の 1 日推奨量として約 186mg/kg を提唱している。

蛋白質が適切に利用されるためには十分量のエネルギーが投与されなければならない。栄養療法の実施によって、健康な状態でのアミノ酸の役割が見直されることになった。個々の蛋白質の状態を評価することは蛋白必要量を定める一助となる。ストレスなく臓器の機能障害もない栄養療法を必要とする成人患者の蛋白質の 1 日必要量は 0.8g/kg が適切だが、代謝的要求に応じて約 2g/kg/day（稀にはそれ以上）まで増加することもある。除脂肪体重に基づく蛋白必要量は年齢とともに減少する。

⑤水分必要量は適切な評価に基づいて水分バランスと投与される溶質によって個々に決められる。水分と電解質の必要量の変化は、体液量、体内の濃度および/あるいは組成の乱れを考慮して患者ごとに決める。成人の水分必要量は一般に 30~40mL/kg/day または 1~1.5mL/消費エネルギー-kcal である。電解質の経腸投与は RAD/AI の基準値に従う。静脈投与電解質の標準投与量は正常な臓器機能で異常な喪失がない状態を前提としている。静脈用栄養液の調整に使用する薬剤についてはその電解質含有量を考慮に入れておく。

ビタミンと微量元素は補酵素や補助因子として代謝経路に作用する必須栄養素である。経腸栄養での推奨量は RAD/AI（栄養所要量/適切摂取量）に基づいている。栄養療法を必要とするほとんどの患者で、RAD/AI 値を超え耐容上限値近くまで投与量を上げることは、実験データに裏付けられた保障がない。経静脈的に投与するビタミンと微量元素の投与ガイドラインでの値は必要とされる量の推定値とみなすべきである。経静脈的ビタミンの投与推奨量は必要量の増加した患者に合わせて設定されており、経口摂取が制限されている患者には毎日投与すべきである。

1日あたりの電解質必要量

| 電解質 | 経腸栄養 | 静脈栄養 |
|------------|-------|-----------|
| Na | 22mEq | 1~2mEq/kg |
| K | 51mEq | 1~2mEq/kg |
| Cl | 21mEq | Needs |
| Acetate | | Needs |
| Ca | 60mEq | 10~15mEq |
| Mg | 35mEq | 8~20mEq |
| Phosphorus | 700mg | 20~40mmol |

表中の値は健康成人における安全用量範囲の値

1日あたりのビタミン必要量

| ビタミン | 経腸栄養 | 静脈栄養 |
|--------|--------|---------|
| チアミン | 1.2mg | 3mg |
| リボフラビン | 1.3mg | 3.6mg |
| ナイアシン | 16mg | 40mg |
| 葉酸 | 400 μg | 400 μg |
| パントテン酸 | 5mg | 15mg |
| B 6 | 1.7mg | 4mg |
| B 12 | 2.4 μg | 5 μg |
| ビオチン | 30 μg | 60 μg |
| コリン | 550mg | 規定なし |
| C | 90mg | 100mg |
| A | 900 μg | 1000 μg |
| D | 15 μg | 5 μg |
| E | 15mg | 10mg |
| K | 120 μg | 1mg |

表中の値は健康成人における安全用量範囲の値

1日あたりの微量元素必要量

| 微量元素 | 経腸栄養 | 静脈栄養 |
|------|--------|-----------|
| Cr | 30 μg | 10~15 μg |
| Cu | 0.9mg | 0.3~0.5mg |
| F | 4mg | 明確規定なし |
| I | 150 μg | 明確規定なし |
| Fe | 18mg | 日常的補給なし |
| Mn | 2.3mg | 60~100 μg |
| Mo | 45 μg | 日常的補給なし |
| Se | 55 μg | 20~60 μg |
| Zn | 11mg | 2.5~5mg |

表中の値は健康成人における安全用量範囲の値

第IV章 正常必要量—小児 (抜粋)

エネルギー (背景)

