

静脈・経腸栄養療法における栄養処方支援システムの構築と  
臨床応用に関する研究

博士論文

2010

増田修三

## 目 次

総 論	6
本 論	
第一部 栄養処方設計支援システムの構築	8
第一章 構築方法と概略	
1-1 栄養評価システムの構築	8
1-1-1 概要	8
1-1-2 SGA入力画面	9
1-1-3 身体状況入力画面	10
1-1-4 ODA入力画面	12
1-1-5 栄養摂取状況入力画面	13
1-1-6 経過歴入力画面	14
1-1-7 考察	16
第二章	
2-1 処方支援システムの構築	17
2-1-1 概略	17
2-1-2 TPN処方設計	20
2-1-3 EN処方設計	21
2-1-4 PN療法からEN療法への移行期での処方設計	24
2-1-5 考察	25

第二部 臨床への応用	27
【症例1】	27
1) 患者背景	27
2) 経過と結果	27
3) 考 察	32
【症例2】	34
1) 患者背景	34
2) 経過と結果	34
3) 考 察	39
総 括	40
引用文献	44
謝 辞	48

## 略語一覧

本論文中において以下の略語を用いた.

AC	arm circumference
AI	adequate intake
Alb	albumin
ALT	alumina aminotransferase
AMC	arm muscul circumference
AST	aspartate aminotransferase
BEE	basal energy expenditure
BMI	body mass index
BS	blood sugar
BUN	blood urea nitrogen
Ccr	creatinine clearance
CHD	chronic heart disease
ChE	choline esterase
Cr	serum creatinine
CRP	c-reactive protein
DBil	direct bilirubin
DPC	diagnosis procedure combination
DRIs2005	dietary reference intakes for Japanese (2005)
EAR	estimated averge requirement
EBM	evidence-based medicine
EN	enteral nutrition
$\gamma$ - GTP	gamma-glutamyl transpeptidase
Hb	hemoglobin
HbA1c	hemoglobin A1c
HDL	high-density lipoprotein
IBil	indirect bilirubin
IBW	ideal body weight
JARD2001	japanese anthropometric reference data 2001
LYMP%	lymphocyte subsets
NPC/N	non-protein calorie/nitrogen

NPSS	nutritional prescription support system
NPUAP	national pressure ulcer of advisory panel
NST	nutrition support team
ODA	objective data assessment
PEG	percutaneous endoscopic gastrostomy
PFC	protein: fat: carbohydrate
PN	parenteral nutrition
PPN	peripheral parenteral nutrition
PT-INR	prothrombin time international normalized ratio
PTP	press through package
RBP	retinol-binding protein
RDA	recommended dietary allowance
RH	relative humidity
S.D.	standard deviation
SGA	subjective global assessment
TBil	total bilirubin
TCho	total cholesterol
TEE	total energy expenditure
TG	triglyceride
TLC	total lymphocyte count
TP	total protein
TPN	total parenteral nutrition
TSF	triceps skinfold thickness
TTR	trans thyretin
UBW	usual body weight
UL	tolerable upper intake level
VF	videofluoroscopic examination of swallowing
Vit.K	vitamin K
WBC	white blood cell
Wf	potassium warfarin

## 総論

近年の医療現場では栄養管理について 2 つの考えが再認識された。一つは栄養療法が術後合併症の予防や早期退院など医療の質の向上に寄与する<sup>1)</sup>、もう一つはチーム医療が治療効果に大きな影響を発揮する<sup>2)</sup> という考えである。このことから、多くの医療施設で NST(nutrition support team, NST)が組織され、診療報酬改正においても 2010 年に NST 加算が新設された。この加算要件として、栄養治療実施計画兼栄養治療実施報告書に栄養成分の投与組成・投与量の記載が求められる。これまでは薬剤師が静脈栄養(PN)療法を、管理栄養士が経腸栄養療法(EN)及び食事療法の投与栄養量をとるように個々に算出し、薬剤師がすべての栄養量を同時に算出することは少ないのが現状である。その理由として、経腸栄養療法及び食事療法の投与栄養量の算出には摂取割合という要素を考慮する必要があり、時間を要し煩雑であることがあげられる。NST における薬剤師は PN 療法および EN 療法で双方の詳細な処方設計支援を担う高い専門性が求められるが、わが国の中小医療施設で運用される栄養処方支援システムは個別に開発が行われることが多く、多職種が連携したシステムとは言い難いのが現状である。これらを踏まえ、本研究では、各症例に対する適切な栄養評価を行い、それを基にして栄養処方設計を容易かつ短時間で可能とするシステムの構築を目的とし、PN 療法から経腸栄養(EN)療法へ移行する間の処方設計を容易に行えるよう構築し、特に EN 療法時における日本人の食事摂取基準に基づく適切な EN 剤選択を支援する機能や、褥瘡患者における微量元素やビタミンの投与に着目した支援機能に重点をおいて構築を行った。第一部で栄養療法におい

で適切な栄養評価を行い、それを基にした栄養処方設計を容易に、かつ短時間で可能とするシステムの構築を目的とした研究を行った。次に、構築したシステムの評価を第二部で行った。即ち、以下の3項目について検討した。

## 第一部

- ① 栄養状態の評価とそれを基にした必要栄養量を算出するシステムの構築
- ② 栄養療法を実行するための処方設計を可能とするシステムの構築

## 第二部

- ③ 構築したシステムを臨床応用し、有用性の確認

第一部および第二部の研究結果より、栄養療法における薬剤師の役割について総合的に考察した結果、本研究は臨床を志す薬学生の教育に不可欠な分野として栄養療法の学問的体系化にも応用・発展できると考える。

# 本 論

## 第一部 栄養処方設計支援システムの構築

### 第一章 構築方法と概略

#### 1-1 栄養評価システムの概略

##### 1-1-1 概要

開発環境として汎用性があり、クロスプラットフォームでの使用が可能なFileMaker®社製のFileMaker Pro 8.5 Advancedを使用し、患者情報を管理する環境と処方設計を行う環境に分けた独自の栄養管理システム(nutritional prescription support system, NPSS)を構築した。

システムの概略をFig. 1 に示す。

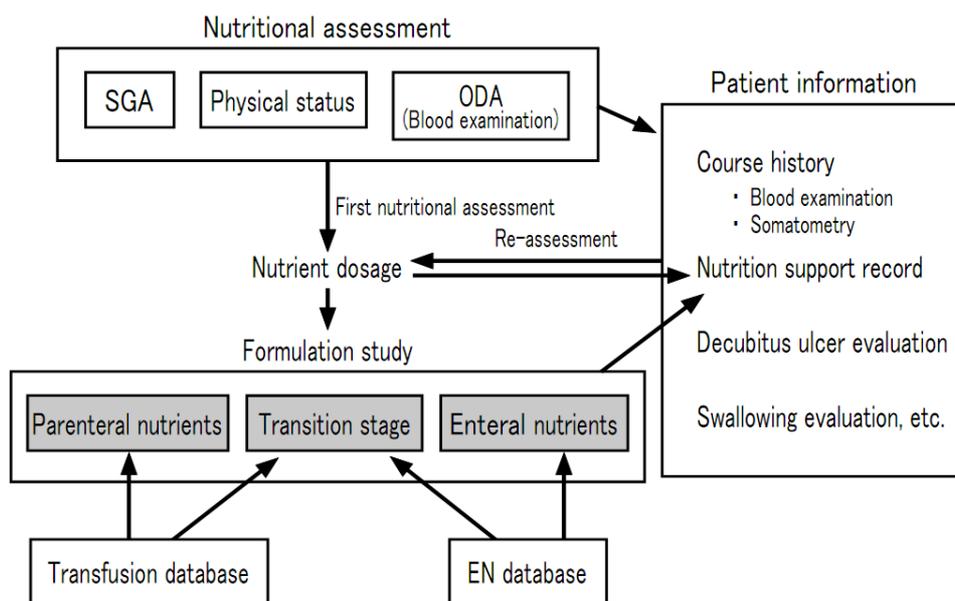


Fig.1 Flow chart of the NPSS. The gray boxes in the figure indicate areas for supporting the prescription formulation depending on the patient's condition.

主観的包括的栄養評価(subjective global assessment, SGA)<sup>3, 4)</sup>, 身体状況, 客観的包括的栄養評価(objective data assessment, ODA)の3つの栄養評価を行う画面および栄養摂取量を算出する画面の合計4つの基本入力画面を設け, 検査値(経過歴)および栄養介入記録(管理記録)を経時的に入力できる機能も追加した。栄養摂取量算出では1日に必要なエネルギー量(total energy expenditure, TEE)を算出するが, はじめに基礎代謝栄養量(basal energy expenditure, BEE)を算出し, 次に活動係数及び障害係数を乗じて求めた。BEEの算出式はHarris-Benedictの式, 日本人のための簡易式およびLongの式を用い, 何れの式でも瞬時に算出可能とした。また, BEEを求める場合には体重が重要な要素となるため, 使用する体重として介入時体重, 目標体重, 理想体重(IBW), 通常時体重(UBW), 最新体重, 手動体重の6種類の体重を設け, 選択体重のBEEが瞬時に算出できるように工夫した。つまり, 栄養状態を主観的かつ, 客観的に評価し, その結果を基に1日必要エネルギー量, 糖質量, 蛋白質量, 脂肪量, 水分量, 塩分量を算出するシステムを開発した。

#### 1-1-2 SGA入力画面

SGA入力画面をFig.2に示す。Aの患者の記録は5項目とし, 体重変化における③④を手動入力, ①②⑤を自動入力とし, それ以外はすべて選択入力とした。Bの身体所見として, 5項目の入力欄を全て選択にて入力できるようにした。また, Cの主観的包括的評価はAおよびBの項目から判断した栄養状態の評価を栄養

