TPN 無菌調製業務のコストベネフィット分析

江川 孝^{*1}, 山内淳史¹, 斉藤美樹², 平山謙司³, 角田昌彦¹,
原田秀徳², 牧野和隆⁴, 小野浩重⁵, 片岡泰文¹

福岡大学薬学部薬学疾患管理学教室¹

公立八女総合病院薬局², 同企画課³

就実大学薬学部医療薬学科臨床薬学分野⁴, 同病院薬剤実習センター⁵

Cost-benefit Analysis on Aseptic Preparation of Total Parenteral Nutrition by Pharmacists

Takashi Egawa^{*1}, Atsushi Yamauchi¹, Miki Saitoh², Kenji Hirayama³, Masahiko Tsunoda¹,
Hidenori Harada², Kazutaka Makino⁴, Hiroshige Ono⁵ and Yasufumi Kataoka¹

Department of Pharmaceutical Care and Health Sciences,

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Fukuoka University¹

Department of Hospital Pharmacy, Yame General Hospital²

Division of General Planning and Policy, Yame General Hospital³

Department of Clinical Pharmacy, School of Pharmacy, Shujitsu University⁴

Center of Clinical Pharmacy, School of Pharmacy, Shujitsu University⁵

[Received June 7, 2004
Accepted September 10, 2004]

In most hospital wards, nurses make the parenteral nutrition (TPN) preparations for patients. In April 1997, pharmacists at Yame General Hospital, started making aseptic TPN preparations in internal medicine wards to further improve pharmaceutical care. In August 2002, this service was expanded to include all wards and the average monthly number of aseptic TPN preparations increased to 818. When we conducted a cost-benefit analysis on the aseptic TPN preparations made by pharmacists, it was found that the return on investment [ROI=(benefit-cost)/cost] was initially-18%. Through the analysis, we pinpointed variable factors affecting materials costs and other expenses arising in the making of aseptic TPN preparations and by managing such costs were able to increase ROI markedly to 39%. Our detailed analysis of costs thus enabled the making of aseptic TPN preparations by pharmacists to make a significant contribution to our hospital, and they also improved the quality of life of patients. It may also be useful to apply cost-benefit analysis to the evaluation of other clinical pharmaceutical services such as TDM and pain management.

Key words — cost-benefit analysis, total parenteral nutrition, return on investment, pharmaceutical care, pharmacoeconomics

緒 言

高カロリー輸液(total parenteral nutrition; TPN)は高濃度の糖液, 電解質およびアミノ酸を含む糖液製剤である¹⁾. TPNは経口での栄養摂取が不可能もしくは不十分な患者への栄養補給を目的として使用される. 実際, 患者の尺骨または橈骨静脈, 鎖骨下静脈, 内頸静脈, 外頸静脈, 大腿静脈にカテーテルを挿入して TPN を投与し, 栄養管理が行われている. この TPN 輸液の無菌調製は

感染症の予防を可能とし, 抗生物質使用量を減少させる^{2,3)}. わが国では, 薬剤師による無菌調製に対して無菌製剤処理加算が認められている(1985年~). しかし, 薬剤師による無菌調製は無菌調製室の設置, 無菌調製に必要な人員の確保, 無菌調製費用に対する保険点数などの経済的問題から, 無菌製剤処理加算を保険請求している病院は少ない⁴⁾. 従来, 病院の薬剤部門は薬剤の取り扱いによる利潤が病院収益として計上されているため, 他部門と比較して業務の経済的効率性に関する配慮が欠けていた. しかし, 医療保険財政の悪化による制度改正

