

Research Paper

Evaluating Serum Lactate and Base Deficit as Predictive Tools for Mortality in Patients With Burns of 20% or Greater



Behzad Zohrevandi¹, Mahan Azizzade Dobakhshari², Seyyed Mahdi Zia Ziabari³, Ehsan Kazemnejhad-Leili², Jafar Saberi⁴, *Siamak Rimaz⁵

1. Department of Emergency Medicine, Road Trauma Research Center, School of Medicine, Poursina Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
2. Urology Research Center, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
3. Department of Emergency Medicine, School of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
4. Clinical Research Development, Poursina Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
5. Department of Anesthesiology, Anesthesia Research Center, School of Medicine, Al-Zahra Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.



Citation Zohrevandi B, Azizzade Dobakhshari M, Zia Ziabari SM, Kazemnejhad-Leili E, Saberi J, Rimaz S. [Evaluating Serum Lactate and Base Deficit as Predictive Tools for Mortality in Patients With Burns of 20% or Greater (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2025; 34(2):192-209. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.34.2.2327.2>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.34.2.2327.2>

Received: 02 Oct 2024

Accepted: 21 Jan 2025

Available Online: 01 Jul 2025

ABSTRACT

Background In recent years, plasma base deficit (BD) has gained attention as a suitable marker for evaluating blood flow and predicting outcomes in burn patients. Accordingly.

Objective This study aims to evaluate the utility of serum lactate and base deficit as prognostic markers for mortality in burn-injured patients.

Methods This analytical cross-sectional study was conducted on 389 patients with burns of 20% or more. Blood samples were collected to measure BD and serum lactate levels, repeated every 12 h during the first 48 h of hospitalization. Demographic information and hospitalization details were recorded in a collection form, and all data were entered into the SPSS software, version 21, for statistical analysis.

Results The average age of the patients was 32 years and most of them were male. Serum lactate levels were significantly higher in deceased patients compared to those who improved ($P < 0.001$) and BD was significantly lower in the deceased group ($P < 0.001$). The best cutoff points for serum lactate at the third hour were 4.5, with a sensitivity of 96.9% and specificity of 95%. For bicarbonate at the second hour, the cutoff was -3.25, with a specificity of 96% and sensitivity of 94%. On the second day, the cutoff for bicarbonate was 4.5, with a sensitivity of 98.6% and specificity of 87%.

Conclusion Measuring BD and serum lactate levels can be valuable tools in the assessment and management of burn patients. Additionally, the determined cutoff points for BD may be useful in triaging burn patients.

Keywords:

Burns, Plasma base deficit (BD), Predictive tools, Mortality, Serum lactate

* Corresponding Author:

Siamak Rimaz, Associate Professor.

Address: Department of Anesthesiology, Anesthesia Research Center, School of Medicine, Al-Zahra Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Tel: +98 (911) 1342048

E-Mail: smkrimaz@yahoo.com



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Severe burns cause microvascular damage, leading to rapid fluid loss, hypovolemic shock and reduced organ perfusion. A 2023 study on 2651 burn patients in Spain found that most were male (61%), with scalding as the leading cause. Mortality (4.3%) was linked to age, smoke inhalation, and full-thickness burns, with multiorgan failure being the primary cause of death. Fluid resuscitation ($2-4\text{ mL} \times \% \text{TBSA} \times \text{kg}$ total body surface area [TBSA] in 24 h) is critical but controversial, as over-resuscitation worsens edema and hypoperfusion. Ideal markers, like serum lactate and base deficit, help detect hypoxia and guide therapy, though optimal endpoints remain debated. Traditional monitoring (urine output, blood pressure) may delay shock detection, increasing infection and mortality risks. Invasive tools (e.g. central venous pressure) improve precision but are costly and risky. Global oxygenation indices (e.g. gastric pH) are more predictive than practical. Ultimately, organ perfusion is the resuscitation goal, with lactate reflecting oxygen imbalance and prognosis. This study evaluates whether serum lactate and base deficit can predict mortality in burn patients, addressing gaps in current monitoring and resuscitation strategies.

Methods

This cross-sectional study analyzed 389 burn patients ($\geq 20\%$ TBSA) admitted to Velayat Hospital, Iran (March-September 2019) to evaluate resuscitation outcomes. The cohort comprised conscious adults (>18 years), with consent obtained from relatives for unconscious patients, while excluding those with pre-existing cardiopulmonary conditions, inhalation injuries, or early mortality (<48 h). Burn severity was assessed using Liu's method, with fluid resuscitation guided by the Parkland formula ($4\text{ mL/kg} \times \% \text{TBSA}$ of Lactated Ringer's), titrated to maintain urine output at 1 mL/kg/h and mean arterial pressure $\geq 65\text{ mmHg}$. Intensive monitoring included q2 h vital signs and urine output measurements, plus serial arterial blood sampling (q12 h for 48 h) to analyze serum lactate (normal $\leq 2\text{ mmol/L}$) and base deficit using standardized HITACHI/ROCHE analyzers, with single-laboratory protocols minimizing variability. Comprehensive data collection captured demographics, burn characteristics, resuscitation parameters and clinical outcomes, with separate analysis for inhalation injury subgroups. Statistical processing using the SPSS software, version 21, employed descriptive analyses, independent t-tests, chi-square tests and mul-

tivariate regression (COX repeated measure analysis of variance), with significance set at $P < 0.05$. The study design emphasized rigorous biomarker monitoring to assess their predictive value for mortality and organ failure while maintaining methodological consistency through centralized laboratory analysis and blinded outcome assessment where applicable.

Results

This study analyzed 389 severe burn patients ($\geq 20\%$ TBSA) admitted to Velayat Burn Center in Rasht City, Iran, to evaluate the predictive value of serum lactate and base deficit for mortality outcomes. The cohort had a mean age of 31.8 ± 41.9 years (range 19-92 years), was predominantly male (77.6%), and presented with a mean burn extent of $43.1 \pm 23.3\%$ TBSA, mostly third-degree burns (62.9%). Key findings revealed a 24.7% mortality rate, significantly associated with older age (≥ 35 years), larger burn extent (50-75% TBSA: 59.2% mortality; $>75\%$: 88.9%) and higher burn degree (fourth-degree: 78.1% mortality). Serial biomarker measurements demonstrated that non-survivors maintained significantly higher lactate levels ($P < 0.001$) throughout hospitalization, peaking at 6-24 h post-injury before declining, while survivors showed consistent reduction ($P < 0.001$). Base deficit similarly distinguished outcomes at all timepoints ($P < 0.001$). Receiver operating characteristic analysis identified optimal predictive windows: lactate at 18 h post-admission showed the strongest predictive value (area under curve [AUC]=0.997), with cutoff of 4.5 mmol/L (96.9% sensitivity, 95.9% specificity), while base deficit at 6 hours post-admission was most predictive (AUC=0.964) at -3.25 cutoff (94.5% sensitivity, 96.9% specificity). Multivariate analysis confirmed both biomarkers as independent mortality predictors after controlling for sex, burn characteristics and sampling time ($P < 0.001$), with a particularly strong association for lactate (partial Eta squared=0.863). The results demonstrate that early (6-18 h) serial measurements of lactate and base deficit provide robust, time-sensitive mortality prediction in severe burns, maintaining prognostic value even after adjusting for confounding factors.

These findings support incorporating these readily available biomarkers into standard burn resuscitation protocols to improve risk stratification, with lactate levels $>4.5\text{ mmol/L}$ at 18 h and base deficit <-3.25 at 6 h serving as critical thresholds for identifying high-risk patients. The study highlights the importance of dynamic biomarker monitoring rather than single measurements, as the temporal patterns (particularly the 6-24 h lactate surge in non-survivors) provide crucial prognostic information beyond

absolute values. These results have immediate clinical applicability for burn centers, suggesting that early identification of high-risk patients through this monitoring approach could guide more aggressive interventions and resource allocation, potentially improving outcomes in this vulnerable population. The strong predictive performance maintained after multivariate adjustment reinforces the utility of these biomarkers across diverse burn patient demographics and injury patterns (Table 1).

