

상용 영양수액 투여 시 적정 비단백열량 질소 비율에 따른 수액 투여량 결정을 위한 도구의 개발

아주대학교 의과대학 외과학교실, ¹마취통증의학교실, 아주대학교 의료원 ²약제팀, ³영양팀, ⁴간호부

홍 정 · 이영주¹ · 송미경² · 은명온² · 김미향³ · 이연희³ · 안연희⁴ · 김지양⁴

Development of a Numeric Table for Determination of the Amount of Nutrient Solution in an Infusion of Nutrient Stock Solution

Jeong Hong, M.D., Young Joo Lee, M.D.¹, Mee Kyung Song, R.Ph.², Myoung On Eun, R.Ph.², Mee Hyang Kim, R.D.³, Youn Hee Lee, R.D.³, Youn Hee Ahn, R.N.⁴, Jee Yang Kim, R.N.⁴

Departments of Surgery, ¹Anesthesiology & Pain Medicine, Ajou University School of Medicine, Departments of ²Pharmaceutical Service, ³Food & Nutrition, ⁴Nursing Service, Ajou University Hospital, Suwon, Korea

Purpose: The purpose of this study was to make a numeric table for easy adjustment of the amount of 5% dextrose solution or 10% fat emulsion solution when added to a 2- or 3-chamber nutrient stock solution.

Methods: Nutrient stock solutions were designated as group A or B according to the non-protein calorie-to-nitrogen ratio (NCR). The NCR of groups A and B was approximately 100 : 1 and 150 : 1, respectively. The weight (g) of protein which is to be administered to the patient was arranged in increasing order from 30~100 g in increments of 2 g. An imaginary NCR was arranged from 110 : 1 to 150 : 1. The difference between the imaginary NCR and the NCR of the nutrient stock solution (A) was multiplied by the grams of protein, which is the equivalent amount of additionally administrable calories. Each calorie value was divided by 3.4 or 1.1 to obtain a volume of 5% dextrose solution or 10% fat emulsion, and arranged in increasing order. All calculations were made with a Microsoft Excel program.

Results: The numeric table was made for 2- and 3-chamber solutions in group A. The numeric table for the 2-chamber solution was set for determination of the volume and infusion rate of a 10% fat emulsion. The numeric table for the 3-chamber solution was for determination of the

volume of a 5% dextrose solution.

Conclusion: This numeric table can be easily used in adjusting the amount of 5% dextrose solution and 10% fat emulsion at the bedside. (KJPEN 2009;2(1):19-23)

Key Words: Nutrient stock solution, Numeric table, Nonprotein calorie to nitrogen ratio

중심 단어: 상용 영양수액, 수치표, 비단백열량대 질소 비율

서 론

경정맥 영양요법에 사용되는 상용 영양수액은 쉽게 사용할 수 있고 안정성과 효용성이 입증되어 그 사용이 점차 증가하고 있다. 그러나 상용 영양수액은 조성과 농도가 고정되어 있으므로 조성과 특성을 모른 채 다른 수액을 투여할 경우 비효율적 영양공급, 열량의 과다 공급에 따른 합병증 발생과 수분, 전해질의 불균형 상태를 초래할 수 있다.

집중치료실 환자에서의 고혈당증과 사망률 증가의 연관성이 알려진 후¹ 중환자에 대한 혈당 조절과 과영양을 피하기 위한 노력이 필요하게 되었다.¹ 집중치료실 환자에서는 안정제, 지혈제, 혈압상승제 등을 5% 포도당 수액에 혼합하여 투여하는 경우가 흔하며 이런 경우 사전에 계산된 열량 외에 추가적으로 투여하게 되어 고혈당증과 영양의 과다 공급 가능성이 크다. 이런 경우 수액 양의 조절이 필요하며 간단하지 않는 계산과정이 필요하다.

이와 같은 상황에서 계산과정을 거치지 않고 쉽고 빠른 시간 안에 수액의 양을 조절할 수 있는 방법이 필요할 것으로 생각하였다. 이에 저자는 상용 영양수액을 비단백 열량대 질소 비율(nonprotein calorie to nitrogen ratio, NCR)을 기준으로 하여 투여 가능한 추가 수액 양을 쉽게 알 수 있는 수치표를 만들고자 하였다.