¹ 福岡市城南区七隈 8-19-1; 8-19-1, Nanakuma, Johnan-ku, Fukuoka-shi, 814-0180 Japan

^{2,3} 福岡県八女市大字高塚540-2; 540-2, Takatsuka, Yame-shi, Fukuoka, 834-0034 Japan

^{4,5} 岡山市西川原 1-6-1; 1-6-1, Nishigawara, Okayama-shi, 703-8516 Japan

に伴う病院の経済基盤脆弱化のなか、薬剤師業務に対する医療経済学的視点の導入が強く要請されている。一方、コストベネフィット(費用－便益)は実施する業務の費用と実施に伴い得られる便益をすべて金銭に換算して評価する手法である⁵⁾。しかしながら、薬剤師による TPN 無菌調製の評価は労務時間、件数もしくは保険収入を単位として行われており^{6,7)}、便益性の面から無菌調製業務を数量的に評価する報告はない。われわれは、これまでに患者ごとの個々の検査や処置を原価対象とする個別原価計算方法について報告している^{8,9)}。今回、われわれは公立八女総合病院にて実施している TPN 無菌調製業務の労務原価を個別に計算して問題点を抽出し、費用－便益分析によって業務改善の評価を行ったので報告する。

方 法

1. 対象

1997年4月から2003年1月までの TPN 無菌調製オーダーを対象として調製労務原価分析を行った。TPN 労務原価より、無菌調製業務改善の費用－便益分析を行った。

2. TPN 業務の労務原価計算

TPN の原価は材料費(material cost)、労務費(labor cost)および経費(expense)から構成される。このとき、モノではなく業務という手技の原価分析を行うため、労務費は変動要因(業務の増加に伴い上昇する労務原価)と固定要因(業務の増減にかかわらず、常に一定額発生する労務原価)に分けて計算した(Table 1)。TPN 無菌調製の変動費(variable cost: VC)は、TPN 調製の労務費(V1)および材料費(V2)とした。TPN 無菌調製の固定費(fixed cost: FC)は、TPN 調剤の労務費(F1)および TPN 調製に係わる経費(F2)とした。時間あたりの人件費は業務に係わる薬剤師の年収を年間実労働時間で除することによって求めた。経費(F2)は無菌調製室のランニン

グコストおよびクリーンベンチなどの設備の減価償却費である。減価償却費は TPN 無菌調製室のクリーンベンチ、冷蔵庫および監査台を減価償却資産とし、定額法を用いて算出した。資産の耐用年数はクリーンベンチ(6年)、冷蔵庫(6年)および監査台(5年)であった。得られた VC および FC を(1)式に代入し、TPN 無菌調製業務の1件あたりの労務原価を算出した。調製済みの TPN の返品や調製ミスによる損失は TPN 原価に損失因子(f)を乗じて求めた。

$$\text{労務原価} = (\text{VC} + \text{FC} / \text{原価期間中の調製件数}) \times (1 + f) \quad \text{.....(1)}$$

3. 診療報酬請求点数の算出と損益分析

TPN 無菌調製業務の原価を計算した後、医療収入(保険点数)、変動費および固定費から利益図表を作成して調製労務費を原価要素とした損益分岐点を算出した。損益図表は費用線と収益線から構成される(Fig. 1)。TPN 無菌調製の診療報酬請求点数は、1件につき40点が請求でき、1点が10円に換算されるので原価計算期間(1ヵ月)中の TPN 無菌調製件数を Tn とすると、収益線は

$$\text{収益(profit)} = 40 \times 10 \times Tn \quad \text{.....(2)}$$

となる。一方、費用線は

$$\text{費用(cost: Co)} = \text{VC} \times Tn + \text{FC} \quad \text{.....(3)}$$

Fig. 1. TPN 原価の損益図表

Table 1. TPN 無菌調製原価の計算*

変動費 (VC)	材料費 (V1)	材料費/TPN 調製件数
	調製労務費 (V2)	1 件の調製時間×時間当たり人件費×調製者数
固定費 (FC)	調剤労務費 (F1)	1 日の注射剤調剤時間×日数×時間当たり人件費×調剤者数
	経費 (F2)	ランニングコスト+減価償却費
	ランニングコスト	病院の光熱費×TPN 調製室の床面積/病院の総床面積
	減価償却費	減価償却前: 減価償却費=(納入価×0.9/耐用年数)/12 減価償却後: 減価償却費=(納入価×0.05)/12