Conclusion

This study analyzed 389 severe burn patients ($\geq 20\%$ TBSA), finding 25% mortality. Key predictors included age ≥ 35 years (higher mortality), larger burns (50-75%

TBSA: 59.2%; $>75\%$: 88.9%), and third-degree burns. Serial measurements showed non-survivors had persistently elevated lactate (peaking at 6 h) and progressively worsening base deficit. Optimal predictive thresholds were: Lactate >4.5 mmol/L at 18 h (96.9% sensitivity) and base deficit <-3.25 at 6 h (94.5% sensitivity). The study confirms these biomarkers' value for mortality prediction, with delayed lactate clearance indicating poor prognosis. The results support incorporating serial lactate/base deficit monitoring into burn resuscitation protocols to guide treatment and improve outcomes. Limitations include a single-center retrospective design. This study confirms plasma base deficit and serum lactate as rapid, valuable markers for monitoring burn resuscitation. We established time-specific cutoff values correlating with mortality risk,

Table 1. Comparison of lactate and base deficit changes relative to the 6-hour mark between relative recovery and mortality groups

Burn Outcome		Partial Recovery	Death	Total	P	
Lactate difference	6–12 h vs 0–6 h	Mean±SD	1.55±1.69	1.38±1.62	1.51±1.67	0.393
		Median	2.00	1.50	2.00	
	12–18 h vs 0–6 h	Mean±SD	-0.66±1.44	3.36±1.49	0.34±2.26	<0.001
		Median	-1.00	3.00	0.00	
	Day 1 vs 0–6 h	Mean±SD	1.06±2.42	4.70±3.48	1.96±3.14	<0.001
		Median	1.00	6.00	1.00	
	Day 2 vs 0–6 h	Mean±SD	0.44±1.69	0.98±1.84	0.57±1.74	0.009
		Median	1.00	1.00	1.00	
	Day 3 vs 0–6 h	Mean±SD	-0.23±1.77	-2.01±1.53	-0.67±1.87	<0.001
		Median	0.00	-2.00	-1.00	
Base deficit difference	6–12 h vs 0–6 h	Mean±SD	-0.27±1.68	-1.15±1.78	-0.48±1.75	<0.001
		Median	-1.00	-1.00	-1.00	
	12–18 h vs 0–6 h	Mean±SD	-0.47±2.15	-1.32±1.91	-0.68±2.13	0.001
		Median	0.00	-1.05	-1.00	
	Day 1 vs 0–6 h	Mean±SD	-0.48±1.74	-2.78±2.06	-1.05±2.07	<0.001
		Median	0.00	-3.00	-1.00	
	Day 2 vs 0–6 h	Mean±SD	0.07±1.94	-2.96±2.26	-0.68±2.40	<0.001
		Median	0.00	-2.90	-1.00	
	Day 3 vs 0–6 h	Mean±SD	-0.49±2.18	-4.34±2.73	-1.44±2.86	<0.001
		Median	-1.00	-4.30	-1.00	

enabling clinical triage of burn patients. These practical biomarkers enhance resuscitation assessment and outcome prediction in burn care, supporting their integration with standard clinical evaluation protocols.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of [Guilan University of Medical Sciences](#), Rasht, Iran (Code: IR.GUMS.REC.1398.459). Following the guidelines of the Guilan University of Medical Sciences Ethics Committee, patient identities were kept confidential during data collection.

Funding

This research did not receive any financial support from funding organizations in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors contributions

Conceptualization, methodology, preparing the initial draft: Behzad Zohrevandi, Siamak Rimaz, Mahan Azizzade Dobakhshari and Jafar Saberi; Validation, project management: Behzad Zohrevandi, Siamak Rimaz, Seyyed Mahdi Zia Ziabari; Data analysis and visualization: Behzad Zohrevandi, Mahan Azizzade Dobakhshari, Ehsan Kazemnezhad Leili and Jafar Saberi; Investigation and resources: Behzad Zohrevandi, Mahan Azizzade Dobakhshari and Jafar Saberi; editing & review: Siamak Rimaz, Behzad Zohrevandi and Mahan Azizzadeh Dobakhshari.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of [Poursina](#) Hospital and the Velayat Burn and Regenerative Medicine Research Center in Guilan Province, and all participants for their valuable support and collaboration in this research.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

ارزیابی سرم لاکتات و کسر قلیای پلاسما به عنوان ابزارهای پیش‌بینی مرگ‌ومیر در بیماران با سوختگی ۲۰ درصد یا بیشتر

بهزاد زهره‌وندی^۱، ماهان عزیز زاده دوبخشری^۲، سید مهدی ضیای ضیابری^۳، احسان کاظم نژاد لیلی^۴، جعفر صابری^۵، سیامک ریماز^۵

۱. گروه طب اورژانس، مرکز تحقیقات ترومای جاده گیلان، دانشکده علوم پزشکی، بیمارستان پورسینا، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۲. مرکز تحقیقات کلیه و مجاری ادراری، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۳. گروه طب اورژانس، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۴. واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان پورسینا، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۵. گروه بیهوشی، مرکز تحقیقات بیهوشی، بیمارستان الزهراء، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.



Citation: Zohrevandi B, Azizzade Dobakhshari M, Zia Ziabari SM, Kazemnejhad-Leili E, Saberi J, Rimaz S. [Evaluating Serum Lactate and Base Deficit as Predictive Tools for Mortality in Patients With Burns of 20% or Greater (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2025; 34(2):192-209. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.34.2.2327.2>

doi: <https://doi.org/10.32598/JGUMS.34.2.2327.2>

چکیده

زمینه: در سال‌های اخیر، کسر قلیایی پلاسما به عنوان یک نشانگر مناسب برای ارزیابی جریان خون و پیش‌بینی پیامد بیماران سوختگی مورد توجه قرار گرفته است.

هدف: ما از این مطالعه تعیین این مسئله است که آیا می‌توان از سطح سرمی لاکتات و کسر قلیای پلاسما به عنوان یک ابزار پیشگویی کننده مورثالیتی به دست آمده در میان بیماران با آسیب‌های سوختگی استفاده کرد؟

روش‌ها: این مطالعه مقطعی تحلیلی بر روی ۳۸۹ بیمار با سوختگی ۲۰ درصد یا بیشتر انجام شد. نمونه‌های خون برای اندازه‌گیری سطح کسر قلیایی پلاسما و لاکتات سرم جمع‌آوری و هر ۱۲ ساعت در طول ۴۸ ساعت اول بستری تکرار شد. اطلاعات جمعیت‌شناختی بیماران و موارد مربوط به بستری در فرم جمع‌آوری وارد شد و تمام داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و آنالیزهای آماری انجام شد.

یافته‌ها: میانگین سن بیماران ۳۲ سال بود و بیشتر آن‌ها مرد بودند. نتایج نشان داد سطح لاکتات سرم در بیماران فوت‌شده به طور معناداری بالاتر از بیماران بهبودیافته ($P < 0.001$) و کسر قلیایی پلاسما در گروه فوت‌شده کمتر بود ($P < 0.001$). بهترین نقاط جداسازی برای اسید لاکتات در ساعت سوم ۴/۵ با حساسیت ۹۶/۹ درصد و ویژگی ۹۵ درصد و برای کسر قلیایی در ساعت دوم ۳/۲۵ - با ویژگی ۹۶ درصد و حساسیت ۹۴ درصد و در روز دوم ۴/۵ با حساسیت ۹۸/۶ درصد و ویژگی ۸۷ درصد ثبت شدند.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان می‌دهد اندازه‌گیری کسر قلیایی پلاسما و سطح لاکتات سرم می‌تواند به عنوان ابزارهای ارزشمند در ارزیابی و مدیریت بیماران سوختگی استفاده شود. همچنین، نقاط برش تعیین‌شده برای کسر قلیایی پلاسما می‌تواند در تریاژ بیماران سوختگی مفید باشد.

