

당뇨발 궤양을 가진 환자에서의 창상치유인자에 대한 조사

구자혜 · 한승규 · 장 현 · 이병일 · 김우경

고려대학교 의과대학 성형외과학교실

A Study on Wound Healing Factors in Diabetic Foot Ulcer Patients

Ja Hea Gu, M.D., Seung-Kyu Han, M.D.,
Hyun Chang, M.D., Byoung Il Lee, M.D., Woo Kyung Kim, M.D.

Department of Plastic Surgery, Korea University College of
Medicine, Seoul, Korea

Purpose: Diabetic foot ulcer is a representative disease of chronic wound with multiple defects of wound healing factors. Many nutrition factors have been known to be essential for wound healing, but objective data are lacking. The purpose of this study is to determine those factors essential for wound healing, and to find out which of those factors are lacking in diabetic foot ulcer patients through this pilot study.

Methods: We studied 100 patients who visited our clinic from March 2005 to February 2006 for treatment of diabetic foot ulcers with a duration of more than 6 weeks. We checked serum levels of protein, albumin, vitamin A, C, E, iron, magnesium, zinc, copper and hemoglobin by drawing 23 cc blood after 8 hours of fasting. Protein, albumin, iron, magnesium levels were measured by colorimetry; hemoglobin levels were measured by auto analysis. Vitamin levels were measured by high performance liquid chromatography (HPLC), copper and zinc levels were measured by Inductively coupled plasma (ICP). They were compared with normal values. The patients were divided by transcutaneous oxygen pressure levels, age and sex to study the effects of these parameters.

Results: 76% and 61% of patients had within-normal range serum protein and albumin levels, respectively. Among vitamins, only the level of vitamin C was low in 55% of the patients. Levels of vitamin A, E were normal or high in 93% and 100% of patients. As for trace elements, levels of iron and zinc were low in 63% and

60% of patients, but levels of magnesium and copper were usually normal or high. Levels of vitamin C, iron and zinc were lower in the low-transcutaneous oxygen pressure group. There were no definite differences according to age and sex.

Conclusion: Serum levels of Hb, vitamin C, iron, zinc were low in most diabetic foot ulcer patients. The deficit was very severe in the low-transcutaneous oxygen pressure group.

Key Word: Diabetic foot, Wound healing

I. 서 론

창상치유는 여러 인자들의 조화로운 조합으로 이루어지게 되며 필수 인자들 중의 하나 이상이 결핍되게 되면 만성 창상으로 진행되어 치유가 잘 되지 않게 된다.¹ 만성 창상의 대표적인 질환인 당뇨발은 상처치유의 치료도 중요하지만 당뇨 및 고령과 관련하여 창상치유에 필수적인 인자들의 부족이 동반되므로 이들 전신 요인의 개선도 중요시되고 있다. 단백질, 비타민, 미량원소 등의 여러 인자들이 창상치유에 직접적으로 관여하는 것으로 오래 전부터 알려져 왔으나 실제 환자에서 이러한 인자들이 창상치유에 미치는 영향에 대한 정확한 자료는 없는 실정이다.

비타민이나 미량 원소 인자의 경우에는 현실적으로 혈중 농도를 측정하기가 어려워 이에 대한 평가가 거의 없는데도 불구하고 빠른 창상치유를 유도하고자 영양제나 종합비타민제 등을 정확한 데이터에 근거하지 않은 채 투여하기도 한다. 그러나 당뇨 환자의 경우에는 당뇨질환이 영양소의 대사과정을 변화시키거나 미량원소의 운송에 영향을 주어 영양소의 공급이 더 중요하다. 반대로 어떤 경우는 인자의 과잉이 문제될 수도 있다.

그러므로 본 교실에서는 창상치유가 정상적으로 이루어지지 않는 우리나라의 당뇨 환자에서 결핍된 창상치유 인자를 알고자 하였다. 실제 여러 인자들의 결핍비율을 밝혀냄으로써 우리나라 당뇨발 환자들의 창상치유에 중요한 인자가 무엇인지를 알아보고 치료에도 적용할 수 있으며 나아가서는 이들 환자들의 창상치유에 있어 중요한 요소 및 창상치유 기전을 연구하는데도 기초자료가 될 수 있을

Received March 17, 2007

Revised June 29, 2007

Address Correspondence: Seung-Kyu Han, M.D., Department of Plastic Surgery, Korea University Guro Hospital, 97 Guro-dong, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea. Tel: (02)2626-3333 / Fax: (02) 868-6698 / E-mail: pshan@kumc.or.kr

* 본 논문은 2006년 제 61차 대한성형외과학회 학술대회에서 구연 발표되었음.