状態良好，軽度の栄養不良，中等度の栄養不良，高度の栄養不良，の4段階からの選択入力とした。

栄養状態の主観的包括的評価

**A.患者の記録**

**1.体重変化**  
 過去6ヶ月間の合計体重の減少量 kg ① 減少率(%) % ②  
 現体重 kg ③ 通常時体重 kg ④  
 過去2週間における体重変化  ⑤

**2.通常時と比較した場合の食物摂取の変化**  
変化なし 変化あり 期間: 月間 タイプ:

**3.消化器症状** なし 悪心 嘔吐 下痢 食欲不振

**4.機能性**  
機能不全なし 機能不全あり 期間:  タイプ:

**5.疾病及び栄養必要量との関係**  
 初期診断:   
 代謝亢進に伴う必要量/ストレス: なし 軽度 中等度 高度

**B.身体所見(スコアに表示すること:0=正常;1=軽度;2=中等度;3=高度)**  
 皮下脂肪の減少(三頭筋,胸部):   
 筋肉萎縮(四頭筋,三角筋):   
 踝部浮腫:  仙骨浮腫:  腹水:

**C.主観的包括的評価**  
栄養状態良好 軽度の栄養不良 中等度の栄養不良 高度の栄養不良

Fig.2 Screen of the SGA

1-1-3 身体状況入力画面

身体状況入力画面をFig.3に示す。

身長 cm 体重 kg

計測側 左側

TSF 上腕三頭筋皮下脂肪厚 4(mm) AC 上腕周囲長 20.5(cm)  
 %TSF 33(%) AMC 上腕筋囲長 19.2(cm)  
 %AMC 80(%)

高度栄養障害 軽度栄養障害

BMI 肥満度 19.5 体型 標準

IBW 理想体重 59.9kg %IBW 83 軽度栄養障害  
 UBW 通常時体重 65kg %UBW 77 中度栄養障害  
 %BW変化 23 23ヶ月以上 栄養不良

活動 ランクJ (生活自立)  
ランクA (寝たきり)  
ランクB (寝たきりベッド座位OK)  
ランクC (寝たきり)

栄養摂取状態 経口摂取 やや不良  
 浮腫・腹水 無  
 炎症 有  
 褥瘡 無  
 体温 38℃台

膝高 TSF AC AMC

膝高 150.5(cm)

推定身長 168.4(cm)  
 ±3.43

推定体重 45.5(kg)  
 ±5.01

認知症老人の日常生活の自立度判定

判定日 医師名 ランク


Fig. 3 Screen of the physical status

①②⑨を手動、⑳を選択で入力することにより⑭⑮⑯⑰⑱㉓㉔㉕は自動的に表示される。⑳は身体計測を行う場合、通常は患者の利き腕側を測定するため、自動で左側が選択される。しかし、何らかの理由で利き腕の反対側を測定する場合は右側に変更する必要があるため身体計測後、④⑤を手動で入力することにより、⑥～⑩は自動的に表示されるように工夫した。計算式は日本人の新身体計測基準値（JARD2001）<sup>5)</sup>を基に容易に算出できるようにした。また、何らかの理由にて体重や身長が困難<sup>6, 7)</sup>あるいは不明な患者に対しては④、⑤および⑩より推定身長、および推定体重が算出できる<sup>8)</sup>が、本システムでは⑩を手動で入力することにより、⑫⑬が自動的に表示できるようにプログラム化した。なお、本画面中にはSGAの体重変化の項目と共通項目があり、SGA入力画面において既に入力されている場合はそれが反映されるように工夫した。また、⑭⑮⑱㉓㉔㉕右側の“?”アイコンをクリックすると別画面が表示され、その画面にそれぞれの数値を求める計算式や評価の結果が確認できるように工夫した。

例をFig. 4に示す。

身長  cm 体重  kg

計測側

膝高  (cm)

TSF AC AMC

**推定体重の求め方**

男性:  $1.01 \times \text{膝高 (cm)} + 2.03 \times \text{上腕周囲長 (cm)} + 0.46 \times \text{上腕三頭筋皮下脂肪厚 (cm)} + 0.01 \times \text{年齢} - 49.37 (\pm 5.01)$

女性:  $1.24 \times \text{膝高 (cm)} + 1.21 \times \text{上腕周囲長 (cm)} + 0.33 \times \text{上腕三頭筋皮下脂肪厚 (cm)} + 0.07 \times \text{年齢} - 44.43 (\pm 5.11)$

活動  ランクJ (生活自立)  ランクA (準たきり)  ランクB (寝たきりベッド座位OK)  ランクC (寝たきり)

栄養摂取状態  経口摂取  やや不良

浮腫・腹水  無  有

炎症  有  無

褥瘡  有  無

体温  °C台

判定日 医師名 ランク

Fig. 4 confirmation screen

1-1-4 ODA入力画面

ODA入力画面をFig. 5に示す。

<b>栄養状態の客観的包括的評価</b>	アルブミン(Alb)	06/11/17	目標値	①	2.0 (g/dL)	高度栄養障害	?			
	白血球数(WBC)	06/11/17		②	8901 (/μL)	正常	?			
	リンパ球分画(Lympho%)	06/11/17		③	12.3 (%)					
	総リンパ球数(TLC)			④	1095 (/μL)	中度免疫能低下	?			
	ヘモグロビン(Hb)	06/11/17		⑤	17.4 (g/dL)	正常	?			
	レチノール結合蛋白(RBP)	06/11/17		⑥	3 (mg/dL)	栄養障害あり	?			
	トランスサイレチン(TTR)	06/11/17		⑦	22.5 (mg/dL)	栄養障害あり	?			
	コリンエステラーゼ(ChE)	06/11/17		⑧	140 (IU/dL)	低栄養疑い	?			
	C反応性蛋白(CRP)	06/11/17		⑨	2 (mg/dL)	炎症あり	?			
	電解質	06/11/17	Na <sup>+</sup>	⑩	150 (mEq/L)	K <sup>+</sup>	⑪	4 (mEq/L)	Cl <sup>-</sup>	⑫
血糖 BS	06/11/17	21:00	⑬	120 (mg/dL)	HbA1c	06/11/17	⑭	2 (%/mdL)		
肝機能	AST(GOT)	06/11/17	⑮	12 (IU/L)	総ビリルビン	06/11/17	⑰	0.9 (mg/dL)		
	ALT(GPT)	06/11/17	⑯	12 (IU/L)	直接ビリルビン	06/11/17	⑱	0.5 (mg/dL)		
	γ-GTP	06/11/17	⑰	23 (IU/L)	間接ビリルビン	06/11/17	⑳	0.4 (mg/dL)		
脂質	06/11/17	T-Chol	㉑	150 (mg/dL)	TG	㉒	149 (mg/dL)	HDL	㉓	54 (mg/dL)
腎機能	BUN	06/11/17	㉔	22 (mg/dL)	<b>客観的包括的判定</b> <input type="radio"/> 高度栄養障害 <input type="radio"/> 軽度栄養障害 <input checked="" type="radio"/> 中度栄養障害 <input type="radio"/> 正常					
	Cr	06/11/17	㉕	1.05 (mg/dL)						
	推定CCr		㉖	45 (mL/min)						

Fig. 5 Screen of the ODA

番号①～③および⑤～㉕(手動), ④(自動)の合計25項目を検査値項目とした。①②および⑤～⑨の項目に数値を入力するとその右側にそれに対応する評価判定が自動的に表示される。また, 入力した検査値が基準値範囲外の場合, 入力欄の表示色が変化するよう工夫した。例えば①にアルブミン(albumin, Alb)2.0g/dLと入力すると, 表示が未測定から高度栄養障害に, 入力欄が赤色に変化する。尚, それぞれの“?”アイコンをクリックするとその項目の基準値が表示される。⑮～㉑は肝機能, ㉔㉕の項目は腎機能の入力項目を示す。さらに㉖推定クレアチニンクリアランス(推定Ccr)を検査値項目に加え, Cockcroft-Gaultの式を用いて自動的に算出できるように工夫した<sup>9)</sup>。また, 本栄

養評価システムを使用する場合の判定基準の変更や他院に配布して使用する場合の医療施設による検査値の相違に対応するため、基本設定画面を設け、検査基準値を容易に変更できるように工夫した。即ち、それぞれの病院における検査基準値を入力すると、それらの値が評価に反映されるように工夫した。

### 1-1-5 栄養摂取状況入力画面

栄養摂取量を算出する画面をFig. 6に示す。

総合判定 ①  高度栄養障害  中度栄養障害  軽度栄養障害  正常 (要選択)  
 SGA判定: 中等度の栄養不良 ODA判定: 中度栄養障害

BEE 基礎代謝量 ② 1113.2 kcal/日 ③ BEE算出式:  Harris-Benedictの式  日本人のための簡易式  Longの式  
 ④ 使用体重:  介入時体重  目標体重  理想体重  通常時体重  最新体重  手動体重

TEE エネルギー投与量 = BEE × ⑤ 1.0 × ⑥ 1.2 = ⑦ 1335.8 kcal/日

活動係数	障害係数
活安 静: 1.0 動 ベット上: 1.2 係 歩行可能: 1.3 数 労働: 1.4~1.8	障 飢 餓: 0.7 通常入院: 1.0 外 傷: 1.35 重症敗血症: 1.6 褥 瘡: 1.4~1.6 害 発 熱 (37°C: 1.2 38°C: 1.4 39°C: 1.6 40°C: 1.8) 係 手術 (乳房切除: 1.2 胃全摘: 1.4 胃全摘: 1.6 膀胱・十二指腸・肝切除: 1.8) 数 移植・腎不全 (1.2+1臓器につき0.7ずつUP 4臓器で2.0まで) 熱 傷 (10%ごと0.2ずつUP~2.0まで)

介入時体重で求められたTEEと [ ] で求めたTEE ( kcal) との差は ⑧ kcal  
 やせの場合: TEE = BEE × Activity factor × stress factor + 1日付加エネルギー  
 ⑩ 日で補正した場合, [ ] kcal/日となり, これをTEE エネルギー投与量に加えない。 ⑪ 1335.8 kcal/日

検討前栄養量	栄養素	検討後栄養量	栄養量/体重
(NPC/N=120) ⑨ 57.6 g	7ミ/酸(蛋白質)	⑭ 47.7 g	0.95 g/kg
(Fat割合30%) ⑩ 44.5 g	脂 質	⑮ 29.7 g	0.59 g/kg
⑪ 176.2 g	ブドウ糖	⑯ 219.4 g	4.39 g/kg
体温: 38°C台 ⑫ 1650 mL	水 分	⑰ 1527 mL	使用体重
⑬ 5 g	塩 分	⑱ 5 g	介入時体重

必要水分量の算出  計算式1  計算式2 計算式2選択時: ⑳ mL/kg

通常時 侵襲時 Step5 処方設計

Step1 NPN/Niは? ⑲ 150  
 Step2 脂肪割合は? ⑳ 20 %  
 Step3 水分量は? そのまま 1527 mL  
 Step4 塩分量は? そのまま 5 g

TPN  
 PN&EN  
 EN

Fig.6 Screen of the nutrient dosage

患者の1日に必要なエネルギー量TEE(total energy expenditure, TEE)を算出する画面である。そのTEEは基礎代謝栄養量(basal energy expenditure, BEE)に活動係数⑤及び障害係数⑥を乗じて求められる。

