

둔상성 중증 외상환자에서 내원 초기에 시행한 동맥혈 염기결핍과 예후의 관계

가천대학교 길병원 외상외과

유병철, 정 민, 이길재, 이정남

- Abstract -

The Usefulness of the Admission Base Deficit as a Marker of Mortality in Severely Injured Patients with Blunt Trauma

Byung-Chul Yu, M.D., Min Chung, M.D., Gil-Jae Lee, M.D., Jung-Nam Lee, M.D.

Department of Trauma Surgery, Gil Hospital, Gachon University, Incheon, Korea

Purpose: The base deficit (BD) at admission in severely injured patients has been shown to predict the adequacy of resuscitation and outcome, but this relationship is not well established in the Korean experience. The purpose of this study was to define the association between arterial blood gas (ABG) values and the mortality for patients with severe blunt trauma at a developing trauma center in Korea.

Methods: A retrospective review of 415 adult patients with severe blunt trauma was conducted using electronic medical records from Jan. 2010 to Dec. 2011.

Results: A total of 256 patients had ABG drawn within 1 hour of arrival. Patients who expired displayed a higher lactate level (4.86 vs. 3.31, $p < 0.0001$), a worse BD (-7.99 vs. -5.37, $p = 0.001$), and a lower pH (7.31 vs. 7.34, $p = 0.011$) at arrival compared with those who survived. A statistically significant association was also observed between BD and blood product usage ($p = 0.001$).

Conclusion: The base deficit at admission is a useful marker of mortality and outcome in severely injured patients with blunt trauma in Korea.

Key Words: Blunt trauma, Blood gas analysis, Lactate

1. 서 론

동맥혈 가스 분석(ABGA)은 신속하게 결과를 얻을 수 있

으면서 환자의 전반적인 환기, 관류 상태를 파악하는 데 도움을 주는 검사이다. 여러 연구들에서 동맥혈 가스분석결과는 응급실에서 즉각적인 처치를 하는데 도움을 줄 뿐만 아니

* Address for Correspondence : **Jung-Nam Lee, M.D.**

Department of Trauma Surgery, Gil Hospital, Gachon University,
1198, Guwol-dong, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea
Tel : 82-32-460-3244, Fax : 82-32-460-3247, E-mail : jnlee@gilhospital.com

Submitted : September 5, 2012 Revised : November 26, 2012 Accepted : December 21, 2012

라, 동맥혈 가스분석의 염기결핍(base deficit)과 젖산(lactate)의 수치는 쇼크 환자의 중증도 및 소생술의 적절성을 반영하는 지표가 될 뿐만 아니라 환자들의 사망률을 예측하는데 도움을 준다고 알려져 왔다.(1-5) 또한, 외국의 외상 센터에서 보고한 연구 결과에 따르면, 동맥혈의 염기결핍 정도는 손상정도계수(Injury Severity Score, ISS), 수혈요구량, 합병증의 발생 여부, 다발성 장기 기능 부전증의 발생 여부 및 사망률과 연관성이 있다고 한다.(1,4,6-8)

또, Tremblay 등(8)은 총상(gunshot wound)과 둔상(blunt trauma)에서는 동맥혈 염기 결핍과 사망률의 연관성이 매우 높았던 반면 자상(stab injury)에서는 염기 결핍과 사망률의 연관성이 낮게 나타나므로, 손상기전에 따라 구분하여 연구하는 것이 바람직할 것이라고 제안하였다. 그러나, 염기 결핍과 사망률의 연관성을 분석한 국내의 연구는 몇 편이 있으나,(9,10) 중증 둔상성 외상 환자만을 대상으로 한 연구는 없는 실정이다. 이에 저자들은 소아를 제외한 중증 둔상성 외상환자만을 대상으로 동맥혈 가스분석의 염기결핍 정도와 사망률의 연관성을 파악하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

2010년 1월부터 2011년 12월까지 가천대학교 길병원 응급실로 내원하여 24시간 이상 입원 치료를 받은 중증 외상 환자(ISS≥15) 중 15세 미만의 소아와 관통상을 제외한 총 415명을 대상으로 후향적 연구를 수행하였다. 이 중 응급실 내원 1시간 이내에 동맥혈 가스분석을 시행하지 않은 환자를 제외한 총 256명이 연구에 포함되었다.

전자 차트 분석을 통해 응급실 내원시 생체징후, 손상 기전, ISS, 재원기간, 중환자실 재원기간, 사망여부를 조사하였다. 동맥혈 가스분석 결과는 응급실 내원 후 1시간 이내에 이루어진 첫 번째 검사를 조사하였으며, 조사 항목은 산성도(pH), 젖산 농도, 염기결핍 수치였다. 또한 내원 후 24시간

이내에 투여된 적혈구, 신선 동결 혈장, 혈소판의 수혈량을 조사하였다.