것으로 판단된다.

II. 재료 및 방법

2005년 3월부터 2006년 2월까지 1년간 당뇨발 궤양을 주소로 본원 성형외과로 내원한 환자들 중 당뇨진단 후 5년 이상 경과하였고, 궤양발생 후 6주 이상 치유되지 않고 있는 환자 100명을 대상으로 하였다. 환자들은 8시간의 금식 후 총 23cc의 혈액을 채취하여 필수 창상치유인자로 알려진 총 단백질, 알부민, 비타민 A, C, E, 철분, 아연, 마그네슘, 구리와 혈색소 등 총 10항목의 혈중농도를 측정하였다. 이 중 단백질, 알부민, 철분, 마그네슘 총 3cc의 혈액으로 비색법(colorimetry)으로 측정하였으며 혈색소는 3cc를 채취하여 자동분석법으로 측정하였다. 비타민은 각 5cc 채취하여 고성능 액체 크로마토 그래피법(HPLC)으로 측정하였으며 구리와 아연은 각 1cc씩 채취하여 유도결합플라즈마 분광법(ICP)으로 측정하였다.

환자의 나이는 27세에서 78세로 평균 65세였으며 남자 58명, 여자 42명이었다. 궤양 부는 발가락이 56%로 가장 높았으며 발꿈치(14%), 발바닥(9%), 발등(9%), 종아리(6%), 복사뼈(6%) 순이었으며 10% 환자에서 2범위 이상에서 궤양을 보였다. 궤양의 크기는 1.6-48 cm² (평균 8.3 cm²)였다. 경피산소분압(Transcutaneous oxygen pressure, 이하 TcpO₂)은 혈액검사를 시행한 당일 시행하였다.

검사결과는 건강한 성인에서 같은 검사방법을 이용하여 나타난 수치의 분포도에서 2.5-97.5%를 정상수치로 규정하고 이를 환자군 간의 각 혈액검사 수치를 비교하였다. 혈색소의 경우에만 성별 및 65세 이상에서 정상 수치가 달

랐고 다른 항목은 성별이나 연령에 관계없이 같았다. 또한 중증도에 따른 영양 결핍상태를 확인하기 위해 경피산소분압 40 mmHg을 기준으로 2군으로 나누어 각군간의 차이를 비교하였다. 50세 이하, 50세에서 60세, 60세에서 70세, 70세 이상으로 4개의 군으로 분류하고 남자와 여자로도 환자 군을 나누어 이들에 대한 차이도 비교하였다.

III. 결 과

혈색소는 87%의 환자에서 저하되어 있었다. 단백질과 알부민은 각각 24%와 39%에서 저하되어 있었고 나머지 환자에서는 정상범위에 포함되었다.

비타민 군중에서는 비타민 C만 55%에서 낮았으며, 비타민 A는 54%에서 정상범위의 농도를 보였고 7%에서 저하되어 있었으며 39%에서는 오히려 정상수치보다 높았다. 비타민 E의 경우 α, β, γ의 분획에 상관없이 정상이거나 오히려 높은 수치를 보였으며 정상범위보다 낮은 경우는 없었다.

미량 원소 중 철분은 63%에서 낮았으며 아연도 60%에서 낮았다. 구리는 59%의 환자에서 정상범위에 있었으나 34%에서는 정상범위보다 오히려 높았으며 낮은 수치를 보이는 환자 군은 7%에 불과했다. 마그네슘은 95%의 환자군에서 정상범위에 있었다(Table I).

경피산소분압은 61명의 환자에서 40 mmHg 이상이었으며 39명에서 40 mmHg 이하였으며 이에 따른 차이를 보면 비타민C, 철분, 아연의 결핍은 TcpO₂가 낮은 군에서 높은 군 보다 부족한 환자의 비율이 절대적으로 많았다(Table II-IV). 나이나 성별에 따라서는 이들 요소의 결과가 큰 차이를 보이지 않았다(Table V-X).