책임저자 : 홍 정, 경기도 수원시 영통구 원천동 산5
☎ 442-721, 아주대학교 의과대학 외과학교실 소아외과
Tel: 031-219-5203, Fax: 031-219-5755
E-mail: hongj@ajou.ac.kr

접수일 : 2009년 4월 2일, 게재승인일 : 2009년 12월 18일
본 논문의 요지는 2008년 8월 29일 서울에서 개최된 제7회 한국정맥경장영양학회 학술대회에서 구연되었으며, 우수 논문으로 수상받았음.

Table 1. Classification of nutrient stock solution according to difference of NCR and composition

	Name of solution	AA	Dextrose	Lipid	NCR	kcal/ml	Vol. (ml)	
Group A	K2	50 g	250 g	0	118.8 : 1	1.15	1,000	
	N3	71.5 g	180 g	50 g (32%)	102.8 : 1	1.16	1,250	Zn, glutamine
Group B	F2	40 g	250 g		148.4 : 1	1.01	1,103	Zn, vitamin
	N2	48 g	300 g		148.4 : 1	1.33	1,332	glutamine
	M3	51 g	150 g	60 g (43%)	148.8 : 1	0.89	1,540	

AA = amino acid; NCR = nonprotein calorie nitrogen ratio.

대상 및 방법

상용 영양수액 중 중심정맥용 수액을 NCR을 기준으로 하여 적정 NCR의 하한선(100 : 1)에 인접한 수액(A군)과 상한선(150 : 1)에 인접한 수액(B군)으로 나누었다. 본원에서 사용하고 있는 중심정맥용 수액은 6종류이며, 2-chamber 수액 4종류와 3-chamber 수액 2종류가 있다. 그 수액들 중 2-chamber 수액 2가지를 제외하고는 제조회사 및 조성이 각각 다르다(Table 1).

1. A군 수액(NCR이 100 : 1에 가까운 수액)

NCR이 100 : 1에 가까운 2-chamber와 3-chamber 수액을 투여할 경우 열량이 포함된 수액을 목적하는 NCR 수치를 기준으로 정할 수 있으며 최대 150 : 1을 기준으로 계산하여 추가로 투여 가능한 영양 수액 양을 계산하였다. 2-chamber 수액의 경우(K2 수액)는 지방 수액의 추가 투여가 적절할 것으로 생각하여 그 양을 계산하였다. 상기 수액에 추가로 투여할 수 있는 열량은 다음의 계산 공식으로 구하였다.

$$\text{열량} = \{(\text{적정 NCR} - \text{수액의 NCR}) \times (\text{Nitrogen})\}$$

환자에게 필요한 단백질의 양을 30 g에서 100 g까지 순차적으로 Microsoft Excel 프로그램에 입력하여 종열로 나열하였다. 나열한 단백질의 양을 기준으로 하여 NCR=120 : 1, 130 : 1, 140 : 1, 150 : 1을 기준으로 하여 비단백열량을 계산하여 횡렬로 배열한다. 그 후 118.1 : 1로 계산한 비단백열량의 차이를 10% 지방수액의 양으로 환산하여 가로축의 질소량에 맞춰 수치표를 만들었다. 지방수액의 양을 시간당 주사량으로 계산하여 표시하였으며, 전체 칼로리 대비 비율을 계산하여 수치표에서 알 수 있게 하였다(Table 2).

A군 3-chamber 수액의 경우(N3 수액)는 지방수액의 비율로 볼 때 지방 수액을 투여하기보다는 5% 포도당 수액을 투여하는 것이 적절할 것으로 생각한다. 2-chamber 수액의

경우와 같은 방법으로 추가 투여 가능한 열량을 계산한다. 상용 수액의 NCR이 낮은 경우는 낮은 만큼 NCR의 범위 내에서 열량을 계산한 후 5% 포도당 수액을 계산하여 수치표를 계산하였다(Table 3).

2. B군 수액의 경우(NCR이 150 : 1에 근접한 수액)

NCR이 150 : 1에 가까운 수액의 경우 2-chamber (N2, F2 수액), 3-chamber 수액(M3 수액)의 NCR은 각각 148.4 : 1, 148 : 1, 148.8 : 1이다. 이 수액에서의 NCR은 이미 적정 NCR의 상한선인 150 : 1에 가까우므로 추가로 열량을 공급하기 위한 양이 너무 적을 것으로 보이므로 수치표는 계산할 필요가 없을 것으로 생각하였다.