이후 생존군과 사망군으로 나누어 연령, ISS, Revised Trauma Score (RTS), Glasgow Coma Scale (GCS), 내원 시 수축기 혈압, 젖산 수치, 염기결핍, 산성도를 비교하였다. 추가로 염기결핍 수치에 따라 다섯 군("base excess" >2), "normal"(2~-2), "mild"(-3~-5), "moderate"(-6~-9), "severe"(≤-10))으로 나누어 각 군의 사망률과 수혈량을 분석하였다.

통계적 분석은 SPSS 프로그램 13.0버전을 이용하여 평균값과 표준 편차를 계산하였으며 독립표본 T 검정, Mann-Whitney U 검정, 카이제곱 검정, 그리고 일원배치 분산분석을 이용하여 통계적 유의성을 확인 하였다. 또한, 단변량 분석시에 통계적으로 유의한 차이를 보인 지표들에 대해 다변량로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 통계적 유의 수준은 p -value<0.05 인 경우로 정의하였다.

III. 결 과

연구에 포함된 총 256명 환자의 평균 나이는 47.2세였고, 남자가 209명(81.6%)이었다. 사망자는 61명으로 23.8%의 원내 사망률을 보였다. 사망 군의 평균 나이는 52.3 ± 15.6 , 생존 군의 평균 나이는 45.5 ± 17.4 로 사망 군에서 나이가 더 많았고($p=0.007$), 내원시 수축기 혈압은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($p=0.063$) (Table 1). 사망군에서 ISS, RTS, GCS의 중앙값(사분위범위)은 각각 25(11), 5.03(1.93), 3.5(4), 생존 군에서는 18(9), 7.55(1.87), 14(7)로 사망 군에서 ISS는 더 높고 RTS, GCS는 더 낮게 나타났다($p<0.0001$) (Table 1). 동맥혈 가스분석 결과 사망 군에서 산성도(pH)는 평균 7.31 ± 0.12 , 젖산과 염기결핍 수치의 중앙값(사분위범위)은 4.4(4.1), 8.4(10)이었고, 생존 군에서는 7.34 ± 0.09 , 2.7(2.5), 4.8(6)으로 사망 군에서 젖산과 염기결핍 수치는

Table 1. Physiologic characteristics and ABGA values at arrival in survivors and nonsurvivors.

Mean ± SD	Nonsurvivors (n=61)	Survivors (n=195)	p-value
Age, y	52.3 ± 15.6	45.5 ± 17.4	0.007
ISS*	25 (11)	18 (9)	0.0001**
RTS*	5.03 (1.93)	7.55 (1.87)	<0.0001**
GCS*	3.5 (4)	14 (7)	<0.0001**
SBP at arrival	112.4 ± 41.8	119.8 ± 33.6	0.063
Lactate at arrival*	4.3 (4.1)	2.7 (2.5)	<0.0001**
BD at arrival*	8.4 (10)	4.8 (6)	0.002**
pH at arrival	7.31 ± 0.12	7.34 ± 0.09	0.011

ISS: Injury Severity Score, RTS: Revised Trauma Score, GCS: Glasgow Coma Scale, SBP: Systolic Blood Pressure, BD: Base Deficit

* Median (IQR) Result of independent t-test

** Result of Mann-Whitney U test

통계적으로 유의하게 높았고 산성도는 유의하게 낮게 나타났다($p < 0.0001$, $p = 0.001$, $p = 0.011$) (Table 1). 사망과 연관된 인자를 알아보려고 시행한 다변량로지스틱 회귀분석 결과, 나이가 많을수록, ISS가 높을수록, GCS가 낮을수록 사망할 확률이 유의하게 증가되는 것으로 분석되었다(Table 2).

염기결핍이 정상(normal)인 군과 경도(mild)인 군 사이에서는 적혈구, 신선 동결 혈장, 혈소판 수혈량 차이가 통계적으로 유의하지 않았으나, 그 외 군간에는 수혈량이 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p = 0.001$) (Fig. 1). 또한 동맥혈 가스분석결과 중 염기 결핍이 높아질수록 사망률도 높아짐을 확인 할 수 있었다($p = 0.001$) (Fig. 2).