Table I. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Wound Healing Factors

	High	Normal	Low	Total No. of case(%)
Hemoglobin	0(0)	13(13)	87(87)	100(100)
Protein	0(0)	76(76)	24(24)	100(100)
Albumin	0(0)	61(61)	39(39)	100(100)
Vitamin A	39(39)	54(54)	7(7)	100(100)
Vitamin C	0(0)	45(45)	55(55)	100(100)
Vitamin E (α)	0(0)	100(100)	0(0)	100(100)
(β)	57(57)	43(43)	0(0)	100(100)
(γ)	100(100)	0(0)	0(0)	100(100)
Fe	0(0)	37(37)	63(63)	100(100)
Mg	5(5)	95(95)	0(0)	100(100)
Zn	4(4)	36(36)	60(60)	100(100)
Cu	34(34)	59(59)	7(7)	100(100)

Table II. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Hemoglobin, Protein and Albumin. Patient Groups were Divided According to TcpO₂ Levels.

	TcpO ₂ (mmHg)	High	Normal	Low	Total No. of case(%)
Hemoglobin	> 40	0(0)	7(11)	54(89)	61(100)
	< 40	0(0)	6(15)	33(85)	39(100)
Protein	> 40	0(0)	46(75)	15(25)	61(100)
	< 40	0(0)	30(77)	9(23)	39(100)
Albumin	> 40	0(0)	41(67)	20(33)	61(100)
	< 40	0(0)	20(51)	19(49)	39(100)

Table III. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Vitamins. Patient Groups were Divided According to TcpO₂ Levels.

	TcpO ₂ (mmHg)	High	Normal	Low	Total No. of case(%)
Vitamin A	> 40	24(39)	33(54)	4(7)	61(100)
	< 40	15(38)	21(54)	3(8)	39(100)
Vitamin C	> 40	0(0)	43(70)	18(30)	61(100)
	< 40	0(0)	2(5)	37(95)	39(100)
Vitamin E α	> 40	0(0)	61(100)	0(0)	61(100)
	< 40	0(0)	39(100)	0(0)	39(100)
β	> 40	31(51)	30(49)	0(0)	61(100)
	< 40	26(67)	13(33)	0(0)	39(100)
γ	> 40	61(100)	0(0)	0(0)	61(100)
	< 40	39(100)	0(0)	0(0)	39(100)

Table IV.d Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Trace Elements. Patient Groups were Divided According to TcpO₂ Levels.

	TcpO ₂ (mmHg)	High	Normal	Low	Total No. of case(%)
Fe	> 40	0(0)	30(49)	31(51)	61(100)
	< 40	0(0)	7(18)	32(82)	39(100)
Mg	> 40	3(5)	58(95)	0(0)	61(100)
	< 40	2(5)	37(95)	0(0)	39(100)
Zn	> 40	2(3)	29(48)	30(49)	61(100)
	< 40	2(5)	7(18)	30(77)	39(100)
Cu	> 40	17(28)	39(64)	5(8)	61(100)
	< 40	17(44)	20(51)	2(5)	39(100)

Table V. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Hemoglobin, Protein and Albumin. Patient Groups were Divided According to Age

	Age	High	Normal	Low	Total No. of case (%)
Hemoglobin	< 50	0(0)	4(18)	18(82)	22(100)
	50 - 60	0(0)	0(0)	18(100)	18(100)
	60 - 70	0(0)	5(23)	17(77)	22(100)
	> 70	0(0)	4(11)	34(89)	38(100)
Protein	< 50	0(0)	11(50)	11(50)	22(100)
	50 - 60	0(0)	18(100)	0(0)	18(100)
	60 - 70	0(0)	9(41)	13(59)	22(100)
	> 70	0(0)	38(100)	0(0)	38(100)
Albumin	< 50	0(0)	14(64)	8(36)	22(100)
	50 - 60	0(0)	8(44)	10(56)	18(100)
	60 - 70	0(0)	12(55)	10(45)	22(100)
	> 70	0(0)	27(71)	11(29)	38(100)

Table VI. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Vitamins. Patient Groups were Divided According to Age.