汎用されるBEEの算出式としてはHarris-Benedictの式<sup>10)</sup>、日本人のための簡易式<sup>11)</sup> およびLongの式<sup>12)</sup> があり、③に示す如く本画面ではこれらの式の何れか

を選択できるようにした。また、BEEを求める場合、体重が重要な要素となるため④には使用する体重として介入時体重、目標体重、理想体重(IBW)、通常時体重(UBW)、最新体重、手動体重の6つの体重を設定し、選択された体重におけるBEEが瞬時に算出できるように工夫した。身長は前記した身体状況入力画面で既に入力されているデータを利用し②にBEEが自動的に表示される。さらに⑤、⑥を選択入力することによりTEE量⑦が算出される。また、⑧には④中の何れか2つの体重値におけるTEEの差が算出できるように工夫した。⑨のアミノ酸(蛋白質)(Pr量)は①の総合判定を加味して自動的に算出される。Pr量は⑯のNPC/N(non-protein calorie/nitrogen)比を変更することでそれに応じて再計算される。⑩の脂肪量(Fat量)は基本的にTEEの30%になるようにプログラムしたが、⑳の脂肪割合を変更することにより、それに応じたFat量が再計算される。また、本画面後半に一覧表を用いてPr量、Fat量、ブドウ糖量(Glu量)、水分量、塩分量を左右に分けて表示させている。左側の⑨⑩⑪⑫⑬に栄養量が自動で表示されるが、この値は変更不可である。一方、右側の⑭⑮⑯⑰⑱にはNSTの議論を基に決定された栄養量が表示される。即ち、左側で算出された値を⑲、⑳で変更でき、患者に投与されるべき真の⑭Pr量、⑮Fat量が自動に算出されると共に、続いて真の⑯Glu量が算出されるように設定した。

#### 1-1-6 経過歴入力画面

栄養評価システムには栄養状態に関する情報を継続的に管理するために経過歴画面が必要となる。そこで本システムでは患者の経過が一目で確認できる画面を構築した。

		身長	体重	%体重変化	TSF	%TSF	AC	AMC	%AMC	項目1	項目2	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	BS	HbA1c	TCho	TG	HDL	
8/16															100	9.1				
8/20												138								
3/28	156	60	7.7	3	25	23	22.1	92				5					91	204	97	
3/29		61	6.2	3	25	22	21.1	88				4.5								
3/30		63	3.1	4	33	21	19.7	82												
3/31	156.7	64	1.5	4	33										120					
1/19						20	20	83								5.6				
1/25												4	100							
2/2	156																			

		TP	Alb	WBC	LYMP%	TLC	Hb	ChE	CRP	RBP	TTR	AST	ALT	γ-GTP	TBil	DBil	IBil	BUN	Cr	推定CCr	
8/16	8	5	7654	44	3368	10.2	160			33	11	22	33	11	10	9	1	13	0.65	130.6	
8/20	6.5	4	6547						3.12	1.5	21		12							0.5	56
3/28			2020	20	404				2		22	19			34	8	5	3	20	1	84.9
3/29						12									35						
3/30															37						
3/31	7										20										
1/19							180			69		55		50							
1/25		2.5											20								
2/2																					

Fig.7 Screen of the course history

Fig. 7 に示す如く本画面では身長，体重，%体重変化，TSF(tricepsskinfold thickness)，%TSF，AC(armcircumference)，AMC(arm musculcircumference)，%AMC，Na<sup>+</sup>，K<sup>+</sup>，Cl<sup>-</sup>，BS(blood sugar)，HbA1c(hemoglobinA1c)，TCho(total cholesterol)，TG(triglyceride)，HDL(high-densitylipoprotein)，TP(total protein)，Alb，WBC(white blood cell)，LYMP%(lymphocyte subsets)，TLC(total lymphocyte count)，Hb(hemoglobin)，ChE(choline esterase)，CRP(c-reactive protein)，RBP(retinol-binding protein)，TTR(trans thyretin)，AST(aspartate aminotransferase)，ALT(alanineaminotransferase)，γGTP(gamma-glutamyl transpeptidase)，TBil(totalbilirubin)，DBil(direct bilirubin)，IBil(indirect bilirubin)，BUN(blood urea nitrogen)，Cr(serum creatinine)，推定CCrを経過的に入力可能とした。さらに，%TSF，%AMC，Alb，WBC，TLC，Hb，ChE，CRP，RBP(retinol-bindingprotein)，TTR(trans thyretin)に関しては入力された最新の値に対して判定が自動で行われるように工夫をした。

また、経過的に観察したい項目①②を前述した基本設定画面で設定・変更できるようにした。

#### 1-1-7 考察

本システムの構築前はNST回診<sup>13)</sup>を行う上で、対象患者の栄養評価がなされないか、曖昧なまま症例検討が行われたため、正確な栄養状態が把握できず、各分野のスタッフの専門性<sup>14-16)</sup>が発揮しにくい状態にあった。この状態がなぜ打開されないか熟考した結果、医療スタッフ間での知識の溝を埋められるような共用材料がないことに気づいた。そこで注射剤、内服薬、さらに経腸栄養剤の知識を併せ持ち薬剤管理指導を担う薬剤師の特性を生かし、医療スタッフ間で活用できる栄養評価システムの構築を開始し、患者の状態を正確に把握する目的で頻回に改良を行った。その結果、徐々に利便性が増し、薬剤師の専門性を活かした適切な栄養療法を治療に活用できるようになった。本システムの特徴は栄養評価を可能なかぎり自動化し、それに伴う算出法や判定基準を速やかに閲覧できるようにするために“?”アイコンを付加した。このアイコンをクリックすることでその数値の算出法および評価理由を表示する工夫を行った。この機能の付加は比較的栄養の分野に取り組み始めた医療スタッフあるいは薬学教育にも役立たせることが可能であると考えられる。しかし、この栄養評価システムはあくまでも患者の状態を把握するための一手段であり、重要な点は栄養評価システムの内容を踏まえて患者を診ると共に医療スタッフ間での議論を行うことである。そのためにも本システムを活用することは対象患者の栄養状態が速やかに把握できるのみならず、NST活動の質の向上に有用なツールとなると考える。

また、本システムの内容を理解することは臨床栄養学の基礎知識の習得にも役立つと考える。

## 第二章

### 2-1 処方支援システムの構築

#### 2-1-1 概略

栄養療法を施行して行く場合、通常はPN療法が先に行われ、その後、PN療法からEN療法へと移行していく。従って、栄養療法には、①PN療法のみの場合にはTPN処方設計、②EN療法のみの場合にはEN処方設計、③PN療法からEN療法への移行期での処方設計、の3つの状況がある。そこで、処方設計方法としては栄養評価システムから得られた栄養必要量を利用して状況に合った処方設計を行えるよう構築を行った。②のEN処方設計部分の作成ではTPN処方設計に比し、以下の点で困難を要した。即ち、市販のEN剤には医薬品である成分栄養剤と半消化態栄養剤、食品扱いの半消化態栄養剤が混在する。また、医薬品とは異なる食品扱いのEN剤は厳格な基準がないために販売会社毎に栄養素表記に統一性がない、あるいはパンフレットに成分表記がない場合がある等、システムを構築する際には以下の5つの大きな問題点の改良を行った。

即ち、①表記単位の相違、②アミノ酸分類の相違、③Fisher比の算出方法の相違、④脂肪酸の算出方法の相違、⑤製品パンフレット上の問題点である。

### ①表記単位の相違

例としてビタミン A および D の成分表記において医薬品で使用される単位は IU であるのに対し、食品の場合のビタミン A はレチノール当量 ( $\mu\text{gRE}$ )、ビタミン D は  $\mu\text{g}$  となる。この場合、医薬品と食品を比較する際は単位を同じにするために換算が必要となる。

### ②アミノ酸分類の相違

ヒト成人の必須アミノ酸はバリン、イソロイシン、ロイシン、トレオニン、リシン、メチオニン、フェニルアラニン、トリプトファンの 8 種類であり、それ以外のアミノ酸は非必須アミノ酸に分類される。例外として、小児でヒスチジンは必須アミノ酸に分類される。これらは腎不全患者で重要となる E/N 比に関わる。E/N 比を算出する場合、必須アミノ酸総量 / 非必須アミノ酸総量で求めるが、この必須アミノ酸と非必須アミノ酸の分類が販売会社毎に相違があった。

### ③Fisher 比の算出法の相違

Fisher 比は肝不全患者で重要な指標となる。Fisher 比の算出方法は通常は分子部分にバリン、ロイシン、イソロイシンの分岐鎖アミノ酸各々のモル濃度の合計値 / 分母部分にチロシン、フェニルアラニンの芳香族アミノ酸各々のモル濃度の合計値で算出される。大部分の EN 剤がこの方法で Fisher 比を算出している。しかし、その他に 2 つの違った算出方法があった。つまり、分母部分がチロシン、フェニルアラニン、トリプトファンの芳香族アミノ酸各々のモル濃度の合計値、そして [ (チロシンとフェニルアラニンの合計量) / (チロシンと

フェニルアラニンの分子量の合計値) ]に変化した算出方法であった。

#### ④脂肪酸の算出法の相違

n-6/n-3 比は必須脂肪酸である n-6 系と n-3 系の摂取率の割合を示す。これら必須脂肪酸量を算出するために総脂肪酸量を算出する必要がある。この総脂肪酸の算出方法に相違があった。総脂肪量と総脂肪酸を同じと考える場合、総脂肪量に任意の定数を乗じて総脂肪酸を求める場合があった。この定数値は 0.9 前後と販売会社毎に相違があった。

#### ⑤製品パンフレット上の問題点

- ・パンフレットに記載されている数値やグラフなどに誤りが散見された。
- ・表記される数値の変更に伴って、医療者側に伝える販売会社側で変更箇所の把握が不十分な場合が散見された。
- ・パンフレット等に記載されている数値等を問い合わせた場合、時間を要することが多々あった。

また、配合されている栄養素毎に日本人の食事摂取基準2005年版 (dietary reference intakes for Japanese (2005), DRIs2005)<sup>17)</sup> に規定する4つの値(推奨量, 目安量, 上限量, 推定平均量)が性別, 年齢等によって変化する等の要素を考慮する必要があった。

このように、情報量の少なさと考慮が必要な条件の複雑さが相まっている事から、EN処方設計は困難を要した。

## 2-1-2 TPN処方設計

TPN処方設計を行う場合、TEE及び必要栄養素量の総量を算出し、それに見合う適切な製剤選択が必要となる。即ち、医師の知識と経験が要求されているため、本システムではTPN処方設計を容易に、かつ短時間で設計できるよう工夫した。