IV. 고 찰

외상성 쇼크환자에서 산성도, 젖산, 염기결핍 같은 동맥혈 가스분석 결과들은 중증 외상 환자의 소생술(resuscitation)의 적절성을 평가하는데 유용한 지표이다.(1-8,11,12) 반면

에 전통적으로 적절한 조직 관류 상태를 평가하는 방법으로 여겨졌던 혈압, 맥박, 소변량 등과 같은 징후들은 신뢰도가 떨어질 뿐만 아니라 예후를 예측하는 인자로서의 역할도 부족하다고 알려졌다.(7) 동맥혈 가스 분석은 쉽게 시행 할 수 있을 뿐 아니라 빠른 시간 내에 결과를 확인할 수 있어 이에 대한 연구가 많이 이루어졌다. Rutherford 등(4)은 3,500명의 심한 뇌 손상이 없는 55세 미만의 환자를 대상으로 한 연구에서 염기결핍이 -15 mmol/L 이하 일 경우 높은 사망률을 나타낸다고 하였다. 이 후 Davis 등(2)이 3,000명의 환자를 대상으로 한 연구에서는 내원 당시의 염기결핍 수치가 클수록 대량 수혈의 필요성, 입원 중 합병증 발생 가능성의 증가, 총 재원기간 및 중환자실 재원기간의 증가와 연관이 있다고 하였다.

이 후 Tremblay(8) 등이 3,000명 이상의 외상 환자를 대상으로 한 연구에서는 염기결핍이 25 이상인 경우 총상이나 둔상에서는 70%에서 80%의 사망률을 보였지만, 자상에서는 사망률이 20%에 불과하다고 하였다. 이는 손상 기전이

Table 2. Multivariable logistic regression analysis associated with mortality

	Odds Ratio (95% CI)	p-value
Age	1.035 (1.009-1.061)	0.007
ISS	1.129 (1.068-1.193)	0.001
SBP	0.991 (0.981-1.001)	0.078
BD	1.116 (0.986-1.262)	0.081
GCS	0.75 (0.69-0.81)	0.001

CI: confidence interval

Statistically analysis by backward stepwise (Likelihood ratio) method

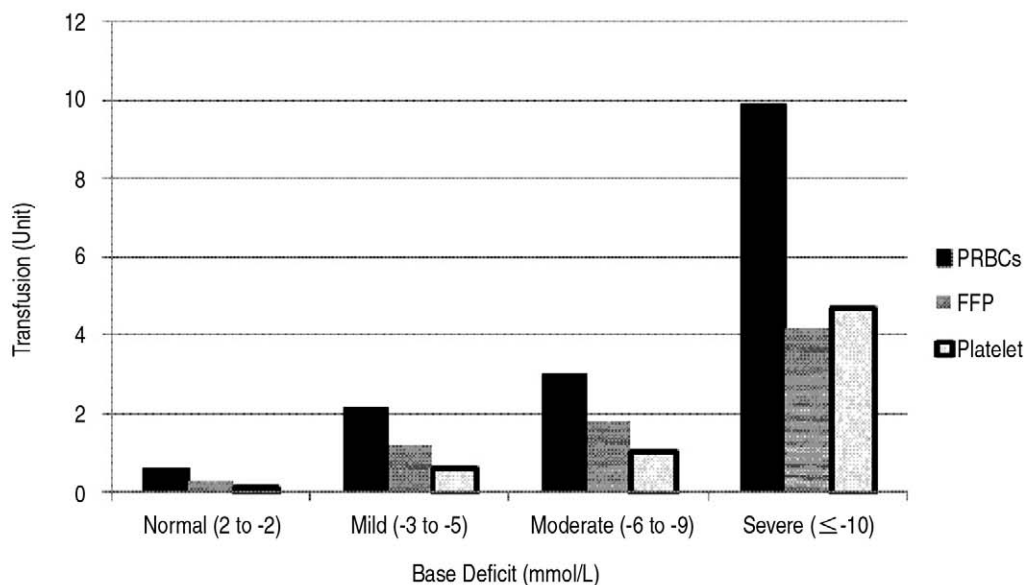


Fig. 1. BD category and blood usage. This bar graph shows the direct relationship between BD category and blood usage.