*: 原価計算期間を1ヵ月とする。

で算出される。損益分岐点は(2)式と(3)式の交点なので、

$$\text{損益分岐点}(B-E_p)=FC/(400-VC) \quad \cdots \cdots (4)$$

で得られる。

4. 費用－便益分析

薬局内での TPN 無菌調製実施による便益(benefit)を保険収入と看護師の TPN 調製労務費(NL)軽減とすると、2式および4式は

$$\text{便益}(\text{benefit: Be})=40 \times 10 \times T_n + NL \times T_n \quad \cdots \cdots (5)$$

$$B-E_p=FC/(400+NL-VC) \quad \cdots \cdots (6)$$

となる。投資収益[return on investment; ROI=(Be-Co)/Co]は TPN 労務原価の原価計算期間を1カ月として計算した。TPN 無菌調製業務の評価はROIを業務改善の前後で比較した。

結 果

公立八女総合病院では院内での TPN 無菌調製を1997年4月から内科病棟を対象にして開始し、現在では全病棟を対象に平均818件/月の TPN 無菌調製を実施している。TPN 無菌調製開始時、TPN の調製は高カロリー輸液用バックを使用して基本輸液(電解質輸液)とアミノ酸輸液を混注していた。TPN 無菌調製を開始した月は TPN の調剤に平均20分、1件の無菌調製に平均5分間を要した。調製担当薬剤師の時間給は42.9円/分で、看護師の時間給は35.1円/分であった。TPN は21日間に133件の無菌調製(返品率0.5%)を行い、このうち35件に輸液バッグを使用した。1本の TPN には平均54円/分の材料費を要した。ランニングコストおよび設備の減価償却費は、そ

れぞれ19,995円、28,110円であった。TPN の労務原価を計算した結果、1件の TPN 労務原価は769.5円、損益分岐点は327.8件であった(Fig. 2)。基本輸液(電解質輸液)のバッグ内にアミノ酸輸液を混注することを第一選択とした結果、損益分岐点は月平均288.7件から月平均247.2件に減少した(Fig. 3)。ROIは-18%から-13%に減収幅が縮小した(Table 2)。1999年1月から、入力漏れオーダーおよび返品率を減少させるために、無菌調製受付終了時間を TPN 実施20時間前から4時間前に変更した。その結果、ROIは-13%から11%と増収に転じた(Table 2)。2001年2月からは、TPN 無菌調製実施の対象病棟を内科および外科と拡大した。実施病棟の拡大によって TPN 無菌調製依頼件数が増加した結果、ROIは11%から44%と増加した(Table 2)。2002年8月から、TPN 無菌調製実施病棟を全病棟に拡大した。設備投資による固定費の増加および調製人数の増員に伴い損益分岐点は312件/月と増加したが、便益性は損なわれなかった(Fig. 3, Table 2)。

考 察

費用－便益分析は、アウトカムをすべて金銭単位に換算して評価するのに役立つ手法である^{5,10)}。費用－便益分析では、費用および便益を計測し、金銭的価値に変換する。TPN 無菌調製件数もしくは保険収入を単位とした評価は単一の指標に集約することができない。Higuchiらは薬剤師による TPN 無菌調製によって1カ月に391,200円の診療報酬があったと報告しているが、それにかかる費用は収入の約1.7倍であった⁶⁾。収入もしくは費用のみを比較すると、薬剤師による TPN 無菌調製は医療機関全体にとって最良の選択とはいえない。しか