乳児、小児のエネルギー必要量、貯蔵量は極めて特異的である。小児のエネルギーは、生体の代謝の維持と成長の双方に使われる。

推定エネルギー必要量

| 年齢 (歳) | エネルギー(kcal/kg) |
|--------|----------------|
| 0~1 | 90~120 |
| 1~7 | 75~90 |
| 7~12 | 60~75 |
| 12~18 | 30~60 |
| >18 | 25~30 |

乳児のエネルギー必要量はさまざまな方法で算出されるが、その中には乳幼児での使用も考慮して作成された Harris-Benedict の改変式もある。

(特記事項) 手術を受けた成人ではエネルギー消費量が増加する。しかし新生児の場合は異なっており、術後のエネルギー利用量は本質的に増加しない。周術期の新生児に安静時エネルギー消費量 (REE) の 50%増のエネルギーを投与すると明らかに過剰投与となってしまう。

水分必要量(背景)

小児の水分必要量を算出する標準的な方法は 1957 年に出された報告に掲載されている。水分必要量はエネルギー消費量に関連し、そのエネルギー消費量は体重を用いた以下のような簡単な計算式で決まる。

3~10kg の乳児では、100kcal/kg

10~20kg の小児では、100kcal+ (10kg を超える各 kg あたり 50kcal)

20kg を超える小児では、1500kcal+ (20kg を超える各 kg あたり 20kcal)

24 時間当たり、不感蒸泄として約 40mL/100 kcal を補い、また 60mL/kcal を尿中喪失量として補う。偶然ではあるがこれは都合よく喪失した水分の補充には 24 時間当たり 100mL/100kcal つまり 1ml/kcal 必要であるという計算になる。この量は病態 (発熱、ストレス等) に応じて調整しなければならない。下痢があると水分喪失量は劇的に増加する。急性の体重減少は水分喪失量とほぼ一致するためこのときの減少量はすべて水分必要量に足さなければならない。発熱時には呼吸や皮膚を介した不感蒸泄が増加する。38℃以上の発熱で

は1℃上昇ごとに24時間あたり不感蒸泄が5mL/kg増加する。

電解質必要量 (背景)

ナトリウム 3mEq/kg/day
カリウム 2mEq/kg/day
クロール 5mEq/kg/day

カルシウム (背景)

小児は新しく骨を合成しており、カルシウムバランスは常に正である必要がある。アメリカ小児学会栄養委員会は米国科学アカデミー推奨量に準じたもので、0~6か月齢で210mg/day、6か月齢~1歳で270mg/day、1~3歳で500mg/day、4~8歳で800mg/day、9~18歳で1300mg/dayである。経静脈的にカルシウムを投与する場合、溶解性の悪さのために投与量が限られることがよくある。

(エビデンス)

乳児への適切な電解質の投与を行う際、もしナトリウム不足があると成長障害をきたすことが明らかにされている。小腸痙攣から不可避な電解質の喪失がある乳児での体内総ナトリウム量の枯渇は体重増加の停滞につながる。

蛋白質必要量 (背景)

新生児、小児の蛋白質必要量は年齢によって変化する。この年齢層での至適な蛋白質栄養はその質(アミノ酸組成)と量の双方で決定される。

健康小児の蛋白質必要量

| 年齢 | 蛋白質必要量 (g/kg/day) |
|-------------|-------------------|
| 低出生体重児 | 3~4 |
| 満期産児 | 2~3 |
| 1~10歳 | 1.0~1.2 |
| 思春期 | |
| 男子 | 0.9 |
| 女子 | 0.8 |
| 重症病態の小児・思春期 | 1.5 |

新生児ではある種のアミノ酸の合成能に限界があるため、必要な蛋白質は成人の場合と質的に異なる可能性がある。

(エビデンス)

未熟なほど体重当たりの蛋白質必要量は多い。低

出生児が子宮内と同様の成長率を維持するには約2~4g/kg/dayの蛋白質が必要である。未熟児は約3.0g/kg/dayの蛋白質が投与されないと十分な成長率、窒素貯留が得られない。4g/kg/day以上の蛋白質を投与すると異常なアミノグラムを呈する。低出生体重児に6g/kg/dayの蛋白質が与えられた場合、高窒素血症が起こったり、斜視が起こる率が高くなり、またIQが低くなるなど好ましくない結果をもたらすことが報告されている。ある検討では、低出生体重児や未熟児での蛋白(またはアミノ酸)必要量は約3~4g/kg/dayである。超低出生体重児の蛋白必要量はわかっていないが、蛋白分解速度が速く十分な成長の達成が極めて困難である。