	Age	High	Normal	Low	Total No. of case (%)
Vitamin A	< 50	8(36)	14(64)	0(0)	22(100)
	50 - 60	8(44)	5(28)	5(28)	18(100)
	60 - 70	20(91)	0(0)	2(9)	22(100)
	> 70	3(8)	35(92)	0(0)	38(100)
Vitamin C	< 50	0(0)	12(55)	10(45)	22(100)
	50 - 60	0(0)	8(44)	10(56)	18(100)
	60 - 70	0(0)	8(36)	14(64)	22(100)
	> 70	0(0)	17(45)	21(55)	38(100)
Vitamin E α	1 < 50	0(0)	22(100)	0(0)	22(100)
	50 - 60	0(0)	18(100)	0(0)	18(100)
	60 - 70	0(0)	22(100)	0(0)	22(100)
	> 70	0(0)	38(100)	0(0)	38(100)
β	< 50	14(64)	8(36)	0(0)	22(100)
	50 - 60	7(39)	11(61)	0(0)	18(100)
	60 - 70	7(32)	15(68)	0(0)	22(100)
	> 70	29(74)	20(26)	0(0)	38(100)
γ	< 50	22(100)	0(0)	0(0)	22(100)
	50 - 60	18(100)	0(0)	0(0)	18(100)
	60 - 70	22(100)	0(0)	0(0)	22(100)
	> 70	38(100)	0(0)	0(0)	38(100)

Table VII. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Trace Elements. Patient Groups were Divided According to Age

	Age	High	Normal	Low	Total No. of case (%)
Fe	< 50	0(0)	8(36)	14(64)	22(100)
	50 - 60	0(0)	7(39)	11(61)	18(100)
	60 - 70	0(0)	0(0)	22(100)	22(100)
	> 70	0(0)	22(58)	16(42)	38(100)
Mg	< 50	0(0)	22(100)	0(0)	22(100)
	50 - 60	2(11)	16(89)	0(0)	18(100)
	60 - 70	3(14)	19(86)	0(0)	22(100)
	> 70	0(0)	38(100)	0(0)	38(100)
-Zn	< 50	0(0)	14(64)	8(36)	22(100)
	50 - 60	2(11)	5(28)	11(61)	18(100)
	60 - 70	0(0)	1(5)	21(95)	22(100)
	> 70	2(5)	16(42)	20(53)	38(100)
Cu	< 50	5(23)	17(77)	0(0)	22(100)
	50 - 60	11(61)	7(39)	0(0)	18(100)
	60 - 70	10(45)	8(36)	4(19)	22(100)
	> 70	8(21)	27(71)	3(8)	38(100)

Table VIII. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Hemoglobin, Protein, Albumin. Patient Groups were Divided According to Sex

	Sex	High	Normal	Low	Total No. of case (%)
Hemoglobin	F	0(0)	4(10)	38(90)	42(100)
	M	0(0)	9(16)	49(84)	58(100)
Protein	F	0(0)	34(81)	8(9)	42(100)
	M	0(0)	42(72)	16(28)	58(100)
Albumin	F	0(0)	26(62)	16(38)	42(100)
	M	0(0)	35(60)	23(40)	58(100)

IV. 고 찰

당뇨발은 당뇨병의 5대 합병증의 하나이며 최근 발생빈도가 증가하는 합병증으로 국내에서는 매년 당뇨 환자의 2.9%에서 발병하는 것으로 조사되었다. 당뇨발은 말초신경변증과 혈관장애가 있는 환자에서 혈당조절 실패 등 전신적 요소나 외상 등으로 시작되어 여러 창상치유 인자들의 결핍으로 만성창상으로 진행된다. 또한 당뇨발의 창상

부를 절단하거나 국소피판, 봉합 등의 수술적 치료를 행한 뒤에도 69%의 환자에서 창상치유의 지연이나 봉합부가 벌어지는 등의 합병이 생긴 것으로 보고된 바가 있어 수술 후에 좀 더 엄격한 관리가 필요할 것으로 보인다.²

창상치유의 여러 인자 중 영양소, 비타민, 미량 원소의 공급은 교정방식이 어렵지 않아 환자의 순응도를 높일 수 있으며 창상치유 외에도 전신 상태의 교정 등 부가로 얻을 수 있는 이점도 있어 치료 시 반드시 동반되어야 한다.

Table IX. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Vitamins. Patient Groups were Divided According to Sex.