Fig. 2. TPN 無菌調製を開始した月の労務原価

Fig. 3. TPN 無菌調製の損益変化

Table 2. TPN 無菌調製のコストベネフィット分析

選択肢	費用	収益	便益	純利益	純便益	投資収益*
A	¥123,952	¥86,680	¥101,849	-¥37,272	-¥22,103	-18%
B	¥114,484	¥84,960	¥99,828	-¥29,524	-¥14,656	-13%
C	¥120,301	¥113,760	¥133,668	-¥6,541	¥13,367	11%
D	¥148,066	¥181,120	¥212,816	¥33,054	¥64,750	44%
E	¥276,653	¥327,400	¥384,695	¥50,747	¥108,042	39%

A: TPN バッグ使用, B: 一部の TPN 処方に TPN バッグ使用, C: オーダー入力受付延長, D: 外科病棟の実施, E: 全病棟を対象に無菌調製を実施

*投資収益 (ROI) = 純便益を費用で除して, 百分率で表示.

し、費用－便益分析は、異なるアウトカムを設定することによってさまざまな視点からの便益を金銭単位に換算して評価できる。費用－便益分析において、原価（費用）分析を行うことは重要なステップである。われわれは TPN 無菌調製業務の労務原価を個別に計算した。また、労務原価を変動費と固定費に区別して損益計算を行うことによって、TPN 無菌調製業務の問題点を抽出することができた。

TPN 無菌調製業務を全病棟へと拡大する課程で行った業務改善の効果を TPN 無菌調製業務の原価分析により数量的に評価した。公立八女総合病院では全 TPN 処方のうち、比較的症状が安定している患者が多い内科病棟から無菌調製を開始した。その際、TPN の調製は約束処方を導入せず、個々の患者に応じた処方を調製するように努力した。しかし、TPN の交換を12時間毎と24時間毎のシミュレーションを行った結果、12時間毎の TPN 原価は24時間毎の約1.5倍になると推測できた。そのため、TPN の交換は薬局と医師、看護師との協議を行い、24時間毎の交換とした。TPN 無菌調製を病院薬

局内で実施する場合、24時間体制での無菌調製が強く要望される⁶⁾。24時間体制での無菌調製は薬剤師と看護師の勤務時間帯が異なるため、TPN 処方入力・訂正を注射処方オーダーリングメニューに組み込み調製依頼のみを24時間受け付けた。オーダーリングによる調製依頼の受付終了時間は実施前日の16時として TPN 無菌調製を開始した。

病院における原価計算は部門別原価計算の手法がほぼ確立し、商品化されたシステムも存在している。TPN 業務原価は個別原価計算の考え方を応用して計算する^{8,9)}。TPN の原価は材料費、労務費および経費から構成される。TPN 原価分析によって、無菌調製コストの問題点を抽出した。電解質輸液とアミノ酸輸液の混和はすべて高カロリー輸液用バッグを用いて行っていたが、電解質輸液の容量を調査して、電解質輸液にアミノ酸輸液を混和することを第一選択とした。また、ガラスバイアル容器の50%ブドウ糖輸液はアミノ酸輸液の混注が可能なソフトバッグ容器の製品に変更した。材料費のうち占有率が高い輸液バッグの使用を抑えることで、便益性

を上げることができた。薬剤師による TPN の無菌調製は1バッグにつき平均約5～10分を要する^{6,7)}。変動費の原価要素である調製労務費は TPN の調製時間に依存する。公立八女総合病院での調製時間は無菌調製の実施が安定することによって短縮し、現在は1バッグ平均約5分で調製している。材料費の抑制や調製時間の短縮は TPN 原価を縮小し、便益性を高めることが明らかとなった。

TPN 無菌調製を薬局内で実施した場合、処方中止や変更などによる廃棄は全調製件数の0.5～3%であると報告されている⁶⁾。TPN 無菌調製開始時の廃棄率は0.5%であったが、オーダーリングによる調製依頼の受付終了時間を TPN 実施前4時間とした結果、0.01%まで低下した。TPN 無菌調製は電解質輸液とアミノ酸輸液を約束処方として混合している場合が多い¹¹⁾。約束処方を導入して調製した場合、返品された TPN は他の患者に転用できるが、注射せんにもとづいて調製した場合は他の患者への転用ができなため、廃棄本数が増加すると考えられる。公立八女総合病院では患者個別の処方に従って無菌調製を実施しているが、廃棄率の増加はみられなかった。このことから、無菌調製依頼と無菌調製のタイムラグを少なくすることが廃棄率を減少させるものと推測された。