満期(37~41週6日:正常分娩)出産時の蛋白質投与に関しては確立されたガイドラインがある。それによれば、蛋白質投与推定値は2~3g/kg/dayの範囲内である。この範囲はほとんどの新生児に適切であると思われるが、極めて状態の悪い患児では明らかに十分な蛋白質を与えても蛋白バランスが負に傾く。1~10歳の健康な小児では蛋白質の1日所要量の変化は比較的少なく、1.2~1.0g/kg/dayと年齢にしたがって徐々に減少する。思春期には男児は女児より1日所要量が若干高い(それぞれ0.9および0.8g/kg/day)。一般的な臨床の場合では代謝ストレスがある入院患児への蛋白投与量は1.5g/kg/dayである。正常な成長に戻そうとしている患児には蛋白投与量を増やす必要がある。

小児用の食事での至適アミノ酸組成は未だ確立されていない。満期産児から12か月齢の乳児では母乳が理想的なアミノ酸投与量の指針となる。ヒスチジンは6か月齢までの乳児では条件付き必須アミノ酸であり欠乏すると成長障害をきたす。低出生体重児ではシスタチオナーゼ(メチオニンからシステインへの転換過程で関与する酵素)の活性が低いためシステインが条件付き必須アミノ酸である。システインとその代謝物であるタウリンはいずれも母乳中に高濃度に存在する。最近の安定同位体元素を用いた手法で新生児のアミノ酸合成の解明が試みられているが現時点ではヒスチジンのみが新生児の条件付き必須アミノ酸である。

炭水化物 (エビデンス)

最近の検討で年齢に応じて適切な炭水化物摂取量の上限と下限が定められている。初めて新生児

と幼若乳児に、経腸的に投与される炭水化物は乳糖である。早産児は、腸内の乳糖分解酵素の活性が不十分なため乳糖を消化できないことがある。したがって、**早産児には乳糖とブドウ糖ポリマーの50/50の混合比の製剤が適切**である。

いくぶん経験的ではあるが、**安定した状態の乳児は総エネルギー摂取量の約40~45%**を炭水化物で摂取する必要がある。新生児に対する静脈栄養は適切な血清中グルコース濃度を維持するためブドウ糖投与速度を6~8mg/kg/minから開始する。生後間もない新生児は、肝での糖新生が十分でないためブドウ糖投与量が少ないと低血糖に陥る。もう少し大きくなれば中心静脈経路で**10~14mg/kg/min**という**大量のブドウ糖を**負荷しても耐えられる。未熟児のブドウ糖不耐性はめずらしくないが、高血糖だけでなく高TG血症があることでその不耐性が明らかになる。

(特記事項)

新生児の術後高血糖は成人に比べて迅速に解消する。新生児では大手術後の血糖値が術前の2倍になることがあるが、術後12時間で前値に戻る。術後高血糖になる理由は血中CAが上昇するため、また、乳酸とピルビン酸の産生増加にも関連すると考えられる。

脂質 (エビデンス)

アメリカでは、2歳を超えれば総脂質を総エネルギー量の30%未満、飽和脂肪酸は総エネルギー量の10%未満に抑える「中等度脂肪食」とし、2歳以降5~6歳までの間に脂肪無制限の食事から次第に「中等度脂肪食」へ移行することが推奨されている。乳児の栄養と成長に関する長期試験で、生後12~18か月での食事の移行中に低脂肪食を摂取すると幾つかのカギとなる栄養素の摂取量が不十分であることが判明した。