결 과

전술한 기준과 양을 공식에 의해 수치표를 구할 수 있었다(Table 2, 3). 2-chamber 수액(K2 수액, NCR=118.1)을 투여할 때 환자가 필요한 단백질 양을 Table 2에서 찾아 정한 후 NCR이 120 : 1~150 : 1의 범위 내에서 “추가 10% 지방수액”의 양을 찾아 지방 수액의 양을 정할 수 있다. 이때 각각의 지방 열량의 비율은 각각 1%, 9%, 15%, 21%이며, 투여되는 비단백열량을 본 수치표를 통해서 쉽게 알 수 있다. 3-chamber 수액(N3 수액, NCR=102.8 : 1)은 지방성분이 50 g으로 32%의 열량 비율을 가지므로 포도당 수액의 추가 투여가 가능하다. 필요한 단백질 양을 Table 3에서 찾아 정한 후 NCR이 110 : 1~150 : 1의 범위 내에서 추가 투여가 가능한 5% 포도당 수액의 양을 정한다. 이때 각각의 지방 열량의 비율은 각각 38%, 35%, 32%, 30%, 28%이며 투여 가능한 5% 포도당 수액의 투여 속도와 비단백열량을 찾아 볼 수 있다.

고 찰

경정맥 고영양요법이 널리 시행되면서 대량 생산되는 상

Table 2. Numeric table of A-group, 2-chamber solution for determination of additional 10% fat emulsion

K2 solution (2-chamber)				Amount of 10% lipid solution vol. (ml/hr)				NPC			
NCR=118.8 : 1				120 : 1	130 : 1	140 : 1	150 : 1	120 : 1	130 : 1	140 : 1	150 : 1
P (g)	vol. (ml)	ml/hr	kcal	1%	9%	15%	21%	kcal	kcal	kcal	kcal
100	2,000	83	1,900	1	7	13	19	1,920	2,080	2,240	2,400
98	1,960	82	1,862	1	7	13	19	1,882	2,038	2,195	2,352
96	1,920	80	1,824	1	7	12	18	1,843	1,997	2,150	2,304
94	1,880	78	1,786	1	6	12	18	1,805	1,955	2,106	2,256
92	1,840	77	1,748	1	6	12	17	1,766	1,914	2,061	2,208
90	1,800	75	1,710	1	6	12	17	1,728	1,872	2,016	2,160
88	1,760	73	1,672	1	6	11	17	1,690	1,830	1,971	2,112
86	1,720	72	1,634	1	6	11	16	1,651	1,789	1,926	2,064
84	1,680	70	1,596	1	6	11	16	1,613	1,747	1,882	2,016
82	1,640	68	1,558	1	6	11	16	1,574	1,706	1,837	1,968
80	1,600	67	1,520	1	5	10	15	1,536	1,664	1,792	1,920
78	1,560	65	1,482	1	5	10	15	1,498	1,622	1,747	1,872
76	1,520	63	1,444	1	5	10	14	1,459	1,581	1,702	1,824
74	1,480	62	1,406	1	5	10	14	1,421	1,539	1,658	1,776
72	1,440	60	1,368	1	5	9	14	1,382	1,498	1,613	1,728
70	1,400	58	1,330	1	5	9	13	1,344	1,456	1,568	1,680
68	1,360	57	1,292	1	5	9	13	1,306	1,414	1,523	1,632
66	1,320	55	1,254	1	5	9	13	1,267	1,373	1,478	1,584
64	1,280	53	1,216	0	4	8	12	1,229	1,331	1,434	1,536
62	1,240	52	1,178	0	4	8	12	1,190	1,290	1,389	1,488
60	1,200	50	1,140	0	4	8	11	1,152	1,248	1,344	1,440
58	1,160	48	1,102	0	4	7	11	1,114	1,206	1,299	1,392
56	1,120	47	1,064	0	4	7	11	1,075	1,165	1,254	1,344
54	1,080	45	1,026	0	4	7	10	1,037	1,123	1,210	1,296
52	1,040	43	988	0	4	7	10	998	1,082	1,165	1,248
50	1,000	42	950	0	3	6	9	960	1,040	1,120	1,200
48	960	40	912	0	3	6	9	922	998	1,075	1,152
46	920	38	874	0	3	6	9	883	957	1,030	1,104
44	880	37	836	0	3	6	8	845	915	986	1,056
42	840	35	798	0	3	5	8	806	874	941	1,008
40	800	33	760	0	3	5	8	768	832	896	960
38	760	32	722	0	3	5	7	730	790	851	912
36	720	30	684	0	2	5	7	691	749	806	864
34	680	28	646	0	2	4	6	653	707	762	816
32	640	27	608	0	2	4	6	614	666	717	768
30	600	25	570	0	2	4	6	576	624	672	720