تاریخ دریافت: ۱۱ مهر ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۰۲ بهمن ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها:

سوختگی، کسر قلیای پلاسما، ابزارهای پیش‌بینی، مرگ‌ومیر، لاکتات سرم

* نویسنده مسئول:

دکتر سیامک ریماز

نشانی: رشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، بیمارستان الزهراء، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات بیهوشی، گروه بیهوشی.

تلفن: ۱۳۴۲۰۴۸ (۹۱۱) ۹۸+

رایانامه: smkrimaz@yahoo.com



Copyright © 2025 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

نشانگرهای ایدئال کفایت احیا، بایستی با پایش هیپوکسمی بافتی، انفوزیون بیش از اندازه و همچنین کمتر از حد انتظار را شناسایی کنند و همچنین توانایی پیشگویی مورتالیتی بیماران و پیش‌آگهی آن‌ها را داشته باشند. علی‌رغم اختلاف نظر گزارش شده است که غیرطبیعی بودن لاکتات سرم و تأخیر در کلیرانس آن نشانگر دقیقی از هیپوکسمی سلولی و شوک است [۶].

اگرچه پاتوفیزیولوژی شوک سوختگی به‌خوبی شناخته شده است، ولی سؤالات بسیاری درمورد اندازه‌گیری و پایش‌های مناسب احیا باقی مانده است. به‌طور مرسوم پارامترهای بالینی برون‌ده ادراری و فشار متوسط شریانی به‌عنوان راهنمایی برای احیای بیماران سوختگی مورد استفاده قرار می‌گیرند و معیارهای استاندارد برای سنجش کفایت احیا، شامل پایش برون‌ده ادراری و فشار خون، شامل برقراری ادرار به میزان ۰/۵ تا ۱ میلی‌لیتر بر ساعت در بزرگسالان و طبیعی شدن فشار خون به‌عنوان اهداف همدینامیکی است [۷]. فشار خون و تعداد ضربان قلب در مواقع شوک ممکن است با تأخیر تغییر کنند و تنها زمانی که مکانیسم‌های جبرانی مختل شوند، قابل‌مشاهده باشند. بنابراین شوک جبران‌شده ممکن است به‌راحتی توسط تیم درمانی شناسایی نشود. این تأخیر در شناسایی هیپوپرفیوژن می‌تواند منجر به احیای ناکافی و تأخیری در بیماران شود که به‌طور قوی با افزایش عفونت، نارسایی چندارگانی و مرگ‌ومیر مرتبط است. [۸]

اندکس‌های اکسیژناسیون گلوبال، مانند انتقال اکسیژن و مصرف اکسیژن و اسیدیته اینترآگاستریک به‌عنوان نشانگرهای احیا معرفی شده‌اند، اما مشخص شده است که آن‌ها بیشتر ارزش پیشگویی‌کننده داشته‌اند تا اینکه به‌عنوان راهنمایی برای احیا باشند [۹].

ابزارهای پایش تهاجمی، مانند مانیتورینگ فشار سیاهرگ مرکزی و حجم خون داخل قفسه سینه به‌طور مکرر برای راهنمایی مایع‌درمانی در فاز احیای بیماران با سوختگی شدید استفاده می‌شوند. این ابزارها معمولاً منجر به تجویز بیشتر مایعات نسبت به حجم محاسبه‌شده با فرمول‌های تجربی می‌شوند. این وضعیت باعث افزایش شک و تردید درباره کفایت فرمول‌های احیای موجود و نیاز به پارامترهای عملی و قابل‌اعتماد برای پایش احیا شده است [۱۰].

اگرچه مانیتورینگ‌های تهاجمی می‌توانند تمامی نقصان‌های پرفیوژن را مشخص کنند، اما وابسته بودن به کاربر، خطرات بالقوه برای قربانیان سوختگی، همچنین مشکلات متدولوژیک جدی علاوه بر تجهیزات گران‌قیمت و نیاز به کاتتر، از مشکلات استفاده از این تجهیزات تهاجمی است [۱۱].

سوختگی شدید به علت آسیب میکروواسکولار و خروج شدید مایعات از مویرگ‌ها به‌سرعت منجر به از دست رفتن حجم داخل عروقی می‌شود [۱]. شوک سوختگی ماهیت هیپوولمیک داشته و مشخصه آن تغییرات همدینامیک قابل‌ملاحظه، شامل کاهش حجم پلاسما، برون‌ده قلبی، برون‌ده ادراری و افزایش پیش‌رونده مقاومت عروق سیستمیک است که منجر به کاهش جریان خون محیطی می‌شود [۲].

در مطالعاتی با عنوان «اپیدمیولوژی و مرگ‌ومیر در بیماران بستری‌شده به دلیل سوختگی در کاتالونیا، اسپانیا» که در سال ۲۰۲۳ بر روی ۲۶۵۱ بیمار در اسپانیا توسط ال آبارکا و همکاران انجام شد، بیشتر بیماران بستری‌شده به دلیل سوختگی مردان (۶۱ درصد) بودند، با سن غالب ۳۵ تا ۴۵ سال (۱۶/۸ درصد) و کودکان صفر تا ۴ سال (۱۲/۴ درصد). شایع‌ترین مکانیسم آسیب، سوختگی با آب داغ بود و بیشترین آسیب به دست‌ها وارد شد. میانگین سطح کل بدن سوخته^۱ (TBSA) ۸/۳ درصد و نسبت بیماران با سوختگی شدید ۹/۷ درصد بود. چاقی (۳۹/۵ درصد) شایع‌ترین بیماری همراه بود و میانگین مدت اقامت در بیمارستان ۱/۸ روز بود. شایع‌ترین عوارض شامل سپسیس (۱۶/۶ درصد) و آسیب حاد کلیه (۷/۹ درصد) بودند. عوامل خطر مرگ‌ومیر شامل سن بالا، استنشاق دود و سوختگی تمام‌ضخامت بودند. میزان مرگ‌ومیر کلی ۴/۳ درصد و نارسایی چندارگانی شایع‌ترین علت مرگ (۴۹/۵ درصد) بود. در ۲۵ سال گذشته، جمعیت پیرتر شده و تعداد بیماری‌های همراه افزایش یافته است. همچنین میزان مرگ‌ومیر سن تنظیم‌شده در کودکان صفر درصد و در بزرگسالان ۴/۳ درصد بود [۳].

به دنبال سوختگی‌های وسیع، احیای حجم داخل عروقی با مایعات تزریقی از مهم‌ترین پایه‌های اصلی اداره بیماران سوختگی بوده و مستقیماً با پیش‌آگهی بیماران مرتبط است. فرمول‌های مختلفی برای برقراری یک رژیم استاندارد جهت احیای بیماران سوختگی طراحی شده‌اند که معمولاً شامل انفوزیون کریستالوئید با سرعت ۴ تا ۲ میلی‌لیتر×درصد سوختگی×وزن بیمار (کیلوگرم) در ۲۴ ساعت اول سوختگی حرارتی است. این استانداردهای درمان، به‌رحال در طی سال‌های گذشته به‌طور فزاینده‌ای مورد چالش قرار گرفته و دلیل آن انتشار مقالات متعدد در زمینه احیا و هیپوپرفیوژن، در زمان کاربرد هر کدام از فرمول‌های پیش‌گفت به تنهایی بوده است [۴].

تجویز بیش از حد مایعات جهت احیا، با نشت مایعات از سیستم مویرگی منجر به افزایش ادم بینابینی شده و در نتیجه موجب پدتر شدن میکروسیرکولاسیون می‌شود [۵]. بنابراین مناسب‌ترین راهنما جهت تعیین نقطه نهایی احیا همچنان مورد بحث است.