TPN処方設計の画面構成をFig. 8に示す。

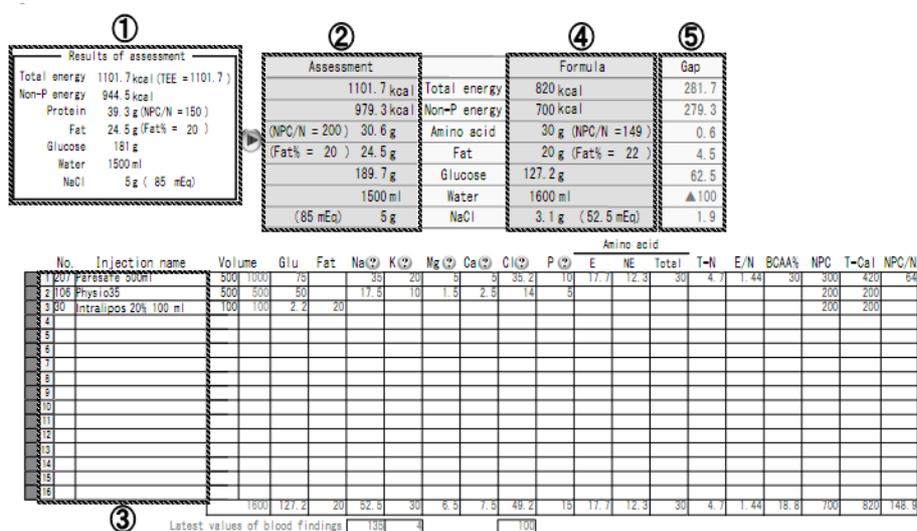


Fig.8 A support system for prescribing PN solutions. The calculated TEE and nutrients needed are indicated in “Results of Assessment” (window ①) and “Assessment” (window ②). Window ① is linked to the patient’s information, but window ② is not linked and is changeable. The type of transfusion needed is selected in window ③. The total nutrients contained in the selected transfusion in window ③ are indicated in “Formulation” (window ④). The difference between the values in windows ② and ④ is shown window ⑤ in the “Gap” (window ⑤).

処方設計方法として栄養摂取量算出画面で算出された数値が①:“Results of Assessment”及び②:“Assessment”に表示され、目標量となる。我々は先に、配

合されている成分毎にソート機能を付加した輸液マスタを独自に作成し、それにより③における輸液剤選択の目標量となるブドウ糖量，アミノ酸量，及び脂肪量に見合う輸液剤の選択を容易にした。輸液剤が選択されると栄養素の総量が④：“Formulation”に自動的に表示され，目安の設計量となる。さらに⑤に目標量と設計量との差が表示され，この値が小さくなるように輸液剤を選択する。最後に，残った水分量及び塩分量を注射用水や塩化ナトリウム液で必要量と処方設計から算出した差が小さくなるように補正する。このシステムの使用により，従来の栄養評価を行うシステムと処方設計を行うシステムの併用に比較して，容易に短時間で最適な処方設計を行うことが可能となると考える。

### 2-1-3 EN処方設計

EN剤処方設計の画面構成をFig. 9に示す。

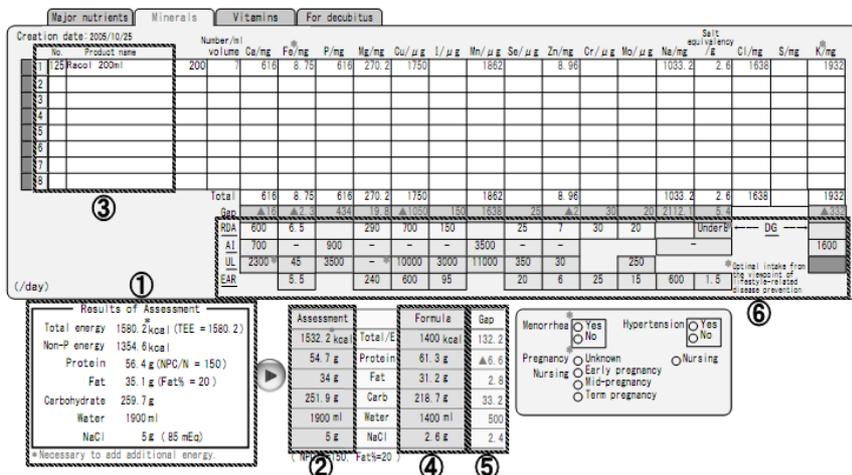


Fig.9 A support system for prescribing EN solutions. The calculated TEE and nutrients needed are shown in “Results of Assessment” (window ①) and “Assessment” (window ②). Window ① is linked to the patient’s information, but window ② is not linked and is changeable. The type of EN solution is selected in window ③. The total nutrients needed of the selected EN in window ③ are indicated in “Formulation” (window ④). The difference

between values in windows ② and ④ are shown in the “Gap” window (window ⑤). The specified values in the DRIs2005 are shown in window ⑥.

RDA: recommended dietary allowance; AI: adequate intake,

UL: tolerable upper intake level; EAR: estimated average requirement.

処方設計方法として栄養摂取量算出画面で算出された数値が①の“Results of Assessment” および②の“Assessment” に表示され、目標量となる。次に③において独自に作成したEN剤マスタからEN剤を選択する。

Fig. 10にENマスタの概略を示す。

No. 125	Category <b>Drug</b>	Aspect <b>Liquid</b>	Sales company Otsuka	Adoption <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
Product name <b>Racol 200mL</b>	Calorie 200 kcal	Fluid volume 200 mL ( 1.0 kcal/mL)	Water 170 g	
Protein 8.76 g ( 35.04 kcal)	Fat 4.46 g ( 40.14 kcal)	Carbohydrate 31.24 g ( 124.9 kcal)		
Fiber _____ g	n-6/n-3 3.17	n-6 950 mg n-3 300 mg	Osmolarity 400	Fischer ratio 2.88
Vitamins				
Vitamin A 124.2 μg	Vitamin D 0.68 μg	Vitamin B1 0.76 mg	Vitamin B2 0.49 mg	Vitamin B6 0.75 mg
Niacin 6.9 mg	Pantothenic acid 1.92 mg	Folic acid 0.075 mg	Vitamin B12 0.64 μg	Vitamin C 56.2 mg
Vitamin K 125 μg	Vitamin E 1.3 mg	Biotin 7.72 μg		
Minerals				
Sodium 147.6 mg	Chlorine 234 mg	Potassium 276 mg	sulfur _____ mg	Magnesium 38.6 mg
Calcium 88 mg	Phosphorous 88 mg	Iron 1.25 mg	Copper 250 μg	Zinc 1.28 mg
Manganese 266 μg	Selenium _____ μg	Chromium _____ μg	Iodine _____ μg	Molybdenum _____ μg
Osmolarity:mOsm/L Vitamin A:Retinol equivalent Niacin:Niacin equivalent (Amount per product)				

Fig. 10 A basic picture of several nutrients contained in 200mL of Racol®.

入力を必要とする項目は製品名(Product name), 熱量(Calorie), 水分量(Water), 蛋白質量(Protein), 脂質量(Fat), 糖質量(Carbohydrate), 食物繊維量(Fiber), n-6系及びn-3系脂肪酸量, 浸透圧比(Osmolarity), Fisher比(Fischer ratio), 13種類のビタミン量, 15種類のミネラル量など44項目である。EN剤マ

スタには配合されている栄養素毎にソート機能，さらに同用量または同カロリー一量における配合栄養素量を比較する機能も付加した。これにより必要とするEN剤の選択が容易となった。EN剤を選択すると，総栄養量および含有される各種の栄養素総量がFig. 9の④の“Formulation”に自動的に表示され，⑤に②の数値との差が表示される。使用EN剤の量を調整することにより総熱量や三大栄養素等の充足率が簡単に評価される。その後，選択されたEN剤が適正であるかどうかを⑥DRIs2005の値と比較検討する。

また，Fig. 11には褥瘡患者に本システムを使用した場合の褥瘡患者に不足しがちな栄養素量のみを表示し，自動的に不足している成分量を算出できる機能を付加した。

Major nutrients		Minerals		Vitamines		For decubitus			
No.	Product name	Number/amount	/mL /mL	/mg	/mg	/μg	μg		
125	Racol	200mL	200	7	1400	616	8.75	1750	8
				Total	1400	616	8.75	1750	8

	Requirement	Total	Comment
Ca	More than 600mg	616mg	Enough
Cu	1300~2500μg	1750μg	Within 750μg possible
Fe	15mg	8.75mg	6.25mg deficiency
Zn	30mg	8.96mg	21.04mg deficiency
Vita A	600~1500μg	869.4μg	Within 630.6μg possible
Vita C	More than 500mg	393.4mg	More than 106.6mg
Salt	10g(Max)	2.6g	Whitin 7.4g deficiency

Fig. 11 Supporting system for malnutrition therapy of decubitus.

## 2-1-4 PN療法からEN療法への移行期での処方設計

移行期処方設計の画面構成をFig. 12に示す。

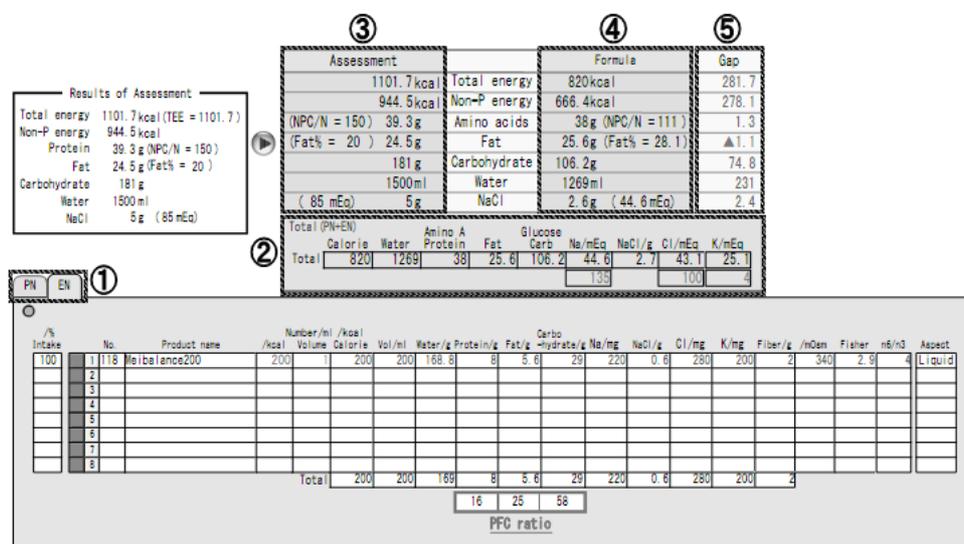


Fig.12 A support system for prescribing both PN and EN solutions. Window ①: The tab is changed from PN to EN, and an infusion solution or EN solution is selected from the infusion solution master or EN solution master. Window ②: The total nutrients needed for the transfusions or ENs selected in either the PN or EN list table are calculated. The calculated total nutrients needed and the TEE are shown in the “Assessment” window (window ③), which is changeable. The selected total nutrients needed for the transfusions or the EN solution are shown in the “Formulation” window (window ④). The difference between windows ③ and ④ is indicated in the “Gap” window (window ⑤).

