

特集

「急性呼吸不全による人工呼吸患者の栄養管理ガイドライン」をふまえて

看護面からの検討

清水孝宏

キーワード：栄養管理, 経腸栄養, 静脈栄養, 看護, 患者管理

はじめに

栄養管理は医師、看護師、管理栄養士など、患者の治療やケアに携わるそれぞれの職種がそれぞれの役割を担うことで適切に行われる。

看護における栄養管理については、多くの看護理論の中で重要な位置付けとして記されている。特に看護の面で重要なのが、栄養を消化吸収する患者の反応を観察し評価することや、食物の消化吸収がスムーズに行われるよう工夫することである。これらが上手く行われない場合に嘔吐や下痢などの消化器合併症が起こり、人工呼吸器管理中であれば誤嚥や肺炎などのリスクを伴うことになる。

栄養管理法は経腸栄養療法と静脈栄養療法に分けられる。このうち消化吸収の工夫と観察にテクニックを要するのは経腸栄養療法である。

本ガイドラインは急性呼吸不全により人工呼吸器を装着している患者が対象のガイドラインであるが、重症患者の栄養管理とほとんど共通した内容である。

I. 経腸栄養療法中の患者管理

1. 胃管の先端位置はレントゲンによる確認が必要

本ガイドラインでは“胃管を盲目的に挿入あるいは交換した場合、レントゲンによる確認を推奨する (Grade E)”としている。胃管の位置確認方法として聴診による気泡音の確認、胃管からの吸引物の pH の測定や

呼気二酸化炭素の検出による確認方法などがある。財団法人日本医療機能評価機構医療事故防止センターの調査¹⁾によると、経鼻胃管の初回挿入時と交換時の気道への誤挿入の報告は1件の死亡例を含む計9件である。これら誤挿入事例の内、4件は気泡音の確認がされていたが、レントゲンによる確認がされていない。

胃管挿入の際、意識障害のない正常な咳嗽反射のある患者であれば胃管が気管内へ進むことにより咳嗽反射が起き、誤挿入に気づく可能性がある。しかし気管挿管人工呼吸器管理中の場合、鎮静薬や鎮痛薬の影響あるいは、意識障害により咳嗽反射が障害されている可能性もある。また嚥下反射も同様に障害されていることが多く、気管内へ容易に胃管が挿入されることがある。このように胃管を挿入あるいは交換した場合、先端の位置確認はより安全な方法つまりレントゲンによる確認が推奨される。

気管挿管をした場合、挿管チューブの位置の確認にレントゲン撮影は欠かせない。このレントゲン撮影のタイミングに合わせ、顔面の骨折などの例外を除き、経鼻または経口的に胃管を挿入する。また胃管交換のタイミングも日々行われるレントゲン撮影に合わせて実施する。

ここでレントゲン確認以外の日々行われる薬剤や栄養剤の注入前の確認について触れておく。日々の確認方法として²⁾は、①胃管挿入時に固定した長さであるか確認する、②10～20mLの空気を注入し、左右下肺野と心窩部の3点を聴診、心窩部の音が最強音であるかを確認する、③胃内容物を吸引しリトマス試験紙

地方独立行政法人那覇市立病院
看護部 主任看護師・集中ケア認定看護師

で酸性であることを確認する。これら①～③の確認でも不安が残るようなケースであれば、レントゲンによる確認が安全と考えられる。

サンプルチューブなどの胃管はレントゲン不透過性のラインが入っているが、栄養剤注入用の栄養チューブにはレントゲン透過性とレントゲン不透過性があり、これまでは前者のレントゲン透過性の商品が汎用されてきた。そのためレントゲンによる位置確認以外の方法に頼らざるを得なかった。しかし近年、栄養チューブを含む全ての胃管がレントゲン不透過性の素材を用いる傾向にある。