1. Total Body Surface Area (TBSA)

بیمار و با هدف دستیابی به برون‌ده اداری ۱ میلی لیتر بر کیلوگرم بر ساعت و فشار متوسط شریانی ≥ 65 میلی متر جیوه تنظیم شد. برون‌ده اداری هدف در مطالعه ما مختصری بالاتر از برون‌ده اداری مدنظر در گایدلاین رایج در مراقبت‌های سوختگی (۳۰ تا ۵۰ میلی لیتر بر ساعت) بود. علائم حیاتی، شامل تعداد ضربان قلب، تعداد تنفس، فشار خون و دمای بدن و برون‌ده اداری هر ۲ ساعت اندازه‌گیری شد.

در اسرع وقت بعد از پذیرش بیمار پروتکل مطالعه اجرا شد. پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی از بیماران یا همراهان آن‌ها، نمونه‌های خون از شریان برای اندازه‌گیری کسر قلیایی پلاسما و سطح لاکتات سرم گرفته شد. این نمونه‌گیری هر ۱۲ ساعت در طول ۴۸ ساعت اول بستری تکرار شد.

اطلاعات جمعیت‌شناختی بیماران شامل سن، جنسیت، درصد سوختگی و نوع سوختگی (شعله، بخار داغ و غیره) در فرم‌های جمع‌آوری داده ثبت شد. همچنین نتایج آزمایش‌ها با استفاده از دستگاه‌های آنالیز خودکار HITACHI و sera kit ROCHEH انجام شد. سطح سرمی طبیعی لاکتات ≤ 2 میلی مول بر لیتر در نظر گرفته شد. تمامی نمونه‌های گرفته‌شده از بیماران توسط یک آزمایشگاه و تکنسین مورد اطمینان ارزیابی و ثبت شد. بنابراین خطاهای بین‌آزمایشگاهی در مطالعه به حداقل خود رسیده است.

متغیرهای مرتبط با احیا (فشار شریانی میانگین^۴، برون‌ده اداری، سطح لاکتات و کسر قلیایی) در طی ۴۸ ساعت اول بعد از سوختگی و همچنین اطلاعات جمعیت‌شناختی (سن، میانگین سطح کل بدن سوخته، میزان درصد سوختگی‌های درجه ۲ و ۳) در بین بیماران زنده‌مانده و فوت‌شده مقایسه شد. در طی این مطالعه ارزش پیشگویی‌کنندگی لاکتات خون و کسر قلیا بر پیش‌آگهی بیماران مورد بررسی قرار گرفت. همچنین رابطه بین وسعت سوختگی بدن با ارزش پیشگویی‌کنندگی لاکتات خون و کسر قلیایی محاسبه شد.

جهت بررسی میزان مفید بودن ارزش پیشگویی‌کنندگی لاکتات خون و کسر قلیا در مورد ارزیابی اثر سوختگی استنشاقی بر مورتالیتی ناشی از سوختگی، بیماران به ۲ گروه بیماران با سوختگی استنشاقی و بیماران بدون سوختگی استنشاقی تقسیم شدند و رابطه بین ارزش پیشگویی‌کنندگی لاکتات خون و کسر قلیا و میزان مورتالیتی در این دو گروه مورد مطالعه قرار گرفت.

در طول مطالعه غیر از پزشک معالج، بیماران، سایر افراد تیم درمانی و همچنین تیم تحقیق نسبت سطح سرمی لاکتات خون و کسر قلیا بی‌اطلاع ماندند. پیگیری وضعیت بیماران در طول مدت بستری و همچنین ثبت عوارض احتمالی، مانند نارسایی چندارگانی انجام شد.

بیشتر مرگ‌ومیرها در بیماران ترومایی بدحال و بیماران با سوختگی شدید ثانویه به نارسایی چندارگانی مربوط است که یکی از مراحل انتهایی سندرم پاسخ التهابی سیستمیک بوده و اغلب نتیجه و یا ادامه هیپوپرفیوژن است [۱۲]. بنابراین پرفیوژن ارگان‌ها هدف نهایی یک احیای موفقیت‌آمیز است. در بیماران با تروما یا سوختگی شدید، لاکتات سرم به‌عنوان یک بیومارکر عدم تعادل عرضه و تقاضای اکسیژن در ارگان‌ها است. اسیدوز لاکتیک مکرراً در بیماران بدحال دیده می‌شود و احیای تهاجمی و قلبی‌ریوی، جهت برقراری مجدد پرفیوژن بافتی رویکرد اساسی در درمان این بیماران است. بنابراین لاکتات سرم و کسر قلیایی به‌عنوان پارامترهای نقطه پایانی احیا پیشنهاد شده‌اند. هر دو پارامتر همچنین اطلاعاتی را در زمینه ارزیابی شدت سوختگی ارائه و به بهبود استراتژی‌های درمانی کمک می‌کنند [۱۳].

هدف ما از این مطالعه تعیین این مسئله است که آیا می‌توان از سطح سرمی لاکتات سرم و کسر قلیایی^۲ به‌عنوان یک ابزار پیشگویی‌کننده مورتالیتی به‌دست‌آمده در میان بیماران با آسیب‌های سوختگی استفاده کرد؟

روش‌ها

این تحقیق به‌صورت یک مطالعه تحلیلی مقطعی انجام شد که شامل ۳۸۹ بیمار با سوختگی ۲۰ درصد یا بیشتر بود. محیط پژوهش مرکز آموزشی، درمانی، پژوهشی ولایت بود که تنها مرکز تخصصی سوانح و سوختگی در سطح استان گیلان است و امکان دسترسی به نمونه‌های مذکور در آن وجود داشت. از ابتدای فروردین ماه ۱۳۹۸ لغایت پایان شهریور ۱۳۹۸ بیماران هوشیار بالای ۱۸ سال مراجعه‌کننده به بخش اورژانس سوختگی ولایت که دچار سوختگی با وسعت ۲۰ درصد و بیشتر از سطح بدن شده‌اند وارد مطالعه شدند (در صورت پایین بودن سطح هوشیاری رضایت از همراهان اخذ شد). معیارهای ورود شامل بیماران بالای ۱۸ سال با سوختگی ۲۰ درصد یا بیشتر بود. بیماران با شرایط خاص مانند بیماری‌های قلبی و بیماری انسدادی مزمن ریه^۳ یا بیماران با مصرف مصرف داروهای خاص از مطالعه خارج شدند. دیگر معیارهای خروج، شامل سوختگی تنفسی، سوختگی با مایعات داغ، برق و شعله مستقیم و کاهش سطح هوشیاری و یا مرگ بیمار در ۴۸ ساعت اول بودند.

درصد سوختگی در بیماران با استفاده از روش مطالعه لیو محاسبه شده [۱۴] و جهت مایع‌درمانی و احیای بیماران سوختگی، سرم رینگر لاکتات تجویز شد و برآورد اولیه مایعات موردنیاز براساس فرمول پارکلند (که مایع موردنیاز بیماران سوختگی را براساس درصد سوختگی و وزن بیمار محاسبه می‌کند) صورت گرفت و سپس سرعت تزریق براساس نیاز بالینی

4. MAP

2. Base Deficit
3. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)

بستری شده بودند. در بررسی پیامد سوختگی درصد مرگ ۲۴/۷ با فاصله اطمینان ۹۵ درصد ۲۰/۶ تا ۲۹/۱ بوده است.