NCR = nonprotein calorie nitrogen ratio; NPC = nonprotein calorie; P = protein.

용 영양수액이 보편화되고 있다. 과거에는 필요한 영양소와 수액, 전해질을 각각 처방하여 계산 후 투여하는 방법이 보편적이었다. 그러나 영양수액을 산출하는 계산과정이 복잡하고, 조제 후 수액을 환자에게 투여하기까지의 경로와 무균보관이 단순하지 않은 문제가 있었다. 이런 문제점을 해결하기 위해 각 병원 내에 통일된 약속처방을 정해 놓았으며, TNA (total nutrient mixture)를 시도하여 그 안정성이 입증된 후 TNA를 이용한 상용수액의 사용이 증가하고 있다. TNA 방법

이 이렇게 보급된 이유는 중심정맥의 오염을 줄일 수 있고, 수액이 고농도여서 세균 증식이 어렵고 지방수액을 연속적으로 투여할 수 있는 장점이 있기 때문이었다.²

상용 영양수액은 중심정맥용과 말초정맥용이 있으며, 각각 2-chamber 수액(탄수화물, 아미노산 수액의 혼합)과 3-chamber 수액(탄수화물, 아미노산, 지방수액의 혼합)의 2종류로 나뉜다. 제조 회사에 따라 영양소의 농도와 수액량이 틀리며, 특히 지방수액의 원료, 단백질 수액의 아미노산

Table 3. Numeric table of A-group, 3-chamber solution for determination of 5% dextrose solution

N3 solution (3 chamber)				110 : 1		120 : 1		130 : 1		140 : 1		150 : 1	
NCR=102.8 : 1				lipid (38%)		lipid (35%)		lipid (32%)		lipid (30%)		lipid (28%)	
P (g)	vol. (ml)	ml/hr	kcal	ml/hr	NPC	ml/hr	NPC	ml/hr	NPC	ml/hr	NPC	ml/hr	NPC
100	1,748	73	1,621	30	1,760	66	1,920	101	2,080	136	2,240	171	2,400
98	1,713	71	1,589	30	1,725	64	1,882	99	2,038	133	2,195	167	2,352
96	1,678	70	1,556	29	1,690	63	1,843	97	1,997	130	2,150	164	2,304
94	1,643	68	1,524	29	1,654	62	1,805	95	1,955	128	2,106	161	2,256
92	1,608	67	1,491	28	1,619	60	1,766	93	1,914	125	2,061	157	2,208
90	1,573	66	1,459	27	1,584	59	1,728	91	1,872	122	2,016	154	2,160
88	1,538	64	1,426	27	1,549	58	1,690	89	1,830	119	1,971	150	2,112
86	1,503	63	1,394	26	1,514	56	1,651	87	1,789	117	1,926	147	2,064
84	1,469	61	1,362	26	1,478	55	1,613	85	1,747	114	1,882	144	2,016
82	1,434	60	1,329	25	1,443	54	1,574	83	1,706	111	1,837	140	1,968
80	1,399	58	1,297	24	1,408	52	1,536	81	1,664	109	1,792	137	1,920
78	1,364	57	1,264	24	1,373	51	1,498	79	1,622	106	1,747	133	1,872
76	1,329	55	1,232	23	1,338	50	1,459	77	1,581	103	1,702	130	1,824
74	1,294	54	1,200	23	1,302	49	1,421	74	1,539	100	1,658	126	1,776
72	1,259	52	1,167	22	1,267	47	1,382	72	1,498	98	1,613	123	1,728
70	1,224	51	1,135	21	1,232	46	1,344	70	1,456	95	1,568	120	1,680
68	1,189	50	1,102	21	1,197	45	1,306	68	1,414	92	1,523	116	1,632
66	1,154	48	1,070	20	1,162	43	1,267	66	1,373	90	1,478	113	1,584
64	1,119	47	1,037	20	1,126	42	1,229	64	1,331	87	1,434	109	1,536
62	1,084	45	1,005	19	1,091	41	1,190	62	1,290	84	1,389	106	1,488
60	1,049	44	973	18	1,056	39	1,152	60	1,248	81	1,344	103	1,440
58	1,014	42	940	18	1,021	38	1,114	58	1,206	79	1,299	99	1,392
56	979	41	908	17	986	37	1,075	56	1,165	76	1,254	96	1,344
54	944	39	875	16	950	35	1,037	54	1,123	73	1,210	92	1,296
52	909	38	843	16	915	34	998	52	1,082	71	1,165	89	1,248
50	874	36	810	15	880	33	960	50	1,040	68	1,120	85	1,200
48	839	35	778	15	845	31	922	48	998	65	1,075	82	1,152
46	804	34	746	14	810	30	883	46	957	62	1,030	79	1,104
44	769	32	713	13	774	29	845	44	915	60	986	75	1,056
42	734	31	681	13	739	28	806	42	874	57	941	72	1,008
40	699	29	648	12	704	26	768	40	832	54	896	68	960
38	664	28	616	12	669	25	730	38	790	52	851	65	912
36	629	26	584	11	634	24	691	36	749	49	806	62	864
34	594	25	551	10	598	22	653	34	707	46	762	58	816
32	559	23	519	10	563	21	614	32	666	43	717	55	768
30	524	22	486	9	528	20	576	30	624	41	672	51	720