画面上の①をPN側とEN側に切り替えることで、輸液剤あるいはEN剤を輸液剤データベースあるいはEN剤データベースより選択する。選択が終了するとPN側とEN側のそれぞれの成分量の合計量が②に算出される。TPN処方設計と同様に目標量となる数値が③: “Assessment”, PN側とEN側で選択した輸液剤やEN剤の栄養量および栄養素量の合計が④: “Formulation” に表示され、さらに⑤に③と

④の差が表示される。処方設計では、③のアセスメントの結果と④の処方設計した栄養素の差が小さくなるように輸液剤またはEN剤の選択を行う必要がある。

こうして短時間で簡便に行った処方設計の内容を自動解析するシステムも付加した。これまでの構築過程で臨床での実用の際して、主に問題となった点とそれに対する対策を以下に示す。

1. 処方設計を行う前段階において適切な栄養評価と必要栄養量の算出が必要である。そこで患者情報を効率よく管理しながら処方設計ができるよう改良を行った。
2. 最近の栄養管理においてEN療法の有用性が再認識され<sup>18-24)</sup>、PN療法に比べEN療法の頻度が高くなる傾向にある。また、2005年に食事摂取基準が大幅に改訂され、この改訂内容を踏まえた栄養管理が必要である。そこで、EN処方設計支援システムに付加した。
3. システムの有用性を判断すべく多くの医療機関に評価を依頼したところ、PN療法からEN療法への移行期においても使用が可能なシステムの要望があり、移行期にも使用できるように改良を行った。

#### 2-1-5 考察

主に術後の患者は侵襲下にあり静脈栄養で管理されている場合が多く、より生理的な経腸栄養、そして経口栄養へと移行することでQOLを高めて社会復帰を支えることが重要な使命となる。しかし、この移行時の栄養評価と処方設計は従来学んできたエネルギーと三大栄養素の必要量を算出する手法が通用しない場合がある。例えば、糖尿病腎症を合併した心血管術後では、その多くが

静脈栄養管理下にあるが、極めて循環動態が不安定で、低アルブミン血症による著しい浮腫を伴うために水分と電解質を厳密に管理することが求められる。輸液に含まれる水分量とナトリウムなどの電解質のみならず、注射液や薬剤を溶解する溶媒液、さらに薬剤に含まれる水分量や電解質まで総合的に把握する必要がある。また、経口栄養への栄養補給ルートの移行時に重要な点は経腸栄養剤の増量に従って静脈栄養の量を軽減していくことであるが、静脈栄養の量を急激に減らすと水分や電解質の不足をはじめ、低血糖も生じやすくなるため経腸栄養剤の量に合わせて段階的に静脈栄養を減量することが重要となる。疾患や薬物、摂取ナトリウム、クロール量、水分バランス、下痢や嘔吐などの影響を受ける血清ナトリウム値の異常に注意する必要があるが、薬物溶解水、生理食塩液、抗生物質のキット製品などを含めた総水分量と電解質とのバランスと、下痢、浮腫、脱水などの症状や利尿剤などの影響を組み合わせ総合的に評価する必要がある。従来報告されている栄養評価や処方設計のシステムはそれぞれ単独で用いるものであり、栄養評価と処方設計が連動するシステムの報告は見当たらない。栄養補給の移行時の煩雑な栄養評価や処方設計を可能な限り自動化したPN療法からEN療法への移行期での処方設計システムの構築は臨床現場で有益であると考えられる。

## 第二部 臨床への応用

実際にNPSSを臨床の場において栄養介入を行った症例の中より2症例について提示する。

### 【症例1】

入院前より摂取していたEN剤が適切であるかについてNPSSを使用して検討を行い、主治医に栄養療法の提言を行った。

#### 1) 患者背景

年齢：69歳．性別：男性．既往歴：心疾患にてワルファリンカリウム (Wf) を内服中であり，脳疾患にて経口摂取が困難となり胃瘻を造設していた。

現病歴：炎症性疾患により当院に入院し，医薬品扱いのEN剤であるエンシュア®・リキッド (ESL) を1,000 kcal/1,000 mL/日で在宅栄養管理をされていた。入院後，5日目に仙骨の褥瘡を認めた。Wfを内服中のため，ビタミンK (Vit. K) を考慮したEN剤の検討および栄養状態の改善を目標としてNSTが介入した。

#### 2) 経過と結果

初めにSGA，ODA，身体計測を実施した。得られた情報をNPSSの各項目に入力し，栄養状態の判定，BEE，TEE，および必要栄養素量を自動的に算出した。介入時の栄養評価の結果をTable1に示す。

本症例で算出されたTEEは1,350.7 kcal/日となり，これまで摂取していたESLの栄養量(1,000 kcal/1,000 mL/日)ではTEEが不足していることが考えられる。そこで投与栄養量並びにEN剤が適切であるかNPSSを用いて検討を行った。

Fi. 13に必要栄養量に対する，エンシュア・リキッド1250kcalとラコール1200kcalの栄養素量の比較を示す。

Table. 1

Chemical laboratory data of blood and nutrition assessments before intervention by the nutrition support team.

Blood test			Physical status		
Item	Value	Unit	Item	Value	Unit
TP	6.1	g/dL	Body height	165	cm
Alb	2.5	g/dL	Body weight	50.9	kg
ChE	169	IU/L	TSF	5	mm
WBC	10300	/ $\mu$ L	%TSF	50	%
TLC	3605	/ $\mu$ L	AC	20.5	cm
Hb	8.7	g/dL	AMC	18.9	cm
CRP	6.588	mg/dL	%AMC	79	%
Na <sup>+</sup>	135	mEq/L			
K <sup>+</sup>	4.2	mEq/L			
Cl <sup>-</sup>	97	mEq/L			

A nutritional assessment by the NST	
• SGA	Medium-level malnutrition
• ODA	Medium-level malnutrition
• Somatometry	Medium-level malnutrition
• Basal Energy Expenditure	1125.6kcal/day
• Total Energy Expenditure	1350.7kcal/day
	(Active factor:1.0, Stress factor:1.2)
• Nutrient dosage	
Protein: 48.2g/day(NPC/N=150)	Fat: 30.3g/day(Fat% : 20%)
Glucose: 222g/day	Water: 1527ml./day
Salt: 5g/day	

Assessment		Formula	Gap
1350.7 kcal	Total/E	1250 kcal	100.7
48.2 g	Protein	44 g	4.2
30 g	Fat	44 g	▲14
222 g	Carb	171.5 g	50.5
1527ml	Water	1365 ml	162
5 g	NaCl	2.5 g	2.5

(NPC/N=150, Fat%=20 )

Assessment		Formula	Gap
1350.7 kcal	Total/E	1200 kcal	150.7
48.2 g	Protein	52.6 g	▲4.4
30 g	Fat	26.8 g	3.2
222 g	Carb	187.4 g	34.6
1527ml	Water	1320 ml	207
5 g	NaCl	2.3 g	2.7

(NPC/N=150, Fat%=20 )

	44.0	44.0	171.5
	14	31	55

PFC ratio

	52.6	26.8	187.4
	18	20	62

PFC ratio

	Number/ml/g					
	kcal	Volume	VA/μg	VD/μg	VE/mg	VK/μg
	250	1250	937.5	6.25	37.5	87.5
Total			937.5	6.25	37.5	87.5
Gap			▲237.5	▲1.3	▲28.5	▲12.5
RDA			700 *			
AI			- *	5	9	75
UL			3000 *	50	800	
EAR			500 *			

	Number/ml/g					
	kcal	Volume	VA/μg	VD/μg	VE/mg	VK/μg
	200	1200	745.2	4.08	7.8	750
Total			745.2	4.08	7.8	750
Gap			▲45.2	0.9	1.2	▲675
RDA			700 *			
AI			- *	5	9	75
UL			3000 *	50	800	
EAR			500 *			

Fig. 13 A comparison of 1, 200 kcal of Racol® (Right side) with 1, 250 kcal of Ensure® liquid (Left side).

Upper boxes: A comparison of the nutrient contents of the two products.

Middle boxes: A comparison of the P:F:C ratio of the two products.

The P:F:C ratio shows from left to right, protein, fat, and carbohydrate.

Lower boxes: A comparison of the quantity of fat-soluble vitamins in the two products.