2. 胃内残量の評価にはサンプルチューブを用いる

胃管には先端に多数のポート（孔）がある胃内容物の排液を目的としたサンプルチューブと薬剤や栄養剤の注入を目的とした栄養チューブの2種類がある。気管挿管人工呼吸管理を始める患者に挿入する胃管としてはサンプルチューブが適している。その理由は、胃内容物の排液を目的とした先端の多数のポートである。多数のポートがあることで、胃管用のシリンジで胃内容物の吸引をした場合でも胃壁にポートが接触しにくく、ドレナージする場合でも多数のポートから排液が通過しやすい。これに対し栄養チューブは先端のポートは単孔、つまりポートはひとつであり、胃内容物の吸引やドレナージには適さない。気管挿管直後は薬剤や栄養剤の注入に先立ち、消化管のコンディションを知る必要がある。例えば消化管出血や通過障害の有無は胃管からの排液の性状や量が重要な情報となる。Metheny ら³⁾は経腸栄養を開始したはじめの数日は、胃内残量が多い傾向にあり、胃内残量の評価にはサンプルチューブの挿入を奨めている。本ガイドラインでも“胃内残量の多い症例にはサンプルチューブを用い、胃内残量を評価することを考慮する（Grade D）。”としている。

これまで述べてきたサンプルチューブの役割は胃内残量の確認、すなわち胃内容物の排液を目的としている。栄養剤の注入を目的としたチューブではないことを理解し、胃内残量が減少し栄養剤の注入が安定していれば漫然と挿入しておくことは避けなければならない。その理由として胃管の材質は塩化ビニール製、シリコン製、ポリウレタン製の3つが主に用いられている。このうちサンプルチューブの材質は塩化ビニール製が多

い。塩化ビニール製の胃管は材質が硬いことから柔軟性を持たせるために可塑剤（DEHP：フタル酸ジ-2-エチルヘキシル）が加えられている場合が多い。最も汎用されている可塑剤である DEHP は一部の栄養剤の添付文書によると製剤中に溶出する恐れがあり、DEHP を含まないチューブを用いることが望ましいとしている。また可塑剤が溶出した塩化ビニール製のチューブは硬化し、胃粘膜を損傷する危険性もある。そのため栄養剤注入に最も適したチューブの材質は DEHP を含まず体温で柔らかくなるポリウレタン製である。

3. 腸蠕動音、排便・排ガスの確認

本ガイドライン B-2 にある経腸栄養開始時の腸管機能の評価では、“腸蠕動音、排便排ガスの確認が取れなくても経腸栄養を開始することを考慮すべきであるとし Grade B と高い推奨度となっている。この内容を腸蠕動音、排便や排ガスの観察は必要ないと解釈するのは誤りである。腸蠕動音、排便や排ガスが確認できるまで経腸栄養を見送ることにより早期経腸栄養のタイミング、つまり栄養開始を遅らせてはならないことを意味している。継続的な腹部聴診や触診などのフィジカルアセスメントから得られる情報は多く、特に排便は出血の有無など消化管のコンディションを知るための重要な手がかりである。またガイドラインでも述べられているように、各施設の実情に合った経腸栄養プロトコルを用いることが大切で、プロトコルを使用することで経腸栄養の達成度を目標値の 70～85%にできるとされている。

4. 経腸栄養投与の開放式システムと閉鎖式システムの選択

経腸栄養剤の保存形態は缶タイプ、紙パッケージタイプ、ビニールパッケージタイプなど数種類ある。このうち缶や紙パッケージタイプの製剤は経腸栄養専用のボトルに移してから投与することになる。このタイプのものを開放式システム（Open system）と言い、ビニールパッケージタイプで経腸栄養投与ルートを繋げれば直接投与できるものを閉鎖式システム（Closed system）と言う。

開放式システムと閉鎖式システムとを比較した場合、下痢の発生と栄養剤への細菌の混入については開放式システムが多い傾向を示しているが、両者間の有

意差はない ($p=0.06$)⁴⁾。そのため開放式システムと閉鎖式システムのいずれかを推奨する十分な根拠はない。

ではどの程度の間隔で投与ルートや栄養剤の交換をするべきだろうか。これについて ASPEN が 2009 年に刊行した経腸栄養に関する勧告⁵⁾に記載されている。それによると開放式システムのルート (セット) 交換は 24 時間毎、閉鎖式システムのルート交換は 24 ~ 48 時間毎とし、原則として製剤の取り扱いについては発売元の添付文書にある管理方法を遵守するよう勧告している。栄養剤については無菌状態で容器からボトルに移された開放式システムの場合、成人では 8 時間以内、新生児では 4 時間以内に使用されるべきとしている。一方、閉鎖式システムの場合は製造業者の添付文書に従って 24 ~ 48 時間続けて使用できるとしている。