Mild: $p = 0.251$ for pRBCs, 0.158 for FFP, 0.323 for Platelet

Moderate, Severe: $p = 0.001$ for all blood products

염기결핍과 사망률의 연관성의 정도에 관련이 있음을 시사하는 것이다. 동맥혈 가스분석은 손상 첫 수시간 이내에 이루어져 저산소 손상이 길어지는 것과 소생술의 결과로 나타나는 역효과를 피할 수 있다.(7) 여러 연구들에서 내원 후 1시간 또는 2시간 내의 동맥혈 가스분석 결과를 분석 대상으로 하였다.(1,2,13) 또한, Davis 등(2)은 염기결핍이 6과 10일 때 사망률의 유의한 변화가 있음을 관찰하고 염기 결핍 균을 “base excess”(>2), “normal”(2~-2), “mild”(-3~-5), “moderate”(-6~-9), “severe”(≤-10)으로 구분하였다. 본 연구에서는 ISS가 15 이상인 중증 외상 환자 중 소아와 관통상을 제외한 둔상 환자만을 대상으로 하여 내원 한 시간 이내에 이루어진 동맥혈 가스 분석 결과상 내원 당시의 높은 염기결핍이 사망률과 수혈량의 증가와 연관성이 있음을 보여주었다.

상기한 바와 같이 이미 서구에서는 염기결핍과 사망률의 연관성에 관한 많은 연구 결과가 발표되었지만, 외국의 연구 결과들을 국내에 곧바로 적용하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 왜냐하면, 우리나라의 질병관리본부 손상감시정보에 따르면, 발생기전별로 볼 때 총상이 거의 없고 둔상이 대부분을 차지하고 있으며,(14) 또한 이미 포괄적 외상 환자 관리 체계가 정착된 미국 등 서구와는 달리 우리나라는 외상 환자 관리 체계 및 이송 체계가 확립되어 있지 않아 손상 발생 시점부터 병원 도착까지 시간이 보다 길기 때문이다. Lee(15) 등은 손상 시점부터 병원 도착까지의 시간(중앙값)이 1시간 44분이라고 보고한 바 있다.

국내에서 외상환자를 대상으로 염기결핍과 생존율에 관한 연구는 몇 편에 불과한데, 2001년에 Moon(10) 등이 내원 시 수축기 혈압이 90 mm/Hg 이하인 32명의 중증 외상 환자를

후향적으로 분석하여 염기 결핍과 생존율의 연관성을 보고한 바 있고, Lee(9) 등이 중증도와 관련 없이 308명의 외상환자를 분석하여 염기결핍이 외상환자의 예후를 예측하는데 RTS와 systemic inflammatory response syndrome (SIRS) 점수와 같이 유용하게 사용될 수 있음을 발표하였다. 위의 연구들과는 달리 본 연구는 ISS 15 이상의 둔상성 중증 외상 환자만을 대상으로 시행되었다는 점에서 그 의미가 있겠다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 후향적 연구로 이루어져 선택 바이어스(selection bias)가 발생할 수 있다. 둘째로, 연구 기간에 본원 응급실을 내원한 중증 외상 환자 415명 중 256명(61.6%)에서만 내원 한 시간 이내에 동맥혈 가스분석 검사가 시행되었다는 것이다. 이는 응급실에 중증 외상 환자가 내원할 경우라도 호흡장해가 없는 경우 동맥혈 가스분석이 반드시 시행되지 않는다고 생각된다.

본 연구에서, 단변량 분석상에서는 사망군에서 염기결핍의 정도가 유의하게 높았으나, 연령, GCS, ISS 등을 보정한 다변량 분석결과 염기결핍은 독립적인 사망 예측 인자로 밝혀지지 않았으나 염기결핍이 심할수록 사망률이 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 아마 연구대상수가 충분히 컸다면 염기결핍이 독립적인 사망 예측인자로 밝혀질 가능성이 있을 것이다. 중증 외상 환자에서 동맥혈 가스분석은 예후 예측의 중요한 지표가 되기 때문에 호흡장해가 없는 외상 환자들일 지라도 내원 시 일상적으로 동맥혈 가스 검사를 실시하는 것이 바람직할 것이라고 저자들은 생각한다.