さらに、Fig. 14にNST介入前後の栄養指標となる臨床検査値、Wf量、褥瘡創部面積の変動を示す。

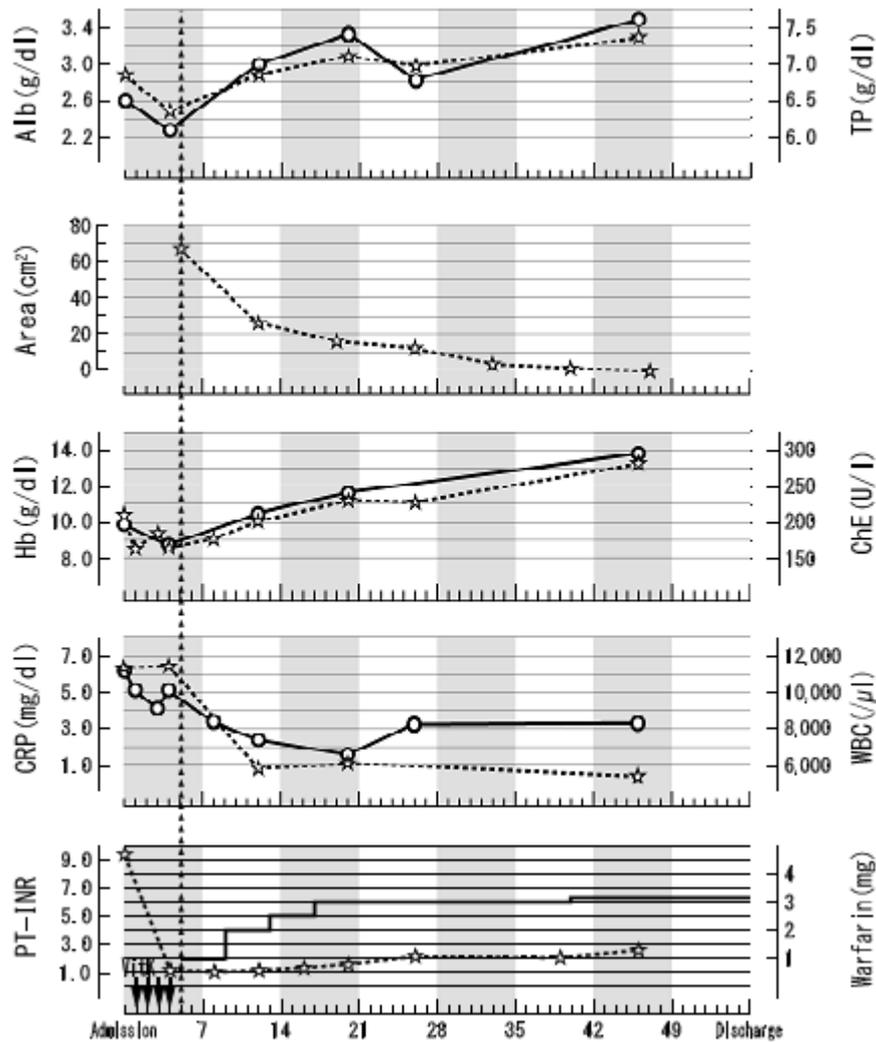


Fig. 14 Time-course of changes in several variables after consultation by the NST in Patient 1.

Nutritional consultation by the NST started on day 5. Dotted lines: The stars indicate Alb), decubitus area, Hb, CRP, and PT-INR. Solid lines: The open circles indicate TP, ChE, WBC, and doses of Wf.

EN剤を変更する場合、医薬品扱いのEN剤は食品扱いのEN剤を使用するよりも患者の経済的負担が少ない。これまで投与していたESLは医薬品であることより、同じ医薬品で院内採用されているラコール® (RC)と比較検討を行った。投与栄養量の不足よりESLを1,250 kcal/日(250 kcal/250 mL/缶を5缶)に増量し、RCを1,200 kcal/日(400 kcal/400 mL/包を3包)と比較した。ESLにおけるn-6量は25,167.5 mg/日、n-3量は572.5 mg、n-6/n-3比は43.96、およびP:F:C(三大栄養素のエネルギー構成比率、PFC)比は14:31:55という値を示した。一方、RCではn-6量は5,700 mg/日、n-3量は1,800 mg、n-6/n-3比は3.17、およびPFC比は18:20:62という値を示した。即ち、ESLは脂肪量の割合が高く、n-6/n-3比の値が大きい。また、脂肪酸の大部分は長鎖脂肪酸であった。一方、RCは低脂肪、高蛋白なエネルギー比率であり、脂肪組成としてはn-3系脂肪酸を多く含み、n-6/n-3比が小さい。

DRI2005において脂質割合の目標値は25%未満(30歳以上の男性)、低脂肪、高炭水化物食がCHD(chronic heart disease)<sup>25)</sup> リスクを軽減する、褥瘡患者においては高蛋白食が推奨される<sup>26)</sup>、n-3系脂肪酸は抗炎症作用を有する<sup>27-29)</sup>、中鎖脂肪酸は消化・吸収に優れている<sup>30-33)</sup>ことを踏まえ、既往歴に心疾患、現病歴に炎症性疾患を有している本症例の栄養状態の改善や褥瘡治療にはESLよりもRCの方が適していると判断し、主治医に提言した。また、Wfを服用しているため、その作用を妨げるVit. Kの含有量について特に注意した。即ち、入院前に処方されたESLのVit. K含有量は70 μg/1,000 kcalであり、この量はDRI2005に規定されている目安量とほぼ同等の量であったが、RCにはVit. Kが750 μg/1,200 kcalと多く含有されている。従ってRCを投与するに当たり、Vit. K過剰による血

液凝固抑制効果の低下を呈しないような管理が必要である。そこで、プロトロンビン国際標準比(prothrombin time international normalized ratio, PT-INR)値によるモニタリングを注意深く行いながら、Wfの投与量の調整を主治医と共に行った。Wfの服用量についてはNSTの介入時に1 mg/日であったが、その後、主治医からPT-INR値を約2.5とする要望があり、Wfを最終的には3.25 mg/日まで増やし目標値に近づけることで、何れの数値も改善が認められた。褥瘡についても創部面積が徐々に縮小し、47日目には治癒となり、51日目で退院後、在宅での加療となった。

### 3) 考 察

本症例での要点は褥瘡対策、WfとVit. Kとの相互作用の2点である。褥瘡治療<sup>34-35)</sup>は体圧分散や局所管理に加え、全身の栄養管理が必須であり、投与すべき栄養量の設定、投与経路、および投与内容の選択が大きなポイントになる。EN剤を使用する場合、医薬品ばかりでなく、食品を含め多種多様の製品が存在し、症例に適したEN剤を選択することは極めて困難であり、さらにDRIs2005も考慮しなければならない。従来までは医薬品扱いのEN剤は薬剤師、食品扱いのEN剤は管理栄養士が取り扱うように区分され、すべてのEN剤について総合的な栄養管理ができなかった。各種医薬品および食品をデータベース化したNPSSを利用することによりDRIs2005に規定する年齢や性別などの条件に合ったビタミン類、ミネラル類、および微量元素類などの情報が容易かつ瞬時に得られ、適切な栄養評価に添ったEN剤の選択および投与量の設定が可能となった。これまでDRIs2005に着目した栄養アセスメントソフトの報告はなく、薬剤師がNSTという

チーム医療の中で管理栄養士等と共にEN剤の選択においても重要な役割を担う  
ことが出来るシステム構築の意義は大きいと考えられる。

## 【症例2】

入院時よりPN療法を開始し，PN療法と食事療法との併用の後，PN療法，PN療法とEN療法との併用，そして最終的にEN療法に変更する過程でNPSSを用いて栄養管理を行った。

### 1) 患者背景

年齢：87歳． 性別：女性．

現病歴：誤嚥性肺炎の疑いで入院．絶食のため，入院時より経口摂取の確立目的でNSTが介入した。

### 2) 経過と結果

Table2に栄養状態の判定およびTEEなどをNPSSにより算出した．介入時の栄養評価の結果を示す。

NSTの症例検討より，活動係数を1.0，障害係数を1.2と設定し，TEEは1,101.7 kcal/日と算出された。これを基にNPSSを用いてTPN処方設計を行った。

しかし，患者が高齢であるためrefeeding syndromeを危惧し，約800 kcal/日の末梢静脈栄養療法(peripheral parenteral nutrition, PPN)で処方設計を行った (Fig. 15/①)。

5日目に症状の改善を認め，経口摂取が可能となった。そこで移行期における処方設計を行い，PN側を620 kcal/日に減じ，EN側にミキサー食で600 kcal/日を追加し，TEEは合計で1,220 kcal/日とした (Fig. 15/②)。

Table2 Chemical laboratory data of blood and nutrition assessments before intervention by the nutrition support team.

Blood test			Physical status		
Item	Value	Unit	Item	Value	Unit
TP	6.7	g/dL	Body height	153.5	cm
Alb	2.8	g/dL	Body weight	40.4	kg
WBC	13700	/ $\mu$ L	TSF	4	mm
TLC	1932	/ $\mu$ L	%TSF	40	%
Hb	9.7	g/dL	AC	16.2	cm
CRP	5.6	mg/dL	AMC	14.9	cm
Na <sup>+</sup>	122	mEq/L	%AMC	77	%
K <sup>+</sup>	5.0	mEq/L			
Cl <sup>-</sup>	88	mEq/L			

A nutritional assessment by the NST	
• SGA	Low-level malnutrition
• ODA	Medium-level malnutrition
• Somatometry	Medium-level malnutrition
• Basal Energy Expenditure	918.1kcal/day
• Total Energy Expenditure	1101.7kcal/day
(Active factor:1.0, Stress factor:1.2)	
• Nutrient dosage	
Protein: 30.6g/day(NPC/N=200)	Fat: 24.5g/day(Fat% : 20%)
Glucose: 189.7g/day	Water: 1500mL/day
Salt: 5g/day	

その後、嚥下障害を呈したためTPNによる栄養管理となった。そこで、TPN処方設計よりTEEは1,120 kcal/日とした (Fig. 15/③)。この処方設計では目標量と設計量の差を小さくすることが重要であるが、加えて電解質の投与量についても注意が必要である。NPSSにはNa, K, Cl等の電解質量が適正かどうかを判断する指標が表示されるよう工夫した。介入時に低Na血漿, 低Cl血漿, および高K血漿が認められたが、高齢者に認められるミネラルコルチコイドの分泌減少<sup>37)</sup>が原因と考え、特にNaClの追加的投与は避けた。次に、40日目よりTable3に示す内容でPN療法からの栄養量を漸減しながら成分栄養剤を用いてEN療法の併用

を開始し，48病日にPN療法が中止となるまでNPSSで栄養量の推移を観察した (Fig. 15/④, ⑤)。最終的には胃瘻からEN剤のみを1,200 kcal/日投与となった (Fig. 15/⑥)。

Table. 3 Changes in nutrients needed and water amount due to the shift from PN to EN between hospital days 39 and 49. GFO: EN solution made from mixing glutamine, fiber, and oligosaccharide.