開放式システムと閉鎖式システムのいずれかの栄養剤を取り扱う場合でも、素手による製剤の汚染が懸念される。そのため未滅菌のディスポーザブル手袋を使用することが重要である。

これまで述べたように、経腸栄養剤投与については開放式システムと閉鎖式システムの違いや、ボトルの消毒または滅菌保管方法、ルートの交換頻度、使用する環境など複雑な管理が要求される。このため管理方法をマニュアル化し、統一した管理が重要と考えられる。

5. 経腸栄養の間欠投与と持続投与の選択

経腸栄養投与方法は間欠投与 (intermittent feeding/bolus delivery) と持続投与 (continuous feeding) のいずれかを選択することになる。集中治療領域、特に欧米では後者の持続投与が圧倒的に多いようで、continuous feeding を前提とした論文が多い。持続投与と間欠投与を比較した場合 Ciocon⁶⁾らの報告では、間欠投与群で 34%、持続投与群で 17% と誤嚥が低い傾向を示し、Steevens⁷⁾らの報告でも持続投与群で誤嚥が低い傾向を示している。しかし、Ciocon⁶⁾と Steevens⁷⁾いずれの調査でも持続投与と間欠投与の誤嚥発生率や在院日数、死亡率についての有意差はない。

臨床における持続投与と間欠投与のいずれかの選択を行うひとつの基準として、患者の消化管のコンディション、つまり消化管のインテグリティがどの程度保たれているかを考える必要がある。実際に内視鏡など

で確認できるものではないため、人工呼吸管理となる前の病歴や生活歴などの情報を基に間欠投与か持続投与かを選択することになる。間欠投与と持続投与の両者には有意差はないものの間欠投与では誤嚥、下痢や嘔吐の発生が多い傾向にあり、これらの発生は経腸栄養投与の中止を余儀なくさせる。ASPEN & SCCM のガイドライン⁸⁾では、より重症な患者では、間欠投与から持続投与に切り替えるべきとし、北アメリカで開催された誤嚥に関するサミットの合意声明⁹⁾でも、経腸栄養の間欠投与は誤嚥のリスクファクターとしている。以上のことから、重症患者や長期間の絶飲食後など消化管のコンディション低下が予測される場合は 10 ~ 20mL/時間の持続投与で開始し、12 時間ないし 24 時間毎に 5 ~ 10mL 投与速度を上げ、60 ~ 80mL/時間となった時点で間欠投与に切り替えるなど自施設のプロトコルを用い管理することが重要である。また経腸栄養剤は 1 mL/1 kcal の製剤から 1 mL/2 kcal の製剤まであり、目標カロリーを超える過剰な栄養投与に陥る危険もあるため注意する。

6. 経腸栄養ポンプの使用

経腸栄養投与時に経腸栄養ポンプを使用せず手動による滴下をした場合、腹圧や体位、製剤の粘性などの影響から一定の投与量を維持させることは困難である。特に持続投与の場合、10%以上の誤差は投与量に大きく影響する。一方で、適切なメンテナンスとキャリブレーションを行い管理している経腸栄養ポンプを使用することで投与誤差は 10%以内に抑えることができる。

人工呼吸管理中の成人患者を対象とした本ガイドラインには記載しなかったが、100名の胃瘻造設患者において経腸栄養ポンプ使用の有無で、胃からの逆流、嘔吐、誤嚥、肺炎、下痢、低血糖の発現について観察した報告¹⁰⁾がある。それによると、経腸栄養ポンプ使用群では全ての項目において有意な有害事象の減少を示したとしている。

これまでの本邦における経腸栄養ポンプについては、販売メーカーも少なく、機能も限られていたが、ここ数年販売メーカーも増え、設定時間で投与ルートの洗浄を行うポンプまで登場している。しかし経腸栄養ポンプの院内での使用には診療報酬算定はできず、在宅での使用に限り診療報酬算定が認められている。

7. 胃残量の評価

経腸栄養開始前および投与中の消化吸収能を評価する方法のひとつに胃内残量の測定がある。消化管の蠕動運動が行われ通過障害がなければ経腸栄養剤は十二指腸へと送られる。ではどの位の胃内残量が問題となり、経腸栄養を中断すべきなのか。