در جدول شماره ۱ به مقایسه درصد مورتالیتی و بهبودی برحسب سن، جنس، درصد و درجه سوختگی و همچنین علت سوختگی پرداخته شده است. براساس اطلاعات این جدول، توزیع فراوانی پیامد سوختگی (مرگ یا بهبودی جسمی) برحسب گروه سنی ($P=0/011$)، درصد سوختگی ($P<0/001$) و درجه سوختگی ($P<0/001$) معنی دار بوده است. درصد مورتالیتی در گروه سنی ۳۵ سال و بیشتر، بیشتر از سایر گروه‌های سنی بوده است و همچنین میانگین سنی در موارد مرگ بیشتر از بهبودی نسبی بوده است. اطلاعات جدول شماره ۱ نشان می‌دهد درصد مورتالیتی در بیماران با سوختگی ۵۰ تا ۷۵ درصد (۵۹/۲ درصد) و ۷۵ درصد بالاتر (۸۸/۹ درصد)، بیشتر از درجات پایین‌تر بوده است. میانگین درجات سوختگی در موارد مرگ بیش از ۱/۵ برابر میانگین درجه سوختگی بیماران با بهبودی نسبی بوده است. درصد مورتالیتی برحسب درجه سوختگی درجه ۴، ۷۸/۱ درصد، ۳، ۲۶/۹ درصد و درجه ۲، ۲/۷ درصد بوده است. درصد مورتالیتی برحسب جنس و همچنین علت سوختگی معنی‌دار نبوده است (از لحاظ آماری).

تصویر شماره ۱ به مقایسه لاكتات سرم برحسب پیامدهای سوختگی با تفکیک زمانی اندازه‌گیری در طول مطالعه می‌پردازد. براساس مقایسه‌های اسید لاکتیک و تفکیک زمانی اندازه‌گیری، در همه زمان‌ها میانگین و میانه لاكتات در بیمارانی که دچار مرگ شده‌اند نسبت به بیماران با بهبودی نسبی بیشتر بوده است ($P<0/001$). در مقایسه‌های درون‌گروهی تغییرات اسید لاکتیک در گروهی که بهبودی نسبی داشته‌اند به‌طور کلی کاهش معنی‌داری داشته است ($P<0/001$)، اما در گروه بیماران دچار مرگ اگرچه تغییرات معنی‌دار بوده است، اما با افزایش اسید لاکتیک بعد از ۶ ساعت اول روبه‌رو بوده‌ایم در این تغییرات افزایش نیز معنی‌دار بوده است ($P<0/001$).

در بررسی مقایسه‌های زوجی بین دو گروه با بهبود نسبی و مرگ، باتوجه به تصویر شماره ۱ از ساعت ۶ تا ۲۴ بوده است. ارائه بین زمان‌های اندازه‌گیری نسبت به ابتدا افزایش معنی‌داری داشته‌ایم، اما از ۲۴ ساعت تا ۴۸ ساعت (و از ۴۸ ساعت تا ۷۲ ساعت) یک سیر کاهشی در اسید لاکتیک داشته‌ایم. و حتی در ۷۲ ساعت میزان اسید لاکتیک در این گروه از بیماران (بیماران دچار مرگ) به کمترین میزان خودش می‌رسد. در بیماران با بهبودی نسبی تغییرات اسید لاکتیک سیر تقریباً یکسانی داشته است. حداکثر تغییرات درصد ۱ واحد بوده است. به‌طور کلی ارتباط گروه مورد مطالعه براساس تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر ۵ با اسید لاکتیک از لحاظ آماری معنی‌دار و

در این مطالعه جهت دستیابی به اهداف طرح آزمون‌های آماری توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد) و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. آزمون‌های آماری، شامل آزمون تی مستقل با هدف مقایسه میانگین ۲ گروه مستقل و برای تعیین اینکه آیا تفاوت معناداری بین میانگین‌های ۲ گروه وجود دارد انجام شد. آزمون کای‌دو با هدف بررسی ارتباط بین ۲ متغیر کیفی و برای تعیین اینکه آیا توزیع مشاهدات در گروه‌ها به طور تصادفی است یا خیر و رگرسیون چندمتغیره لجستیک (آنووا) برای بررسی تأثیر یک یا چند متغیر مستقل بر چندین متغیر وابسته و تعیین اینکه آیا میانگین‌های گروه‌های مختلف در چندین متغیر وابسته به‌طور هم‌زمان متفاوت هستند یا خیر استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه جهت بررسی ارتباط بین سطح سرمی لاكتات و کسر قلیای بیماران با سوختگی شدید بستری در مرکز سوانح و سوختگی ولایت شهر رشت ۳۸۹ بیمار مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین و انحراف معیار سن نمونه‌ها $31/77 \pm 9/41$ ، کوچک‌ترین بیمار سوختگی مورد مطالعه ۱۹ ساله و بزرگ‌ترین ۹۲ ساله بوده است. اکثریت بیماران مورد مطالعه (۶/۷۷ درصد) مرد بودند. فراوانی نمونه‌های مورد پژوهش برحسب درصد و درجه و علت سوختگی در بیماران مورد مطالعه نشان داد از میانگین ۴۳/۱ و انحراف معیار ۲۳/۳ برخوردار بودند کمترین درصد سوختگی ۲۰ و بیشترین ۱۰۰ درصد بود.

اکثریت بیماران مورد مطالعه از درجه سوختگی درجه ۳ برخوردار بودند ۶۲/۹ درصد و ۲۹/۱ درصد درجه ۲ و تنها حدود ۸ درصد از درجه چهارم بودند. در بررسی علت سوختگی در این مطالعه شایع‌ترین علت‌ها به ترتیب شعله آتش (۲۷/۵ درصد) و بخار داغ (۸/۲ درصد) بوده است.

براساس اطلاعات، میزان طول مدت بستری و فاصله زمانی بین وقوع آسیب سوختگی و اولین نمونه‌گیری سطح سری لاكتات میانگین طول مدت بستری ۱۰ روز و انحراف معیار ۹/۴ با میانه ۷ روز بوده است.

کمترین طول مدت بستری ۱ روز و بیشترین ۸۰ روز بوده است. فاصله اطمینان ۹۵ درصد طول مدت بستری جهت تعمیم‌دهی به جامعه بیماران سوختگی شدید ۸/۵ تا ۱۰/۴ روز بود.

در بررسی فاصله زمانی بین وقوع آسیب سوختگی و اولین نمونه‌گیری سطح سری لاكتات اطلاعات این مطالعه نشان می‌دهد میانگین ۲/۳ و انحراف معیار آن ۱/۳ ساعت بود. کمترین زمان این فاصله ۱ ساعت و بیشترین ۹ ساعت بوده است. اکثریت بیماران (۴۲/۷ درصد) ۷ تا ۱۴ روز و ۴۱/۱ درصد کمتر از ۱ هفته

جدول ۱. مقایسه توزیع فراوانی پیامد سوختگی (مرگ، بهبودی نسبی) برحسب سن، جنس، درجه، درصد و علت سوختگی