	Sex	High	Normal	Low	Total No. of case (%)
Vitamin A	F	10(24)	29(69)	3(7)	42(100)
	M	29(50)	25(43)	4(7)	58(100)
Vitamin C	F	0(0)	26(62)	16(38)	42(100)
	M	0(0)	19(33)	39(67)	58(100)
Vitamin E α	F	0(0)	42(100)	0(0)	42(100)
	M	0(0)	58(100)	0(0)	58(100)
β	F	24(57)	18(43)	0(0)	42(100)
	M	33(57)	25(43)	0(0)	58(100)
γ	F	42(100)	0(0)	0(0)	42(100)
	M	58(100)	0(0)	0(0)	58(100)

Table X. Number of Patients with High, Normal and Low Levels of Trace Elements. Patient Groups were Divided According to Age

	Sex	High	Normal	Low	Total No. of case (%)
Fe	F	0(0)	18(43)	24(57)	42(100)
	M	0(0)	19(33)	39(67)	58(100)
Mg	F	0(0)	42(100)	0(0)	42(100)
	M	5(9)	53(91)	0(0)	58(100)
Zn	F	2(4)	20(48)	20(48)	42(100)
	M	2(3)	16(28)	40(27)	58(100)
Cu	F	15(36)	24(57)	3(7)	42(100)
	M	19(33)	35(60)	4(7)	58(100)

단백질은 여러 연구에서 수술 후나 질병에 걸렸을 때 결핍되기 쉬운 인자로 알려져 있으며 이의 결핍은 아교질(Collagen) 합성이나 저장, 면역력, 피부 장력의 감소를 가져와 상처를 더디게 낫게 하며 당뇨 환자의 경우 신장 등의 문제로 소변으로 인한 단백질의 소실이 높아지기도 한다.³ 단백질의 중요한 저장형태인 알부민은 혈액 내 측정이 용이하며 저알부민증(hypoalbuminemia)의 경우 조직의 부종을 일으켜 확산에 의한 산소의 운반을 저해하므로 당뇨발과 같은 말초부위의 상처에는 매우 중요한 역할을 하게 된다.

비타민 A, C, E 등도 창상치유에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 왔다. 비타민 A, C는 주로 아교질 합성이나

면역반응에 관여를 하여 창상치유를 돕는 것으로 알려져 왔으며 비타민 E는 항염증이나 항산화 반응이 있는데 비해 아교질 합성의 저하를 가져와 아직까지 창상치유에 도움이 되는지 여부는 불확실하다.

아연, 철분, 마그네슘, 구리 등의 미량 원소도 창상치유에 관여를 하는데, 특히 아연은 세포성장이나 복제, 여러 효소반응 등에 관여하고 철분 역시 DNA 복제의 보조인자 역할을 하고 산소 운반을 유도하는 등 중요한 역할을 하고 있다. 구리와 마그네슘도 혈관신생을 자극하는 등 창상치유에 영향을 주고 있다.³

그러나 실제 이러한 창상치유인자가 실제 임상 환자 특히 당뇨 환자에서 결핍되어 있는지 등에 대한 연구는 없었

다. 이번 연구결과 이와 같이 기존에 필수적인 창상치유인자로 알려졌던 것과는 달리 우리나라 당뇨병 환자의 경우는 결핍된 인자의 종류에 차이가 있음을 알 수 있었으며 이에 따른 공급이 중요할 것으로 보인다.

단백질 중 알부민은 반감기가 12-21일로 농도가 천천히 떨어지고 수분과잉, 간이나 신질환, 심부전, 스트레스, 감염이나 패혈증, 시토카인 유도 염증반응(cytokine induced inflammation) 등에 의해서도 감소되기 때문에 수술이나 손상 후의 평가나 만성적 영양 결핍상태를 측정하기에는 적합하여 본 연구에서는 알부민 수치를 이용하여 영양상태를 감응하였다.⁶ 창상치유의 향상에 적합한 단백질의 농도는 1.5-2.0 g/kg/day로 지나치면 신장이나 간에 영향을 줄 수 있으므로 주의해야 하는데 이번 조사군에서도 23%의 환자군이 만성신질환을 동반하였으며 이러한 경우는 보통 단백질을 0.8 g/kg/day로 제한하는 식이요법을 시행하게 되므로 특히 상처 수복력이나 아교질 합성을 증대시키는 것으로 알려진 아르기닌(arginine) 등⁶의 필수 아미노산을 충분히 가지고 있는 음식이나 수액을 선택하여 공급하여야 한다.