3つの論文¹¹⁻¹³⁾では、50～150mLを胃内残量が少ないグループ、250～500mLを胃内残量の多いグループとしている。一方Canadian Clinical Practice Guidelines¹⁴⁾では、胃内残量250mL以上を多いグループとしている。これらの論文やガイドラインからすると、胃内残量は概ね250mL位から多いグループと解釈できる。

本ガイドライン作成委員会で検討した結果、胃内残量については海外の論文が中心であり、そのためやや少なめに胃内残量を200～250mL以上を多い胃内残量とする結果に至った。そして胃内残量が200～250mL以上と多い症例には消化管蠕動促進薬を積極的に用いることと、空腸チューブの留置を検討することとした。また過剰な鎮静薬の使用や、持続的な高血糖状態による迷走神経系の活動低下など、消化管機能を低下させうる状態にも配慮した管理が重要である。

8. 経腸栄養投与中の体位

SCCMとASPENのガイドライン⁸⁾ではGrade A～Dの推奨度で、経腸栄養管理中の30～45°のヘッドアップをGrade Cと位置付け、急性呼吸不全で人工呼吸管理を必要とする成人患者を対象としたCanadian Clinical Practice Guidelines¹⁴⁾では45°のヘッドアップを可能な限り考慮すべきとしている。その他、ヘッドアップに言及したガイドライン^{15, 16)}は多く、本ガイドラインでも経腸栄養投与中は30～45°以上のセミファーラー位を維持することを推奨している。(Grade C)

ここでヘッドアップに関する3つの論文を紹介する。まずDrakulovicら¹⁷⁾の報告では45°のヘッドアップを行った群と仰臥位群とを比較した結果、45°のヘッドアップを行った場合の肺炎発生率が有意に低い結果を示している。続いて、Metheny¹⁸⁾は、ヘッドアップ平均30°と30°以上の2つのグループを比較した結果、30°以上ヘッドアップを行ったグループでは誤嚥の発生率が低いことを報告している ($p < 0.001$)。一方Nieuwenhovenら¹⁹⁾の報告では、ヘッドアップ45°を目標としたが、実際にヘッドアップをした群の平均角

度は22.6～28.1°で、対象群のヘッドアップの平均角度は9.8～16.1°で両者間の肺炎発生率に差がなかったとしている。これら3つの報告からすると45°以上のヘッドアップが理想的であるが、30°以上であれば肺炎の予防は可能と解釈できる。45°以上のヘッドアップを常時維持するのは実際には困難である。そのため30°以上のヘッドアップをまずは目標とし、可能であれば45°を超えたヘッドアップをすることが求められる。

II. 静脈栄養療法中の患者管理

1. 中心静脈カテーテル穿刺部位の選択

中心静脈カテーテルの穿刺部位として、鎖骨下静脈、内頸静脈、大腿静脈のいずれかを選択することとなる。中心静脈カテーテルの穿刺部位について、どの部位からの穿刺が最も感染率が低くかつ安全であるかは十分な根拠はなく、末梢静脈カテーテルについても同様である。

内頸静脈への穿刺は、鎖骨下や大腿に比較し感染率が高いとの報告²⁰⁻²²⁾がある。その一方で、成人の大腿部からのアクセスでは、細菌の定着率が比較的高く²³⁾血栓形成のリスクが高いことが知られているが、感染率の上昇にはつながらない^{24, 25)}。また鎖骨下からのアクセスは内頸静脈からのアクセスに比べカテーテル穿刺時の気胸のリスクが高い。そのため中心静脈カテーテルの穿刺部位を選択する場合、感染率の低い部位であることと同時に気胸などの合併症を考慮しなければならない。近年、エコーガイド下での中心静脈カテーテルの留置が安全な可能性が示唆されている。

2. 中心静脈カテーテル挿入時の感染防御

中心静脈カテーテルの挿入時には、滅菌ドレープと滅菌手袋のみ使用する簡易法ではなく、帽子・マスク・長袖の滅菌ガウン・滅菌手袋・大型滅菌ドレープを使用したマキシマムバリアプレコーションを徹底することでカテーテル関連血流感染 catheter related blood stream infection (CRBSI) の発生を低減できる²²⁾。

皮膚の消毒については、10%ポビドンヨード、70%アルコール、2%クロールヘキシジンのうち、2%クロールヘキシジンが皮膚の細菌コロニー定着率が低く、CRBSIを低減できるとの報告²⁶⁾があるが、10%ポビドンヨードと大差がないとの報告²⁷⁾もある。本邦ではクロールヘキシジンの使用は認可されていない