費用－便益分析は異なるアウトカムをすべて金銭に換算する^{5,10)}。薬剤師が TPN 無菌調製を実施し、輸液調剤を薬学的に管理する利点は、輸液の適正使用を質的に向上させることにある^{4,6)}。また、看護師は、薬剤師が TPN 調製業務を薬局内で行うことにより看護業務に専念できる。そこで、われわれは薬剤師による TPN 無菌調製の便益性として TPN 調製に対する保険点数加算のほかに看護師の TPN 混注業務量を金銭に換算した。医療はサービス業であり、その本質はサービスに対する患者の満足度である。薬剤師による TPN 無菌調製は医療機関の立場から分析すると、経営上の収益性は高くない。しかし、看護師の混注業務が減少することは医療過誤の減少やベットのサイドでの看護時間の増加につながると考える。患者の便益を考えた場合、支払い者(患者)の立場から便益性を考慮することが重要である。

本研究結果から、薬剤師による TPN 無菌調製は費用対便益効果に優れていることが明らかとなった。また、

無菌調製業務の原価分析は便益性に影響を及ぼす問題点を抽出することができる。今回、われわれが行った費用－便益分析による業務評価は、TDM による薬剤費の軽減や疼痛管理による患者の満足度といった臨床薬学的サービスの薬剤経済学的評価としても応用可能であろう。

引用文献

- 1) S.K. Dudrick, D.W. Wilmore, H.M. Vars, J.E. Rhoads, Long-term total parenteral nutrition with growth, development, and positive nitrogen balance, *Surgery*, **64**, 134-142 (1968).
- 2) 吉田浩, 後藤光良, 病院薬剤部の実務と研究活動薬剤部による IVH 調製の意義, *薬事*, **34**, 1063-1069 (1992).
- 3) 川崎博文, 市川正孝, 高カロリー輸液製剤の現況とこれからの展望, *薬局*, **47**, 971-977 (1996).
- 4) 木村福男, 山本武史, 内田豊, 西村篤弘, 吉田哲也, 山崎富士子, 中原優, 山本和宜, 石本敬三, 神谷晃, 病院薬剤師による注射薬無菌調製の実態, *日本病院薬剤師会雑誌*, **37**, 1619-1622 (2001).
- 5) 池上直己, 薬剤経済学の意義とその手法, *薬事*, **42**, 2603-2608 (2000).
- 6) 樋口和子, 朝倉正登, 塚本豊久, 森田修之, 高カロリー輸液に対する医師, 看護婦の希望する無菌調製方法の実施と達成状況, *薬学雑誌*, **122**, 1001-1010 (2002).
- 7) 国立がんセンター病院薬剤部・看護部, “IVH 無菌調製の実際”, 田口雅祥編, じほう, 東京, 1990, pp. 261-276.
- 8) 平山謙司, 松尾隆博, 角憲治, 梶原真由美, 患者別疾病別原価計算のための診療要素別原価計算法について(前編), *全国自治体病院協議会雑誌*, **397**, 26-37 (2001).
- 9) 平山謙司, 松尾隆博, 角憲治, 梶原真由美, 患者別疾病別原価計算のための診療要素別原価計算法について(後編), *全国自治体病院協議会雑誌*, **398**, 1066-1079 (2001).
- 10) L.E. Basskin, “実践薬剤経済学”, 池田俊也, 坂巻弘之監訳, じほう, 東京, 1990, pp. 14-21.
- 11) 国立がんセンター病院薬剤部・看護部, “IVH 無菌調製の実際”, 田口雅祥編, じほう, 東京, 1990, pp. 139-173.