現在までのデータによれば、低脂肪乳製品、果物、野菜、穀物の摂取を勧める脂肪調節食を実施しても、小児の栄養状態、成長及び発達を抑制することはない。小児に対しては、脂肪摂取に関して極めて特殊な推奨事項を出すことよりも、総エネルギーの過剰摂取を避け身体活動の増加を促すことが重要。栄養療法を受けている成人と同様、必須脂肪酸欠乏症を予防するため総エネルギーの1~2%をリノール酸(n-6)で、また約0.5%をαリノレン酸(n-3)で摂取することが推奨される。

微量栄養素：ビタミン (エビデンス)

脂溶性、水溶性ビタミンはいずれも静脈栄養中に供給しなければならない。ASCN学会の小児科静脈栄養必要量小委員会は1988年満期産で生まれた乳児及び小児のための静脈栄養施行時のビタミン投与量の概要を示すGLを公表している。

製品が限られているマルチビタミン製剤の選択は11歳未満と11歳以上とで異なる。11歳以上の小児の場合ビタミンKはマルチビタミン製剤と合わせて200μg/dayの投与量が推奨される。

1日あたりのビタミン必要量 (乳児)

| ビタミン | 経腸栄養 | 静脈栄養 |
|--------|-----------|-----------|
| チアミン | 0.3-0.4mg | 1.2mg |
| リボフラビン | 0.4-0.5mg | 1.4mg |
| ナイアシン | 5-6mg | 17mg |
| 葉酸 | 23-35μg | 140μg |
| パントテン酸 | 2-3mg | 5mg |
| B6 | 0.3-0.6mg | 1mg |
| B12 | 0.3-0.5μg | 1μg |
| ビオチン | 10-15μg | 20μg |
| C | 30-35mg | 80mg |
| A | 375μg | 700μg |
| D | 7.5-10μg | 10μg |
| E | 3-4mg | 7mg |
| K | 5-10μg | 200μg |
| カルニチン | 規定なし | 2~10mg/kg |

表中の値は健康成人における安全用量範囲の値

1日あたりの微量元素必要量

| 微量元素 | 経腸栄養 | 静脈栄養 |
|------|----------|----------|
| Cr | 2.5μg/kg | 0.2μg/kg |
| Cu | 規定なし | 20μg/kg |
| I | 40~50μg | 1μg/kg |
| Fe | 6~10mg | 規定なし |

(特記事項)

ビタミン補給の推奨量は状態の安定した小児患者用であり、異化ストレス、人工心肺、臓器不全の状態は勘案されていない。早産児に投与するマルチビタミン製剤は、代謝障害に関連する毒性を

避けるため、プロピレングリコールやポリソルベートを含まないものを選択する。

微量元素（背景）

微量元素は一般的に酵素の補因子として作用する。Co/Cr/Cu/I/Mn/Mo/Se/Zn はすべて正常なヒトの代謝過程を支えるのに必須の微量栄養素である。

（エビデンス）

Zn/Cu/Se/Cr/Mn は欠乏症を避けるため常に静脈栄養への添加が推奨される。栄養管理の方法（母乳、経腸栄養、静脈栄養）が患児の微量栄養素の状態に影響を与える可能性がある。

（特記事項）

胆汁排泄障害や胆汁うっ滞性肝障害の患者では銅とマンガンは注意深く投与すべきである。セレン、モリブデン、クロムは腎から排泄されるので、腎機能障害のある患者ではこれらの投与量は減らすべきである。持続する下痢や空腸瘻から過剰な排出量が見られる場合には亜鉛の補給が必要である。

最近、アメリカ小児学会栄養委員会として食物繊維に関する新たな推奨事項を報告した。そこでは、2歳以上の年長の小児には最低 5g/day、5歳より年長の小児には 10g/day の食物繊維の摂取が推奨されている。

母乳保育でない乳児の場合、出生から 12 カ月間は鉄強化処方（4~12mg/L）が推奨されている。デキストラン鉄を用いる静脈栄養の GL はあまり明確なものではなく個人差もあり、また、静脈栄養法の総推定期間とともに満期産で生まれたか早産で生まれたかによっても異なる。さらに、鉄欠乏症に対して補充する場合と、バランスを維持し成長速度に応じて補充を行う場合とでは投与量が異なる。

A.S.P.E.N Guideline（和訳）から引用（一部加筆）