NCR = nonprotein calorie nitrogen ratio; NPC = nonprotein calorie; P = protein.

조성이 다르다. 따라서 상용 수액을 처방하기 전에 각 수액의 조성과의 차이점을 정확히 알고 있어야 한다. 수액 간의 차이점 비교 시 다양한 수치를 이용할 수 있으며 NCR은 그 중의 하나이다.

NCR은 비단백열량과 질소 1 g의 비율로서 단백질 합성 시 질소 1 g에 필요한 비단백질 열량의 비율을 의미한다. 질소평형 상태인 정상인에서의 비율은 약 350 : 1로 알려져 있으며, 외과적 스트레스를 받는 중증의 경우 100 : 1~200 :

1의 범위를 나타낸다.³ 따라서 영양 요법을 시도할 때 효율적인 단백질 합성을 위해서는 이 범위 내의 투여가 추천된다.

정맥 영양요법 중 상용 수액 외에 영양 수액을 추가 투여해야 하는 경우가 있으며, 이런 경우 과다 열량 공급과 조성의 변화에 따른 영향에 유의해야 한다. 2-chamber 수액은 탄수화물, 아미노산 수액으로 구성되므로 적정 범위 내의 지방 수액 투여를 하게 되면 열량의 과다 투여는 문제되지 않는다. 그러나 3-chamber 수액은 이미 탄수화물, 지방,

아미노산이 혼합된 상태이므로 열량이 포함된 수액을 추가로 투여할 때 조성비율의 변화와 열량의 과다 투여에 의한 영향을 고려해야 한다. 특히 집중치료실 내 환자의 경우와 같이 혈압상승제, 진통제, 안정제, 지혈제 등을 5% 포도당 수액에 각각 혼합하여 투여하는 경우 열량의 과다투여가 문제될 가능성이 높다. 이와 같은 약제들을 1 L의 5% 포도당 수액에 혼합하여 투여할 경우 170 kcal의 열량이 추가 투여되며, 투여할 약제의 종류가 많을수록 수액량, 열량이 과다하게 될 수 있어 수액과 전해질 불균형 상태와 영양의 과다공급에 주의해야 한다.