متغیر	پیامد سوختگی	تعداد (درصد)		P
		بهبود نسبی	مرگ	
سن	کمتر از ۲۵	۵۷(۸۲/۶)	۱۲(۱۷/۴)	۰/۰۰۱*
	۲۵ - ۳۰	۶۴(۸۱/۰)	۱۵(۱۹/۰)	
	۳۰ - ۳۵	۸۸(۷۸/۶)	۲۴(۲۱/۴)	
	۳۵ سال و بیشتر	۸۴(۶۵/۱)	۴۵(۳۴/۹)	
	جمع	۲۹۳(۷۵/۳)	۹۶(۲۴/۷)	
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	۳۰/۳۷ $\pm$ ۵/۷۲	۳۶/۰۳ $\pm$ ۱۵/۳۹	۰/۰۰۱**
جنس	مرد	۲۳۳(۷۷/۲)	۶۹(۲۲/۸)	۰/۱۱۹*
	زن	۶۰(۶۹/۰)	۲۷(۳۱/۰)	
	جمع	۲۹۳(۷۵/۳)	۹۶(۲۴/۷)	
درصد سوختگی	کمتر از ۲۵ درصد	۸۴(۱۰۰/۰)	۰(۰/۰)	<۰/۰۰۱*
	۲۵ - ۵۰	۱۷۰(۱۰۰/۰)	۰(۰/۰)	
	۵۰ - ۷۵	۳۳(۴۰/۷)	۴۸(۵۹/۳)	
	۷۵ درصد و بالاتر	۶(۱۱/۱)	۴۸(۸۸/۹)	
	جمع	۲۹۳(۷۵/۳)	۹۶(۲۴/۷)	
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	۳۲/۳۷ $\pm$ ۱۲/۹۲	۷۵/۹۴ $\pm$ ۱۶/۱۰	<۰/۰۰۱*
درجه سوختگی	درجه ۲	۱۱۰(۹۷/۳)	۳(۲/۷)	<۰/۰۰۱*
	درجه ۳	۱۷۹(۷۳/۱)	۶۶(۲۶/۹)	
	درجه ۴	۴(۱۲/۹)	۲۷(۸۷/۱)	
	جمع	۲۹۳(۷۵/۳)	۹۶(۲۴/۷)	
علت سوختگی	بتخار داغ	۲۳(۷۱/۹)	۹(۲۸/۱)	۰/۰۷۳**
	مایعات داغ	۸۳(۷۷/۶)	۲۴(۲۲/۴)	
	شعله آتش	۱۳۵(۷۱/۴)	۵۴(۲۸/۶)	
	مواد شیمیایی	۱۲(۱۰۰/۰)	۰(۰/۰)	
	سوختگی برقی	۱۱(۱۰۰/۰)	۰(۰/۰)	
	اجسام داغ	۴(۱۰۰/۰)	۰(۰/۰)	
	نالمشخص	۵(۳/۵)	۹(۲۶/۵)	
	جمع	۲۹۳(۷۵/۳)	۹۶(۲۴/۷)	

*آزمون کای-دو، **آزمون دقیق فیشر، †آزمون تی مستقل

جدول ۲. مقایسه تغییرات اسید لاکتات و کسر قلیا نسبت به ۶ ساعت اول بین ۲ گروه بهبود نسبی و مرگ

P	پیامد سوختگی						متغیر
	جمع		مرگ		بهبود نسبی		
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	
۰/۳۹۳	۲/۰۰	۱/۵۱ $\pm$ ۱/۶۷	۱/۵۰	۱/۳۸ $\pm$ ۱/۶۲	۲/۰۰	۱/۵۵ $\pm$ ۱/۶۹	تفاوت اسید لاکتات ۶ ساعت دوم با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	۰/۰۰	۰/۳۴ $\pm$ ۲/۲۶	۳/۰۰	۳/۳۶ $\pm$ ۱/۴۹	-۱/۰۰	-۰/۶۶ $\pm$ ۱/۴۴	تفاوت اسید لاکتات ۶ ساعت سوم با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	۱/۰۰	۱/۹۶ $\pm$ ۳/۱۴	۶/۰۰	۴/۷۰ $\pm$ ۳/۴۸	۱/۰۰	۱/۰۶ $\pm$ ۲/۴۲	تفاوت اسید لاکتات روز اول با ۶ ساعت اول
۰/۰۰۹	۱/۰۰	۰/۵۷ $\pm$ ۱/۷۴	۱/۰۰	۰/۹۸ $\pm$ ۱/۸۴	۱/۰۰	۰/۴۴ $\pm$ ۱/۶۹	تفاوت اسید لاکتات روز دوم با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	-۱/۰۰	-۰/۶۷ $\pm$ ۱/۸۷	-۲/۰۰	-۲/۰۱ $\pm$ ۱/۵۳	۰/۰۰	-۰/۲۳ $\pm$ ۱/۷۷	تفاوت اسید لاکتات روز سوم با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	-۱/۰۰	-۰/۴۸ $\pm$ ۱/۷۵	-۱/۰۰	-۱/۱۵ $\pm$ ۱/۷۸	-۱/۰۰	-۰/۲۷ $\pm$ ۱/۶۸	تفاوت کسر قلیایی ۶ ساعت ۲ از ۶ ساعت اول
۰/۰۰۱	-۱/۰۰	-۰/۶۸ $\pm$ ۲/۱۳	-۱/۰۵	-۱/۳۲ $\pm$ ۱/۹۱	۰/۰۰	-۰/۴۷ $\pm$ ۲/۱۵	تفاوت کسر قلیایی ۶ ساعت سوم با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	-۱/۰۰	-۱/۰۵ $\pm$ ۲/۰۷	-۳/۰۰	-۲/۷۸ $\pm$ ۲/۰۶	۰/۰۰	-۰/۴۸ $\pm$ ۱/۷۴	تفاوت کسر قلیایی روز اول با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	-۱/۰۰	-۰/۶۸ $\pm$ ۲/۴۰	-۲/۹۰	-۲/۹۶ $\pm$ ۲/۲۶	۰/۰۰	۰/۰۷ $\pm$ ۱/۹۴	تفاوت کسر قلیایی روز دوم با ۶ ساعت اول
<۰/۰۰۱	-۱/۰۰	-۱/۴۴ $\pm$ ۲/۸۶	-۴/۳۰	-۴/۳۴ $\pm$ ۲/۷۳	-۱/۰۰	-۰/۴۹ $\pm$ ۲/۱۸	تفاوت کسر قلیایی روز سوم با ۶ ساعت اول

مجله دانشگاه علوم پزشکی کیران

اتا بین صفر تا ۱ است). هرچه قدر این ضریب به ۱ نزدیک تر باشد میزان اثر بیشتر خواهد بود. در مطالعه حاضر همان طور که گفته شد برابر با ۰/۸۶۳ بوده است. در صورت آزمودن این مطالعه در بررسی ارتباط سنجی پیامد با اسید لاکتیک، برابر با ۹/۹۹ درصد بوده است.

در جدول شماره ۲ به مقایسه تغییرات اسید لاکتیک و کسر قلیا بر حسب پیامد سوختگی نشان داده شده است. براساس اطلاعات

بیماران دچار مرگ از میزان اسید لاکتیک اولیه بالایی برخوردار بودند و تغییرات اسید لاکتیک در گروه مورد مطالعه روند متفاوتی داشته است. این روند در گروه بیماران با بهبودی نسبی یک روند ثابت، اما در گروه بیماران دچار مرگ روند افزایشی و بعد از ۲۴ ساعت روند کاهشی داشته است. در بررسی میزان اثر براساس ضریب $\text{Partial Eta Squared} = ۰/۸۶۳$ میزان ارتباط بین پیامد بیماری با اسید لاکتیک به شدت بالا بوده است (ضریب پارشیال

جدول ۳. ارتباط پیامد سوختگی و میزان اسید لاکتات با تعدیل اثر متغیرهای فردی زمینه‌ای و وابسته بیماری

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P	میزان اثر	قدرت آزمون
مقدار ثابت	۱۷۶۳/۷۸۲	۱	۱۷۶۳/۷۸۲	۵۶۲/۱۸۹	۰/۰۰۰	۰/۵۹۶	۰/۹۹۹
پیامد سوختگی	۲۹۲۱/۷۸۱	۱	۲۹۲۱/۷۸۱	۹۳۱/۲۹۰	<۰/۰۰۱	۰/۷۱۰	۰/۹۹۹
جنس	۱۴/۴۴۷	۱	۱۴/۴۴۷	۴/۶۰۵	۰/۰۳۳	۰/۰۱۲	۰/۵۷۲
درجه سوختگی	۸۴/۰۴۷	۲	۴۲/۰۲۴	۱۳/۳۹۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۶۶	۰/۹۹۸
سن	۶۱/۷۶۹	۱	۶۱/۷۶۹	۱۹/۶۸۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۴۹	۰/۹۹۳
درصد سوختگی	۲/۰۸۸	۱	۲/۰۸۸	۰/۶۶۶	۰/۴۱۵	۰/۰۰۲	۰/۱۲۹
فاصله زمانی بین وقوع آسیب سوختگی و اولین نمونه‌گیری سطح سرمی لاکتات (ساعت)	۱۷/۲۸۱	۱	۱۷/۲۸۱	۵/۵۰۸	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴	۰/۶۴۸
خطا	۱۱۹۵/۳۳۹	۳۸۱	۳/۱۳۷				