ため、10%ポビドンヨードの使用が一般的である。

カテーテル挿入部位を覆うドレッシングについて、透明フィルムドレッシングとガーゼのいずれかを使用することについては両者の細菌定着率、静脈炎発生率、CRBSIには有意差はない²⁸⁾。

3. 静脈カテーテルの交換時期

中心静脈カテーテルの交換時期について、定期的あるいは必要時に交換するという両群を比較をした2つの研究^{29, 30)}ではCRBSIの発生率に差はない。一方、末梢静脈カテーテルについては、72時間以上の留置にて静脈炎の発生が増加するとされるが³¹⁾、96時間の留置と比較しても静脈炎発生率に有意差はないとされる³²⁾。

おわりに

急性呼吸不全による人工呼吸患者の栄養管理ガイドラインのうち看護師が関わる部分の多い経腸栄養療法を中心に述べてきた。本ガイドライン作成のために参考とした論文は2009年前半の論文までであり、それ以降の論文は含まれていない。そのため今後、ガイドラインの内容は少しずつ改訂しなければならない。例えば最近の報告³³⁾では胃内残量の測定をすること自体に否定的な意見もある。またガイドラインの論文の選択基準として100症例以上の十分な症例数を対象としたRCT (Randomized Controlled Trial: 無作為化比較対照試験)で結果が明確なものが最も強い根拠を持つ。そのため研究デザインや症例数が十分ではない研究論文が反映されないことがガイドラインの限界と言える。しかしガイドライン作成委員会では基準を満たした論文以外の臨床における経験知的な要素を踏まえ解説しているところが特徴であり、臨床で使いやすいガイドラインとなれば幸いである。

引用・参考文献

- 1) 医療事故情報収集等事業第6回報告書。財団法人日本医療機能評価機構医療事故防止センター、2006。
- 2) 経鼻栄養チューブの誤挿入・誤注入事故を防ぐ。日本看護協会ニュース医療・看護安全管理情報。2002; 422。
- 3) Metheny NA, Stewart J, Nuetzel G, et al: Effect of feeding-tube properties on residual volume measurements in tube-fed patients. *J Parenter Enteral Nutr.* 2005; 29: 192-197。
- 4) Mickschl DB, Davidson LJ, Flournoy DJ, et al: Contamination

- of enteral feedings and diarrhea in patients in intensive care units. *Heart Lung.* 1990; 19: 362-370。
- 5) Robin B, Joseph B, Susan B, et al: A.S.P.E.N. Enteral Nutrition Practice Recommendations. *J Parenter Enteral Nutr.* 2009; 33: 122-167。
- 6) Ciocon JO, Galindo-Ciocon DJ, Tiessen C, et al: Continuous compared with intermittent tube feeding in the elderly. *J Parenter Enteral Nutr.* 1992; 16: 525-528。
- 7) Steevens EC, Lipscomb AF, Poole GV, et al: Comparison of continuous vs intermittent nasogastric enteral feeding in traumapatients: Perceptions and practice. *Nutr Clin Pract.* 2002; 17: 118-122。
- 8) Martindale RG, McClave SA, Vanek VW, et al: Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *Crit Care Med* 37: 1757-1761, 2009。
- 9) McClave SA, DeMeo MT, DeLegge MH, et al: North American Summit on Aspiration in the Critically Ill Patient: consensus statement. *J Parenter Enteral Nutr.* 2002; 26 Suppl: 80-85。
- 10) Shang E, Geiger N, Sturm JW, et al: Pump assisted enteral nutrition can prevent aspiration in bedridden percutaneous endoscopic gastrostomy patients. *J Parenter Enteral Nutr.* 2003; 28: 180-183。
- 11) Pinilla JC, Samphire J, Arnold C, et al: Comparison of gastrointestinal tolerance to two enteral feeding protocols in critically ill patients a prospective randomized controlled trial. *J Parenter Enteral Nutr.* 2001; 25: 81-86。
- 12) McClave SA, Lukan JK, Stefater JA, et al: Poor validity of residual volume as a marker for risk of aspiration in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2005; 33: 324-330。
- 13) Taylor SJ, Fettes SB, et al: Prospective randomized controlled trial to determine the effect of early enhanced enteral nutrition on clinical outcome in mechanically ventilated patients suffering head injury. *Crit Care Med.* 1999; 27: 2525-2531。
- 14) Canadian Clinical Practice Guidelines 2009 Summary of Topics and Recommendations. <http://www.criticalcarenutrition.com/>
- 15) American Thoracic Society, Infectious Diseases Society of America: Guidelines for the management of adults with hospital acquired, ventilator associated, and healthcare associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005; 171: 388-416。
- 16) Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee: Centers for Disease Control and Prevention Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003 recommendations of the CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *Respir Care.* 2004; 49: 926-939。
- 17) Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, et al: Supine body