	Day 39	Days 40-41	Days 42-43	Days 44-45	Days 46-47	Day 48
PN solution	TPN (including fat)		PPN + Fat	PPN		—
Energy (kcal)	1120	1020	620	420	420	0
Water volume (mL)	1500	1000	1100	1000	1000	0
EN solution	GFO + Water	Nutrition component + GFO + Water			EN + Water	
Energy (kcal)	0	300	450	600	800	1200
Water volume (mL)	500	600	750	900	875	1500
Total energy (kcal)	1120	1320	1070	1020	1220	1200
Total water volume (mL)	2000	1600	1850	1900	1875	1500

①

Assessment	Formulation		Gap
1101.7kcal Total energy	820 kcal		▲281.7
979.3kcal Non-P energy	700 kcal		▲279.3
(NPC/N= 200 ) 30.6g Amino acids	30g (NPC/N= 149)		▲0.6
(Fat% = 20 ) 24.5g Fat	20g (Fat% = 22)		▲4.5
189.7g Glucose	127.2g		▲62.5
1500mL Water	1600mL		▲100
( 85mEq) 5g Salt	3.1g ( 52.5mEq)		▲1.9

④

Assessment	Formulation		Gap
1101.7kcal Total energy	1020 kcal		▲81.7
979.3kcal Non-P energy	816.2 kcal		▲163.1
(NPC/N= 200 ) 30.6g Amino acids	56.2g (NPC/N= 92 )		▲25.6
(Fat% = 20 ) 24.5g Fat	1g (Fat% = 0.9)		▲23.5
189.7g Glucose	201.8g		▲12.1
1500mL Water	1900mL		▲400
( 85mEq) 5g Salt	3.4g ( 57.8mEq)		▲1.6

②

Assessment	Formulation		Gap
1101.7kcal Total energy	1220 kcal		▲118.3
979.3kcal Non-P energy	988 kcal		▲▲3.7
(NPC/N= 200 ) 30.6g Amino acids	59g (NPC/N= 108)		▲▲21.4
(Fat% = 20 ) 24.5g Fat	36g (Fat% = 26.6)		▲▲11.5
189.7g Glucose	163.2g		▲▲26.5
1500mL Water	1700mL		▲▲200
( 85mEq) 5g Salt	5.3g ( 88.7mEq)		▲▲0.3

⑤

Assessment	Formulation		Gap
1101.7kcal Total energy	1220 kcal		▲118.3
979.3kcal Non-P energy	965.6 kcal		▲▲13.7
(NPC/N= 200 ) 30.6g Amino acids	62g (NPC/N= 98)		▲▲21.4
(Fat% = 20 ) 24.5g Fat	22.4g (Fat% = 16.5)		▲▲2.1
189.7g Glucose	191g		▲▲1.3
1500mL Water	1875mL		▲▲375
( 85mEq) 5g Salt	4.3g ( 73.3mEq)		▲▲0.7

③

Assessment	Formulation		Gap
1101.7kcal Total energy	1120 kcal		▲▲18.3
979.3kcal Non-P energy	1000 kcal		▲▲20.7
(NPC/N= 200 ) 30.6g Amino acids	30g (NPC/N= 213)		▲▲0.6
(Fat% = 20 ) 24.5g Fat	20g (Fat% = 16.1)		▲▲4.5
189.7g Glucose	202.4g		▲▲12.7
1500mL Water	1502mL		▲▲2
( 85mEq) 5g Salt	5.9g ( 100mEq)		▲▲0.9

⑥

Assessment	Formulation		Gap
1101.7kcal Total/E	1200 kcal		▲▲98.3
30.6g Protein	48g		▲▲17.4
24.5g Fat	33.6g		▲▲9.1
189.7g Glu	174g		▲▲15.7
1500mL Water	1500mL		0
5g Salt	3.4g		▲▲1.6
(NPC/N=150, Fat%=20)			

Fig. 15

Time-course shifts in the total nutrients needed and the TEE calculated with the NPSS in patient 2.

- ① days 0 - 4 and days 17 - 33: PPN only
- ② days 5 - 16: PPN and food
- ③ days 34 - 39: TPN only      ④ days 44 - 45: PPN and EN
- ⑤ days 46 - 47: PPN and EN      ⑥ days 48 - 64: EN only

EN療法では水分摂取やNa不足を防ぐため食塩を補充する場合があります，これに対応するためにEN処方設計上に専用の入力欄を設け，処方設計に反映できるように工夫した。介入後の栄養指標となる臨床検査値の変化，および栄養投与方法とTEEの経日的変化をFig. 16に示す。何れの臨床検査値においても40日目より改善が認められ，その後の合併症もなく老人保健施設へ転院となった。

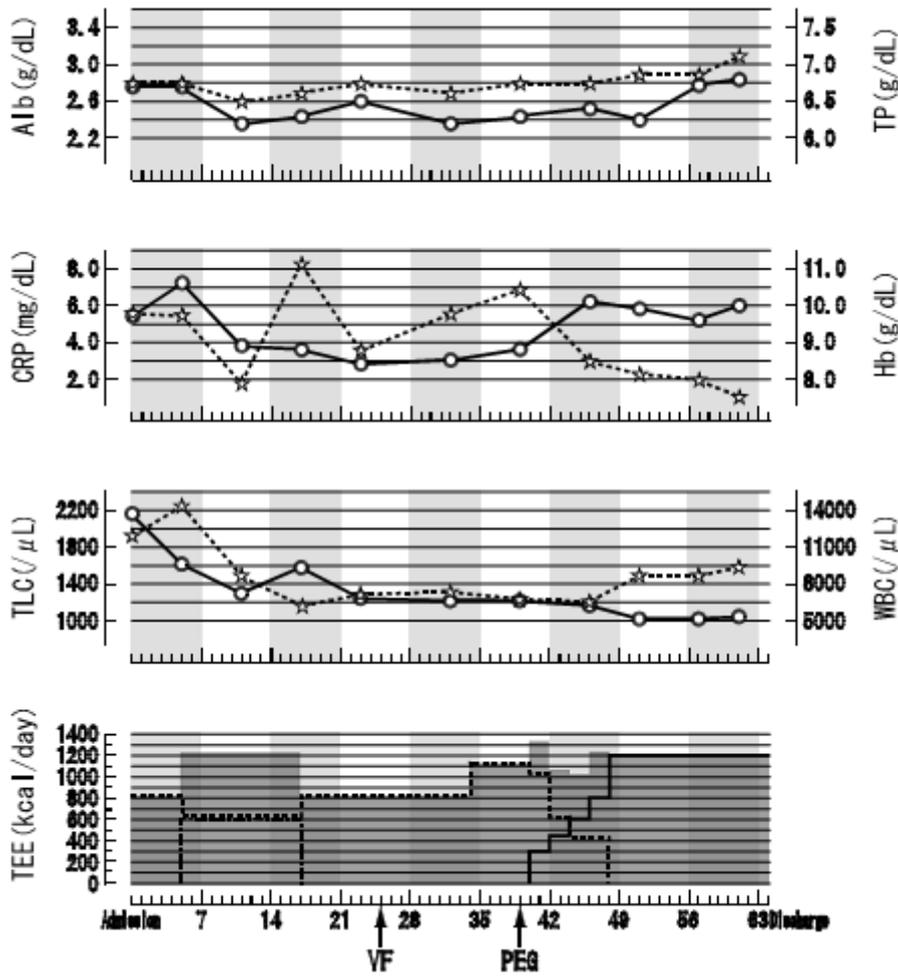


Fig.16 Time-course of changes in several variables after consultation by the NST in patient 2.

Nutritional consultation by the NST was started at admission.

Dotted lines: The stars indicates Alb, CRP, and TLC.

Solid lines: The open circles indicate TP, Hb, and WBC.

The graph in the lowest part shows the day-to-day variations in the infusion route of nutrients and injected total nutrients needed.

: nutrients needed with PN therapy

: nutrients needed with a fluid diet

: nutrients needed with EN solutions

The gray area indicates the total energy administered per day.

VF: videofluoroscopic examination of swallowing

### 3) 考 察

本症例の要点は病態の変化に応じた栄養療法の変更を速やかに決定しなければならぬことである。PN療法からEN療法に移行する場合、従来は医師の指示をPN療法では薬剤師が、EN療法では管理栄養士が個別に係わり、共通の情報を得ることが困難であった。NPSSを用いることにより、病態の推移と栄養管理方法の推移をNSTスタッフがすべて把握することができる。

特にTable 3 で示すように介入40日目から48日目までの間では迅速に投与すべき栄養剤の選択と投与量の設定が必要であり、薬剤師が一連の栄養療法において常に参加することは極めて重要であると考ええる。NPSSの利用によって、過去に報告のないPN療法からEN療法への移行期におけるTEEをリアルタイムに把握可能となり、処方設計の需要に速やかに対応できるものと考ええる。

## 総 括

病院勤務医の負担軽減に向けた医療関係職種の役割分担と連携への評価の一つとして、NSTや呼吸ケアチームなどの多職種からなるチーム医療に対して、2010年度診療報酬改訂ではNST加算が試行的になされた。厚生労働省の「チーム医療の推進に関する検討会」では、チーム医療の実践により医療の効率化や質の向上、安全への寄与が期待できるとして、これをさらに発展させていく方向性を打ち出し、医療スタッフの専門性向上を求めている。新設されたNST加算の背景や概要、施設基準、さらに、今後の薬剤師業務に及ぼす影響について考えてみると、NST加算 200点（週1回）は、7対1入院基本料又は10対1入院基本料を算定している急性期一般病棟において、多職種で編成されたチームで患者の栄養状態改善への取り組みを行った場合の評価として期待されている。算定要件は高いハードルが設定され、対象患者に対する週1回の栄養カンファレンスと回診の開催などが求められる。さらに、チームの体制のみならず、活動内容や質を担保する項目となっている。

一方、チーム医療の質という観点からみると、専任のチームの構成員（いずれか1人は専従）として挙げられる常勤の医師、看護師、薬剤師、管理栄養士に対し、栄養管理に係る所定の研修の終了が求められていることも大きな特徴である。その背景として、栄養管理実施加算（1日あたり12点）が新設された2006年度以降、多くの医療機関でNSTが設置されたが、一部には「形骸化しているところもある」との指摘もある。今回の診療報酬改定ではこれらのチームがただのスキームづくりに終わらないよう、所定の研修や経験といった「医療従事者

の資質」にも目が向けられている。チーム医療による医療の質を向上することが目的であれば、チームに属する個人の資質の向上は欠かせない。このほか、歯科医師、歯科衛生士、臨床検査技師、理学療法士、作業療法士、社会福祉士、言語聴覚士の配置についても言及されている。このことから、今後はより充実したチーム医療が期待されている。

NST加算の対象患者としては、NSTの活動条件に加え、栄養管理実施加算が算定され、かつ、①血中アルブミン値が3.0 g/dL以下であって栄養障害を有すると判定された患者、②経口摂取又は経腸栄養への移行を目的として、現に静脈栄養を実施している患者、③経口栄養への移行を目的として、現に経腸栄養を実施している患者、④NSTが栄養治療により改善が見込めると判断した患者、これらの4項目のうちいずれかに該当する患者について算定可能である。

NST加算は試行的なものであり、次回の診療報酬改訂では必ず再評価されることになる。そのためには、期待される結果を出さなければ今後の診療報酬改訂の際には点数がなくなることも考えられる。反面、結果を出すことができれば慢性期病棟、療養型施設、地域、在宅への拡大も期待される。また、医療費削減に貢献できれば診療報酬の増額も考えられる。