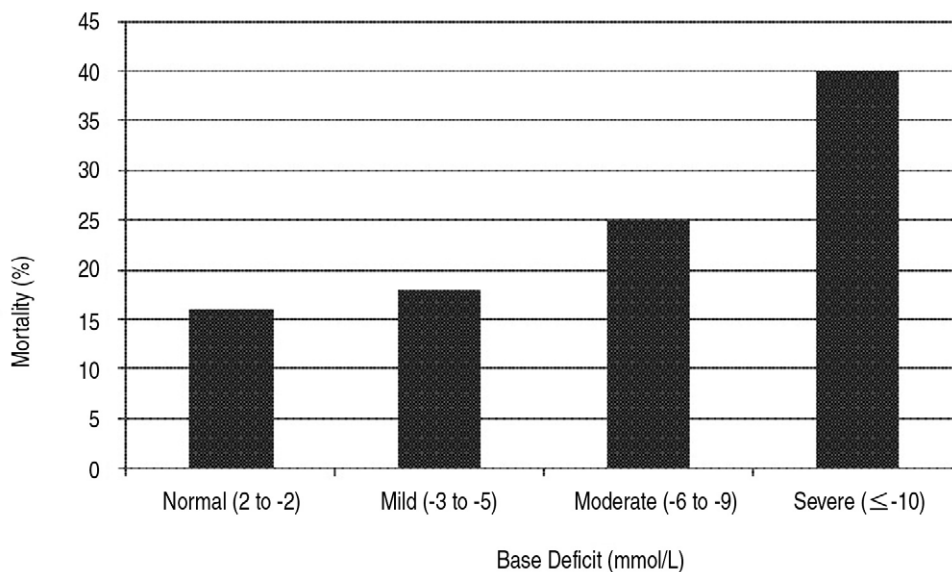


Fig. 2. Mortality in relation to BD level at arrival. This bar graph shows the direct relationship between BD category and mortality. $p=0.001$

V. 결 론

결론적으로, 15세 이상의 둔상성 중증 외상 환자를 대상으로 한 본 연구는 내원 1시간 이내에 시행한 동맥혈 가스분석상 염기결핍이 심할수록 사망률이 증가함을 확인할 수 있었다. 그러나, 본 연구가 지니는 제한점으로 인해 향후 보다 큰 규모의 연구가 이루어질 필요가 있다.

REFERENCES

- 1) Davis J, Shackford S, Holbrook T. Base deficit as a sensitive indicator of compensated shock and tissue oxygen utilization. *Surg, Gynecol & Obstet* 1991;173:473.
- 2) Davis JW, Parks SN, Kaups KL, Gladen HE, O'Donnell-Nicol S. Admission base deficit predicts transfusion requirements and risk of complications. *J Trauma* 1996;41:769.
- 3) Rixen D, Raum M, Bouillon B, Lefering R, Neugebauer E. Base deficit development and its prognostic significance in posttrauma critical illness: an analysis by the trauma registry of the Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Shock* 2001;15:83.
- 4) Rutherford EJ, Morris Jr JA, Reed GW, Hall KS. Base deficit stratifies mortality and determines therapy. *J Trauma* 1992;33:417.
- 5) Ziglar MK. Application of base deficit in resuscitation of trauma patients. *Int J Trauma Nurs* 2000;6:81-4.
- 6) Davis JW, Mackersie RC, Holbrook TL, Hoyt DB. Base deficit as an indicator of significant abdominal injury. *Ann Emerg Med* 1991;20:842.
- 7) Husain FA, Martin MJ, Mullenix PS, Steele SR, Elliott DC. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. *Am J Surg* 2003;185:485-91.
- 8) Tremblay LN, Feliciano DV, Rozycki GS, MORRIS JA. Assessment of initial base deficit as a predictor of outcome: Mechanism of Injury does make a difference. Discussion. *Am Surg* 2002;68:689-94.
- 9) Lee EH, Choi JY, Choi YC, Hwang SY. The usefulness of initial arterial base deficit in trauma patients. *J Korean Soc Traumatol* 2006;19:67-73.
- 10) Moon JD, Kim SJ, Moon CK, Choi SH, Jun JM, Lee SW, et al. Prognostic Value of Base Deficit in Severe Trauma Patients. *J Korean Soc Emerg Med* 2001;12:243-50.
- 11) Kincaid EH, Miller PR, Meredith JW, Rahman N, Chang MC. Elevated arterial base deficit in trauma patients: a marker of impaired oxygen utilization. *J Am Coll Surg* 1998;187:384-92.
- 12) Paydar S, Fazelzadeh A, Abbasi H, Bolandparvaz S. Base Deficit: A Better Indicator for Diagnosis and Treatment of Shock in Trauma Patients. *J Trauma*. 70:1580.
- 13) Ouellet JF, Roberts DJ, Tiruta C, Kirkpatrick AW, Mercado M, Trottier V, et al. Admission base deficit and lactate levels in Canadian patients with blunt trauma: Are they useful markers of mortality? *J Trauma Acute Care Surg* 72:1532-5.
- 14) Korea Centers for Disease Control and Prevention, Korea Institute for Health and Social Affairs. Injury Surveillance Report. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2012.
- 15) Lee KJ JK, Jang JM, Kim JY, Baek SJ, Song SY, et al. Delayed transfer of major trauma patients under the current emergency medical system in Korea. *J Korean Soc Traumatol* 2011;24:25-30.