- position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients : a randomised trial. *Lancet*. 1999 ; 354 : 1854-1858.
- 18) Metheny NA, Clouse RE, Chang YH, et al : Tracheobronchial aspiration of gastric contents in critically ill tube fed patients frequency outcomes and risk factors. *Crit Care Med*. 2006 ; 34 : 1-9.
 - 19) van Nieuwenhoven CA, Vandenbroucke-Grauls C, van Tiel FH, et al : Feasibility and effects of the semirecumbent position to prevent ventilator associated pneumonia : A randomized study. *Crit Care Med*. 2006 ; 34 : 396-402.
 - 20) Richet H, Hubert B, Nitemberg G, et al : Prospective multicenter study of vascular-catheter-related complications and risk factors for positive central-catheter cultures in intensive care unit patients. *J Clin Microbiol*. 1990 ; 28 : 2520-2525.
 - 21) Heard SO, Wagle M, Vijayakumar E, et al : Influence of triple-lumen central venous catheters coated with chlorhexidine and silver sulfadiazine on the incidence of catheter-related bacteremia. *Arch Intern Med*. 1998 ; 158 : 81-87.
 - 22) Mermel LA, McCormick RD, Springman SR, et al : The pathogenesis and epidemiology of catheter-related infection with pulmonary artery Swan-Ganz catheters : a prospective study utilizing molecular subtyping. *Am J Med*. 1991 ; 91 : 197-205.
 - 23) Goetz AM, Wagener MM, Miller JM, et al : Risk of infection due to central venous catheters : effect of site of placement and catheter type. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1998 ; 19 : 842-845.
 - 24) Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al : Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients : a randomized controlled trial. *JAMA*. 2001 ; 286 : 700-707.
 - 25) Joynt GM, Kew J, Gomersall CD, et al : Deep venous thrombosis caused by femoral venous catheters in critically ill adult patients. *Chest*. 2000 ; 117 : 178-183.
 - 26) Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ : Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. *Lancet*. 1991 ; 338 : 339-343.
 - 27) Humar A, Ostromecki A, Dierenfeld J, et al : Prospective randomized trial of 10% povidone-iodine versus 0.5% tincture of chlorhexidine as cutaneous antisepsis for prevention of central venous catheter infection. *Clin Infect Dis*. 2000 ; 31 : 1001-1007.
 - 28) Maki DG, Ringer M : Evaluation of dressing regimens for prevention of infection with peripheral intravenous catheters : gauze, a transparent polyurethane dressing, and an iodophor-transparent dressing. *JAMA*. 1987 ; 258 : 2396-2403.
 - 29) Eyer S, Brummitt C, Crossley K, et al : Catheter-related sepsis : prospective, randomized study of three methods of long-term catheter maintenance. *Crit Care Med*. 1990 ; 18 : 1073-1079.
 - 30) Maki DG, Ringer M : Risk factors for infusion-related phlebitis with small peripheral venous catheters : a randomized controlled trial. *Ann Intern Med*. 1991 ; 114 : 845-854.
 - 31) Lai KK : Safety of prolonging peripheral cannula and i.v. tubing use from 72 hours to 96 hours. *Am J Infect Control*. 1998 ; 26 : 66-70.
 - 32) Naomi PO, Mary AE, Patchen D : Guidelines for the prevention of intravascular catheter-Related infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002 ; 23 : 759-769.
 - 33) Poulard F, Dimet J, Martin-Lefevre L, et al : Impact of not measuring residual gastric volume in mechanically ventilated patients receiving early enteral feeding : a prospective before-after study. *J Parenter Enteral Nutr*. 2010 ; 34 : 125-130.