مجله دانشگاه علوم پزشکی کیران

جدول ۴. همبستگی بین طول مدت بستری با مقدار اسید لاکتات و کسر قلیا اندازه‌گیری شده در زمانهای مختلف

متغیر	لاکتات ۶ ساعت اول	لاکتات ۶ ساعت دوم	لاکتات ۶ ساعت سوم	لاکتات روز اول	لاکتات ۶ روز دوم	لاکتات ۶ روز سوم	کسر قلیایی ۶ ساعت اول	کسر قلیایی ۶ ساعت دوم	کسر قلیایی ۶ ساعت سوم	کسر قلیایی روز اول	کسر قلیایی روز دوم	کسر قلیایی روز سوم
ضریب همبستگی	۰/۰۴۷	۰/۱۱۸	-۰/۰۳۶	-۰/۰۷۴	۰/۰۰۸	۰/۰۴۹	-۰/۰۳۳	-۰/۰۵۴	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	-۰/۰۲۶	۰/۰۵۱
P	۰/۳۵۱	۰/۰۲۰	۰/۴۷۶	۰/۱۴۵	۰/۸۷۳	۰/۳۳۷	۰/۵۱۲	۰/۲۹۰	۰/۸۵۴	۰/۵۸۳	۰/۶۱۰	۰/۳۱۴
N	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹	۳۸۹

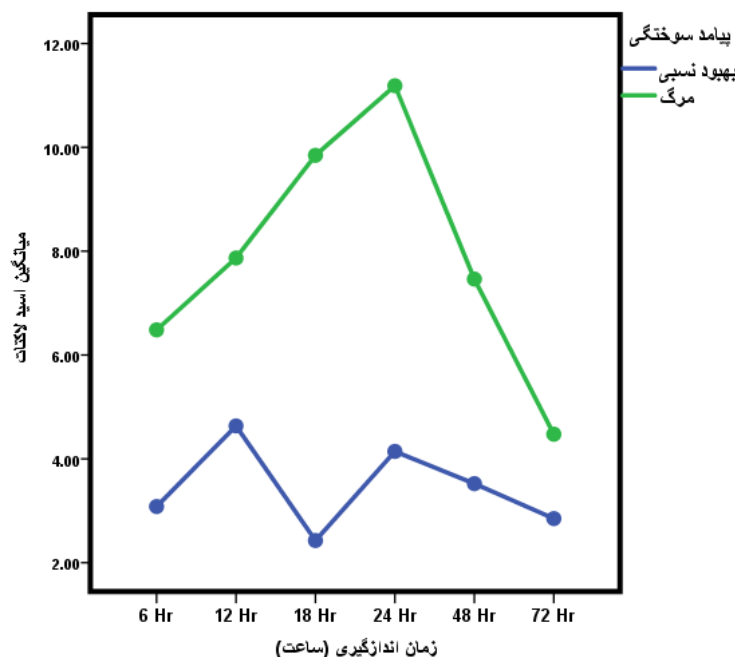
مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

جدول شماره ۳ به بررسی ارتباط پیامد سوختگی با میزان اسید لاکتیک پس از تعدیل و کنترل اثرات متغیرهای ضروری و زمینه‌ای و وابسته به بیماری با استفاده از روش آماری RMANOVA می‌پردازد. براساس اطلاعات این جدول ارتباط پیامد سوختگی با میزان اسید لاکتیک‌های اندازه‌گیری شده در ساعات گوناگون، پس از کنترل متغیرهای جنس، درجه سوختگی، درصد سوختگی، فاصله زمانی بین وقوع آسیب تا اولین نمونه‌گیری سطح سری لاکتات از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است.

براساس اطلاعات **جدول شماره ۳** ارتباط جنس ($P=0/033$)، سن ($P<0/001$)، درجه سوختگی ($P<0/001$) و همچنین فاصله زمانی بین وقوع آسیب سوختگی و اولین نمونه‌گیری سطح سری لاکتات ($P=0/019$) نیز با میزان اسید لاکتات ارتباط معنی‌داری داشته است.

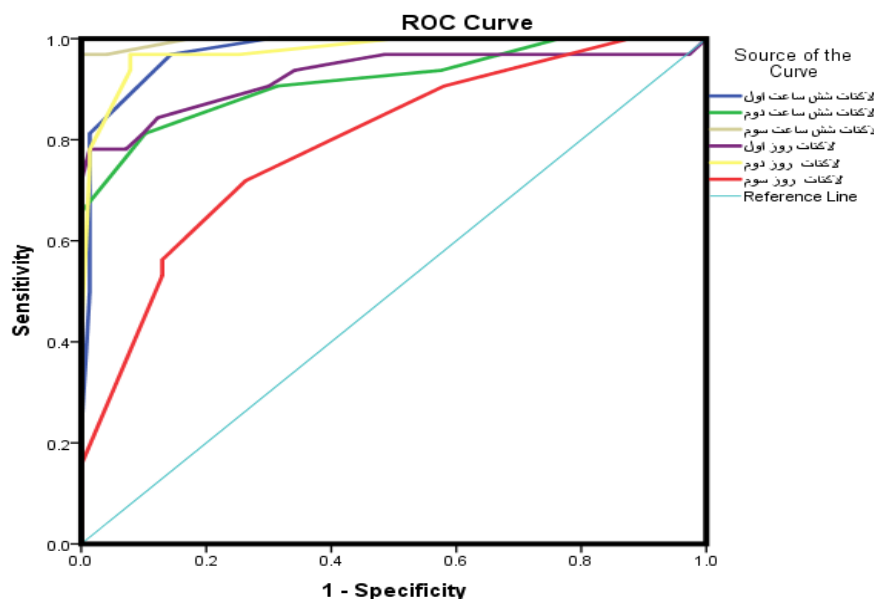
این جدول تفاوت اسید لاکتیک در همه زمان‌های اندازه‌گیری نسبت به ۶ ساعت اول از لحاظ آماری بین ۲ گروه بهبود نسبی و مرگ معنی‌دار بوده است ($P<0/001$). تغییرات اسید لاکتیک ۶ ساعت دوم نسبت به ۶ ساعت اول معنی‌دار نیست ($P=0/393$)

تفاوت اسید لاکتیک در همه زمان‌ها نسبت به ۶ ساعت اول در گروه موارد مرگ و میر بیشتر از گروه بهبود نسبی بوده است. ارتباط با کسر قلیا نیز تفاوت میزان این قلیا در همه زمان‌های اندازه‌گیری نسبت به ۶ ساعت اول بین ۲ گروه بهبودی و مرگ معنی‌دار بود. در همهی این زمان‌ها میزان کاهش اسید لاکتیک نسبت به ۶ ساعت اول در گروه موارد مرگ به شکل معنیداری بیشتر از گروه بهبود نسبی بوده است.



تصویر ۱. مقایسه لاکتات سرم برحسب پیامد سوختگی به تفکیک زمان‌های اندازه‌گیری

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان



مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تصویر ۲. سطح پیش‌بینی‌کنندگی اسید لاکتات ساعات گوناگون جهت پیش‌بینی مورتالیتی براساس نمودار

یافته‌های این مطالعه نشان داده است ارتباط پیامد سوختگی (بهیود نسبی، مرگ) با میزان کسر قلیا و اسید لاکتیک معنی‌دار بوده است و این نتایج هم در آنالیز تک‌متغیره و هم در آنالیز چندگانه پس از کنترل اثرات متغیرهای فردی زمینه‌ای و وابسته به سوختگی استوار بوده است. بنابراین در ادامه برای داشتن یک نقطه برش مناسب، به تفکیک ساعات اندازه‌گیری اسید لاکتیک و کسر قلیا جهت پیش‌بینی مورتالیتی در بیماران براساس نمودار منحنی عملکرد تشخیصی^۶ (ROC) پرداخته شده است براساس تصویر شماره ۲ و جدول شماره ۵ سطح پیش‌بینی‌کنندگی اسید لاکتات تمامی ساعات برای پیش‌بینی مورتالیتی از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است ($P < 0.001$).