열량이 과다 공급될 경우 다양한 합병증이 발생할 수 있으며 고혈당증, 간질환과 호흡기능 부전을 들 수 있다.^{4,6} 고혈당증은 수액의 일시적 과다 투여로도 쉽게 발생할 수 있으므로 지속적인 관리가 중요하다. 고혈당증은 백혈구의 식균작용을 감소시켜 면역기능 저하를 유발하는 것이 관찰되었다. 또한 포도당을 과다 투여할 경우 이산화탄소의 발생 증가로 호흡지수가 증가하여 폐기능이 저하되어 있는 경우 호흡기능을 더욱 저하시킬 수 있다. 집중치료실 환자에서 혈당을 80~110 mg/dl로 유지할 경우 사망률이 감소되는 것이 관찰되어 혈당을 철저히 조절하는 것이 필요함을 보여줬다.¹

열량의 과다투여를 방지하기 위해서는 정확한 영양 평가를 통한 적정열량의 계산이 중요하며, 각 영양소의 투여량과 NCR 등을 기준으로 한 상호 비율을 고려해야 한다. 적절한 NCR인 100~150 : 1을 기준으로 놓고 볼 때 B군 수액(2-chamber 혹은 3-chamber 수액)의 경우는 소량의 열량 추가 공급만으로도 150 : 1을 쉽게 초과하므로 추가적인 열량 투여는 피하는 게 좋을 것으로 생각한다. 따라서 NCR이 150 : 1에 가까운 상용수액은 영양요법을 시작한 후 영양 수액 처방에 조성의 큰 변화가 요구되지 않는 환자들에서 선택하는 것이 좋을 것으로 생각한다. A군 수액의 경우 NCR의 상한선인 150 : 1에 맞춰질 때까지 비단백열량을 포함한 수액을 추가로 투여할 수 있다. 즉 NCR이 100 : 1에 근접한 2-chamber 상용수액의 경우는 지방수액을 추가로 투여할 수 있다. NCR이 100 : 1에 근접한 3-chamber 수액은 비단백열량을 포함한 영양수액을 추가적으로 투여할 수는 있으나 삼대 영양수액의 양이 이미 결정된 상태이므로 추가투여를

할 경우 투여량의 계산이 복잡하며, 이로 인한 오류의 위험이 높다. 따라서 NCR이 100 : 1에 근접한 2-chamber 수액에서 지방수액을 추가로 투여할 때와 100 : 1에 근접한 3-chamber 수액에 다른 약제가 혼합된 5% 포도당 수액을 투여할 경우가 투여할 수액의 양을 알기 위해 계산이 많이 필요한 경우로 생각한다. 이때 필요한 계산 과정을 미리 계산된 수치표를 만들어서 간단히 대조하면 계산의 오류 없이 현장에서 바로 투여량을 조절할 수 있을 것으로 생각한다.

저자들은 영양집중치료팀의 활동이 활성화되면서 다양한 상용 영양수액의 사용이 점차 증가하여 환자에게 투여 시 쉽게 이용할 수 있는 방법을 고안하고자 하였다. 상용 수액의 비교지표는 NCR을 기준으로 하였으며 환자의 단백질 필요량, 수액의 단백질량, 열량, 수액량을 가상으로 계산하여 수치표를 만들었다. 이와 같은 수치표는 사용하는 수액의 종류에 따라 다양하게 만들 수 있으며 사용하고자는 지방수액과 5% 포도당 수액의 추가 여부를 쉽게 침상 옆에서 쉽게 이용할 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest C, Bruyninckx F, Schetz M, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001;345(19):1359-67.
2. Tawa NE, Fischer JE. Metabolism in surgical patients. In: Townsend Jr CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox K eds. *Textbook of surgery*. 18th ed. Philadelphia:Saunders;2008:143-90.
3. Wilmore DW. *The metabolic management of the critically ill*. New York:Plenum Medical;1980.
4. Klein S, Nealon WH. Hepatobiliary abnormalities associated with total parenteral nutrition. *Semin Liver Dis* 1988;8(3):237-46.
5. Weissman C, Hyman AL. Nutrition care of the critically ill patient with respiratory failure. *Crit Care Clin* 1987;3(1):185-203.
6. Wolfe RR, O'Donnell TF Jr, Stone MD, Richmond DA, Burke JF. Investigation of factors determining the optimal glucose infusion rate in total parenteral nutrition. *Metabolism* 1980; 29(9):892-900.