今回、第一部でこれまでにない処方設計・解析に重点を置いた独自の栄養評価システムを構築し、多くの症例に応用して有用性を高め、これまでにない点と比較して以下の結果が得られた。

1. これまであまり行われて来なかった患者個々の栄養評価を一定の基準で容易に行うことを可能とした。
2. 1.の結果に基づいた必要栄養量や必要栄養素量を瞬時に算出可能とした。

3. 2.の結果より患者に施行されている静脈・経腸の両療法を含めた栄養療法が適正に施行されているかを容易に判断可能とした。
4. 3.の結果より入院患者の低栄養を防止できることが期待できると考える。
5. 栄養療法における処方設計が容易かつ短時間で可能となり、医師に最適な栄養療法をリアルタイムに提案できるようになった。
6. 1～6の結果により本システムの利用は個人よ力量によるヒューマンエラーの減少、処方設計時間の短縮が可能となり、モニタリングに費やす時間が増大することで医療へ貢献出来ると考える。

これらの結果より、術後の栄養管理が適切に実行され、栄養療法における医薬品の適正使用の実現に寄与することが期待される。また、EN療法において医薬品扱いのEN剤が登場しない反面、食品扱いのEN剤において病態別に特化した製品が数多く開発されている。この状況下でNPSSの使用は医薬品に限らない食品扱いのEN剤でもDRIs2005に基づいた適正使用に貢献できると考えられる。

以上、本研究は医薬品の適正使用を主眼とし、第一部および第二部の研究を行った結果、薬剤師の業務拡大に繋がる可能性の高い結果を得ることができた。

さらに、医師・薬剤師・看護師・管理栄養士などが連携して互いの専門性を発揮するチーム医療においても本研究は薬剤師の新たな取り組みとして役立つと考える。即ち、第一部での薬剤管理指導業務へのシステムの利用のみならずNSTというチーム医療の中で、薬剤師の重要な役割である処方設計に応用が可能である。次に、第二部での臨床応用でその有用性を示した結果、栄養療法上の特徴に関する情報提供の必要性を医療スタッフに伝えることは、薬剤師の業務

特性を生かした薬剤管理指導業務と栄養療法の連携，つまり，患者・家族・医療者への指導や教育，必要時には在宅や施設に出向く支援，薬の適正使用という従来の薬物療法に留まらず，静脈・経腸・経口栄養の管理を行いながら，薬剤と栄養の双方に関わる活動の実践がチーム医療の中での薬剤師の重要な役割であると考える。

## 引用文献

- 1) Higashiguchi T., Ohyanagi H., Ogoshi S., *Rinsho Geka*, **60**, 565-573 (2005).
- 2) Ohyanagi H., *Jpn. J. Clin. Nutr.*, **106.**, 692-695 (2005)
- 3) Detsky A. S., McLaughlin J. R., Baker J. P., Johnston N., Whittaker S., Mendelson R. A., Jeejeebhoy K. N., *J. Parent. Ent. Nutr.*, **11**, 8-13 (1987).
- 4) Detsky A. S., Baker J. P., Mendelson R. A., Wolman S. L., Wesson D. E., Jeejeebhoy K. N., *J. Parent. Ent. Nutr.*, **8**, 153-159 (1984).
- 5) “Japanese Anthropometric Reference Data 2001 (JARD2001)”, *Jpn. J. Nutr. Assess.*, **19**, suppl. (2002).
- 6) 小山秀夫, 杉山みち子編集, “これからの高齢者の栄養管理サービス-栄養ケアとマネジメント-” 細谷憲政, 松田朗監修, 第一出版, 東京, 1998, pp. 76-78.
- 7) PEN News (Monthly of the parenteral and enteral nutrition), **22(3)**, (2004).
- 8) Miyazawa Y., *Jpn. J. Clin. Nutr.*, **107**, 411-416 (2005).
- 9) Cockcroft D. W., Gault M. H., *Nephron*, **16**, 31-41 (1976).
- 10) Harris J. A., Bebedict F. G., “ Standard basal metabolism constants for physiologists and clinicians : a biometric study of basal matabolism in man.”, JB Lippincott, Philadelphia, 1919, pp. 223.

- 11) “Practical Guidelines for Parenteral and Enteral Nutrition” ed. by Japanese Society for Parenteral and Enteral Nutrition, Nankodo Co., Ltd., Tokyo, 2004, pp. 11.
- 12) Long C.L., Schaffel N., Geiger J. W., Schiller W. R., Blakemore W. S., *J. Parent. Ent. Nutr.*, **3**, 452-456 (1979).
- 13) *J. Jpn. Soc. Parent. Ent. Nutr.*, **22(1)**, intro (2007).
- 14) Higashiguchi T., Yasui M, Bessho S., Futamura A., Yamaguchi M., Iida T., Tanigaki K., Nakagawa S., Imai T., *Jpn. J. Surg. Metabol. and Nutr.*, **34**, 1-8 (2000)
- 15) Higashiguchi T., Goshima H., Shimizu K., Nemoto A., Ikeda G., Yamaguchi Y., Sugihara T., Fukumura S., Kawaguchi M., Higuchi K., Ise K., Ohkawa H., *J. Jpn. Soc. Parent. Ent. Nutr.*, **17**, 7-13 (2002).
- 16) Higashiguchi T., Yasui M., Futamura A., Bessho S., Yamaguchi M., Tanigawa K., Imai T., *J. Jpn. Soc. Parent. Ent. Nutr.*, **14**, 13-17, (1999).
- 17) “National Institute of Health and Nutrition. Dietary reference intakes for Japanese” ed. by Ministry of Health, Labour and Welfare, DAI-ICHI SHUPPAN, Tokyo, 2005.
- 18) Gramlich L., Kichian K., Pinilla J., Rodych NJ., Dhaliwal R., Heyland D. K., *Nutrition*, **20**, 843-848 (2004).
- 19) Bell S. J., Borlase B. C., Swails W., Dascoulias K., Ainsley B., Forse R. A., *J. Am. Diet. Assoc.*, **94**, 414-419 (1994).
- 20) Moore E. E., Jones T. N., *J. Trauma*, **26**, 874-81 (1986).

- 21) Moore F. A., Feliciano D. V., Andrassy R. J., McArdle A. H., Booth F. V., Morgenstein-Wagner T. B., Kellum J. M, Jr., Welling R. E., Moore E. E., *Ann. Surg.*, **216**, 172–183 (1992).
- 22) Kudsk K. A., Croce M. A., Fabian T. C., Minard G., Tolley E. A., Poret H. A., Kuhl M. R., Brown R. O., *Ann. Surg.*, **215**, 503–511 (1992).
- 23) Fong Y. M., Marano M. A., Barber A., He W., Moldawer L. L., Bushman E. D., Coyle S. M., Shires G. T., Lowry S. F., *Ann. Surg.*, **210**, 449–456 (1989).
- 24) Lin M. T., Saito H., Fukushima R., Inaba T., Fukatsu K., Inoue T., Furukawa S., Han I., Muto T., *Ann. Surg.*, **223**, 84–93 (1996).
- 25) National Research Council. In “Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, And Amino Acids (Dietary Reference Intakes)” , The National Academy Press, Washington D.C., 2005, pp. 769.
- 26) Breslow R. A., Hallfrisch J., Guy D. G., Crawley B., Goldberg A. P., *J. Am. Geriatr. Soc.*, **41**, 357–362 (1993).
- 27) Matsuyama W., Mitsuyama H., Watanabe M., Oonakahara K., Higashimoto I., Osame M., Arimura K., *Chest*, **128**, 3817–3827 (2005).
- 28) Aiko S., Yoshizumi Y., Tsuwano S., Shimanouchi M., Sugura Y., Maehara T., *J. Parent. Ent. Nutr.*, **29**, 141–147 (2005).
- 29) Yamamoto M., Saito S., Hashimoto E., Ikeda H., Saito T., *Jpn. J. Nutr. Assess.*, **23**, 486–490 (2006).

- 30) Seaton T. B., Welle S. L., Warenko M. K., Campbell R. G., *Am. J. Clin. Nutr.*, **44**, 630–634 (1986).
- 31) Bach A. C., Frey A., Lutz O., *Clin. Nutr.*, **8**, 223–235 (1989).
- 32) Hayashi N., Yoshihara D., Kashiwabara N., Takeshita Y., Yanai M., Kawanishi G., *Clin. Pharmacol.*, **1**, 297–303 (1991).
- 33) Garnacho-Montero J., Ortiz-Leyba C., Jimenez-Jimenez F. J., Garcia-Garmendia J. L., Jimenez Jimenez L. M., Garnacho-Montero M. C., Barrero-Almodóvar A., *Nutrition*, **18**, 134–138 (2002).
- 34) Braden B. J., Bergstrom N., *Decubitus*, **2**, 44–46 and 50–51 (1989).
- 35) Miyachi Y., “Guideline for prevention and treatment of pressure ulcers”, Shorinsha, Tokyo, 2002, pp.40–43.
- 36) Nakagawa E., Ishikawa M., Yamauchi H., Hanaoka S., Sugai K., *No To Hattatsu*, **25**, 571–573 (1993).
- 37) Ishikawa S., Saito T., Fukagawa A., Higashiyama M., Nakamura T., Kusaka I., Nagasaka S., Honda K., Saito T., *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **86**, 1665–1671 (2001).

## 謝辞

はじめに、本研究を遂行するにあたり終始ご指導、ご鞭撻を賜りました広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医科学専攻 病態薬物治療学講座 治療薬効学研究室 小澤孝一郎教授に慎んで感謝の意を表します。そして、有益なご指導、ご助言を賜りました細井徹講師、吉井美智子助教に深く感謝申し上げます。

また、本論文を査読していただき、貴重なご助言を賜りました広島大学大学院医歯薬学総合研究科 高野幹久教授、太田茂教授、木村康浩准教授に感謝申し上げます。

さらに、共に研究を進め、数々のご協力をいただきました治療薬効学研究室の先輩方、同級生、後輩の皆様に深く感謝致します。そして、4年間の学生生活において、多くの時間を共有し、私を励まし支えてくださった友人、諸先生方に深く感謝申し上げます。

最後になりましたが、大学院博士課程後期での4年間の勉学の機会を与え、支えてくれた家族に改めて心から深く感謝致します。

2011年3月 吉日

広島大学大学院医歯薬学総合研究科 展開医科学専攻  
病態薬物治療学講座 治療薬効学研究室

**増田 修三**