혈색소는 혈액을 통해 산소를 공급하고 떨어지면 말초 조직에의 산소 공급부터 감소하게 되므로 당뇨병 환자에서는 반드시 교정하여야 할 인자이다. 실제 본 연구에서는 TcpO₂의 값에 관계없이 각 85%와 89%에서 혈색소의 결핍 소견이 보였으나 평균값은 9.84g/dL와 10.35g/dL로 TcpO₂가 낮은 군에서 더 낮은 평균 수치를 나타내 창상조직 산소 농도에 중요한 요인 중의 하나로 볼 수 있을 것이다.⁷ 혈색소의 교정은 결핍 원인을 감별하여 교정해야 하며 신부전 환자에서는 적혈구 생성 인자(erythropoietin)의 규칙적인 투여도 도움이 된다.

비타민 A는 스테로이드 치료를 병행해야 하는 환자에서 스테로이드가 창상치유를 저해하는 인자를 억제한다.⁸ 심한 창상이 있는 경우에는 25000 IU/day까지 사용하는 것을 권장하나 다른 비타민에 비해서는 독성이 발생하기 쉬우며 본 연구결과 실제로 결핍된 환자가 적은 것을 감안하여 과잉 공급되지 않도록 유의해야 하겠다.

비타민 C는 상처치유와의 연관성뿐 아니라 최근에는 항산화작용이 허혈상처에서 발생한 산소 자유 라디칼(oxygen free radical)을 감소시켜 허혈성 상처의 치유를 향상시킨다는 연구결과도 있다. 본 연구에서도 전체 환자군의 55% 및 TcpO₂가 낮은 군의 95%에서 저하되어 있으며 외상, 중환자, 수술 후 등의 상황에서는 비타민 C의 배설이 증가되어 비타민 C결핍을 일으키게 되어 검사 결과를 확인하기 전에 비타민 C의 공급을 권장하는 바이다.

비타민 E(α -tocopherol)는 항염증 작용을 가진 항산화제로 아직 창상치유에서의 역할에 대해서는 논쟁 중이나 아

직까지 높은 농도의 비타민 E는 창상치유를 더디게 한다는 의견이 지배적이다. 그러나 동물실험결과 당뇨를 가진 쥐에서 비타민 E가 창상치유를 향상시켰으며² 항혈소판 응집작용이 있어 심장질환이나 간헐성 파행 등의 치료에 보조적으로 사용되어 왔다.⁹ 이들 모두 아직 기전이 밝혀지지 않았으며 확실한 연구결과가 없어 공급이 권장되지는 않는다. 항혈소판 응집작용 등의 역할이나 항산화기전 등의 연구를 지속한다면 허혈 상태인 창상부 치유에 이용될 수 있을 것으로 보인다.

철분은 총철결합능, 트랜스페린, 페리틴, 철분 등의 측정을 통하여 실제 철분의 결핍인지를 감별하여 교정하여야 한다. 아직까지는 창상부위에서의 산소공급의 저하로 치유가 지연될 것이라는 가설 하에 진행된 연구가 없는 상황이나 본 연구에서 TcpO₂가 낮은 군에서 82%에서 낮은 수치를 보여 이러한 가능성을 시사한다. 최근의 연구에서는 단백질과 결합하지 않은 철이 자유라디칼의 작용을 함으로써 지속적인 염증, 결합조직 파괴의 증가, 지질 과산화에 의하여 오히려 창상치유를 지연시킨다는 주장이 있어 철분의 결핍 여부를 확인한 후 공급하는 것이 좋을 것으로 보인다.¹

아연은 TcpO₂가 높은 군에서는 낮은 환자가 49%였으나 낮은 군에서는 77%로 TcpO₂가 낮은 허혈성 병변에는 공급을 하는 것을 권장한다. 다만 정상 수치군에서의 추가공급이 상처치유를 촉진시키는 것은 아니며 과잉 공급 시 소화기계 독성이나 구리의 결핍을 유도하므로 모니터링하면서 공급하는 것이 원칙이다.

마그네슘은 결핍 시에는 창상치유를 저해할 수 있으며 저칼슘증을 일으키는 등 다른 부작용이 있으므로 공급을 고려하나 만성 신부전 환자에서는 고마그네슘혈증을 오히려 일으키게 되어 독성을 유발할 수 있으므로 당뇨 환자에서는 투여에 유의해야 할 것으로 보인다. 본 연구결과 마그네슘은 95%에서 정상이고 낮은 환자군은 없었으며 혈청 검사에 시간이 오래 걸리지 않기 때문에 혈액검사를 시행한 뒤에 공급여부를 결정하면 될 것으로 보인다.

구리 역시 실제 감소되어 있는 경우가 7%에 불과하고 혈청 검사에 시간이 오래 걸리지 않기 때문에 혈액검사를 시행한 뒤 공급 여부를 결정하면 될 것으로 보인다.

경피산소분압(TcpO₂)이 낮은 군은 조직 자체의 섬유화 등으로 인한 신체 조직으로 가는 산소가 낮다는 것을 의미하며 이는 창상이 더 중하다는 것을 의미한다. 또한 동맥경화가 오래 진행되는 등 전신상태가 불량하여 전반적인 검사결과가 낮게 나온 것으로 보이며 특히 비타민 C, 철분, 아연 등에서 낮게 측정된 것으로 보아 동맥경화나 허혈성 인자, 혈전 생성 등이 이들과 연관이 있을 것으로 보인다.

본 연구는 적절한 대조군을 설정하지 못하여 이미 알려진 정상치와의 비교만 가능하고 통계적 분석이 불가능하였다는 한계와 여러 필수 창상치유 인자들 중 아교질 합성에 중요한 요소인 α -ketoglutarate 등 현실적으로 측정이 어려워 이번 연구에서는 제외된 항목이 있어 향후 이에 대한 연구도 필요하리라 사료된다.

당뇨발 환자가 외래에 방문을 하게 되면 급성창상인지 만성창상인지 여부와 병인을 조사하고 위의 자료들에 트랜스페린, 페리틴, 총철결합능, 당뇨의 조절 및 합병상태 등을 추가하여 평가하고 결핍된 부분을 교정한다면 당뇨발 환자의 전신인자가 교정될 것이다. 또한 비타민의 경우는 검사결과를 얻기까지 길게는 2주 정도의 시간이 필요하기 때문에 경험적인 전투여가 필요하다.

이번 연구결과 기존에 필수적인 창상치유인자로 알려졌던 것과는 달리 우리나라 당뇨발 환자의 경우는 결핍된 인자의 종류에 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 인자별로 정확한 검사 후 환자의 전신 상태를 고려하여 보충해 주어야 할 것으로 사료되며 허혈성 병변인 경우 비타민 C와 철분 등은 대부분이 결핍되어 있으므로 이의 보충이 중요하다고 하겠다.

V. 결 론

기존에 알려진 여러 종류의 창상치유 필수인자 중 우리나라 당뇨발 환자에서 결핍이 심한 창상치유 인자는 혈색

소(87%), 비타민 C(55%), 철분(67%), 아연(60%) 등이다. 경피산소분압 40 mmHg 이하의 허혈성 병변인 경우는 95%의 환자에 있어 비타민 C가 결핍되어 있었고 철분과 아연도 각각 82%와 77%에 있어 결핍되어 있었다. 비타민 A와 구리는 정상이거나 오히려 과잉된 경우가 많았고 마그네슘은 대부분이 정상범위에 있었다.

REFERENCES

1. Burns JL, Mancoll JS, Phillips LG: Impairments to wound healing. *Clin Plast Surg* 30: 47, 2003
2. Kim SH, Kim JW, Kim JB, Choi JK: Multifactorial factors of diabetic foot on diabetes mellitus comparative clinical study. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 29: 83, 2002
3. Greenhalgh DG: Wound healing and Diabetes mellitus. *Clin Plast Surg* 30: 37, 2003
4. Posthauer ME: The role of nutrition in wound care. *Adv Skin Wound Care* 19: 43, 2006
5. Ueno C, Hunt TK, Hopf HW: Using physiology to improve surgical wound outcomes. *Plast Reconstr Surg* 117: 62S, 2006
6. Ehrlich HP, Hunt TK: Effects of cortisone and vitamin A on wound healing. *Ann Surg* 167: 324, 1968
7. Freedman JE, Farhat JH, Loscalzo J, Keaney JF Jr: Alpha-tocopherol inhibits aggregation of human platelets by a protein kinase C-dependent mechanism. *Circulation* 94: 2434, 1996
8. Patel GK: The role of nutrition in the management of lower extremity wounds. *Int J Low Extrem Wounds* 4: 12, 2005