در جدول شماره ۴ به همبستگی بین طول مدت بستری به‌صورت کمی برحسب روز با مقدار اسید لاکتات و کسر قلیا براساس ضریب همبستگی پیرسون پرداخته شده است. براساس نتایج این جدول ارتباط طول مدت بستری با میزان اسید لاکتات و کسر قلیا در ساعات اندازه‌گیری شده ارتباط معنی‌داری نداشته است ($P > 0.05$). تنها ضریب همبستگی طول مدت بستری با میزان لاکتات ۶ ساعت دوم همبستگی معنی‌داری داشته است. ($r = 0.118$, $P = 0.02$) اما براساس تقسیم‌بندی ضریب همبستگی پیرسون این ارتباط در سطح خیلی پایینی است.

6. Receiver Operating Characteristic (ROC)

جدول ۵. سطح پیش‌بینی‌کنندگی و نقاط برش اسید لاکتات ساعات گوناگون جهت پیش‌بینی مورتالیتی براساس نمودار ROC

Area Under the Curve								
Confidence Interval ۹۵% Asymptotic					Asymptotic Sig.b	Std. Errora	Area	Test Result Variables
Specificity	Sensitivity	Optimal Cutoff	Upper Bound	Lower Bound				
۹۷/۶	۸۱/۳	۵/۲۵۰	۰/۹۸۸	۰/۹۶۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۹۷۵	لاکتات ۶ ساعت اول
۸۹/۸	۸۱/۳	۶/۵۰۰	۰/۹۵۴	۰/۸۷۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۹	۰/۹۱۷	لاکتات ۶ ساعت دوم
۹۵/۹	۹۶/۹	۴/۵۰	۱/۰۰۰	۰/۹۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۹۹۷	لاکتات ۶ ساعت سوم
۹۰/۱	۸۱/۳	۷/۵۰	۰/۹۶۶	۰/۸۸۷	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۹۲۶	لاکتات روز اول
۹۲/۲	۹۶/۹	۵/۲۵	۰/۹۹۱	۰/۹۶۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۹۷۶	لاکتات روز دوم
۷۳/۷	۷۱/۹	۲/۵۰	۰/۸۴۵	۰/۷۴۲	۰/۰۰۰	۰/۰۲۶	۰/۷۹۴	لاکتات روز سوم

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

بحث

سوختگی از تروماهای مهم است که در موارد بسیار شدید می‌تواند باعث ایجاد شوک شود. احیای بیمار از مهم‌ترین اقدامات درمانی در مواجهه با شوک سوختگی است. احیای کافی و به‌موقع شوک سوختگی باعث به حداقل رساندن مورتالیتی و موربیدیتی خواهد شد. با این حال آنچه بسیار اهمیت دارد، احیای به‌موقع و کافی بیمار است. بسیاری از مطالعات کسر قلیایی پلاسما را به‌عنوان معیاری جهت پایش کیفیت احیا معرفی کردند. کسر قلیایی پلاسما، از جمله مواردی است که در هنگام عدم خون‌رسانی نسبی کافی کاهش می‌یابد. از طرفی دیگر لاکتات نیز ماده دیگر قابل اندازه‌گیری است که در کاهش خون‌رسانی نسبی افزایش می‌یابد [۷، ۱۵]. در این پژوهش ما به بررسی مقادیر سطح لاکتات و کسر قلیایی پلاسما و همچنین ارتباط آن با میزان مرگ‌ومیر در بیماران بستری‌شده در بخش سوانح سوختگی پرداختیم.

اطلاعات مربوط به ۳۸۹ بیمار بستری‌شده، به شکل گذشته‌نگر بررسی شد. بیشترین بازه سنی درگیر افراد بالای ۳۰ سال بودند. همچنین سوختگی‌های شدید در مردها بیشتر اتفاق افتاد. نزدیک به نصف جمعیت مورد مطالعه بین ۵۰ تا ۷۵ درصد سوختگی داشته و سوختگی‌ها بیشتر از نوع درجه ۳ بود. شعله مستقیم آتش و سوختگی با مایعات داغ از شایع‌ترین علل سوختگی در بیماران مورد بررسی بود. براساس اطلاعات، میزان طول مدت بستری و فاصله زمانی بین وقوع آسیب سوختگی و اولین نمونه‌گیری سری سطح لاکتات با میانگین طول مدت بستری ۱۰ روز و انحراف معیار ۹/۴ و با میانه ۷ روز بوده است. طبق یافته‌های این مطالعه، تقریباً ۲۵ درصد بیماران فوت کردند. بررسی‌های انجام‌شده نشان داد بیشترین سوانح سوختگی در افراد با سنین ۲۰ تا ۲۹ سال رخ می‌دهد. مکانیسم‌های سوختگی نیز برحسب سن متفاوت بود.

مطالعه حاضر نشان داد سطح لاکتات سرم در پیش‌بینی پیامد بالینی بیماران از دقت تشخیصی بسیار بالایی برخوردار است. بالاترین مقدار AUC در شش ساعت سوم (۰/۹۹۷، ۹۵٪ CI)؛ ۰/۹۹۲-۱/۰۰۰ با نقطه برش بهینه ۴/۵۰ mmol/l، حساسیت ۹۶/۹ درصد و ویژگی ۹۵/۹ درصد مشاهده شد که نشان‌دهنده عملکرد ممتاز این نشانگر در این بازه زمانی است. لاکتات در روز دوم نیز با (AUC=۰/۹۷۶، ۹۵٪ CI)؛ ۰/۹۶۰-۰/۹۹۱ و حساسیت ۹۶/۹ درصد عملکرد برجسته‌ای داشت. اگرچه در روز سوم کاهش دقت تشخیصی مشاهده شد (AUC=۰/۷۹۴)، اما مقادیر لاکتات در ۲۴ ساعت اول پس از پذیرش (AUC≥۰/۹۱۷) و به‌ویژه در شش ساعت سوم، به‌عنوان دقیق‌ترین شاخص‌های پیش‌آگهی شناسایی شدند.

جدول شماره ۶ سطح پیش‌بینی‌کنندگی و نقاط برش Base Deficit ساعات گوناگون جهت پیش‌بینی مورتالیتی براساس نمودار ROC در ساعت‌های گوناگون مطالعه در جهت پیش‌بینی مورتالیتی را نشان داده است.

نتایج تحلیل منحنی ROC نشان داد متغیر کسر قلیا در تمامی بازه‌های زمانی مورد بررسی (شش ساعت اول تا سوم و روز اول تا سوم پس از پذیرش) از دقت تشخیصی عالی برای پیش‌بینی پیامد بالینی برخوردار است (AUC بین ۰/۹۴۱ تا ۰/۹۶۴، $P<0/001$). بالاترین مقدار AUC مربوط به شش ساعت دوم (۰/۹۶۴) با نقطه برش بهینه ۳/۲۵- بود که حساسیت ۹۴/۵ درصد و ویژگی ۹۶/۹ درصد نشان می‌داد حاکی از بهترین عملکرد تشخیصی در این بازه زمانی. مقادیر AUC در روزهای بعدی نیز بالا باقی ماند (۰/۹۵۴-۰/۹۵۵) با حساسیت بسیار بالا (تا ۹۸/۶ درصد) اگرچه ویژگی تا ۸۷/۵ درصد کاهش یافت. این یافته‌ها مؤید ارزش بالینی پایدار کسر قلیا به‌عنوان نشانگر پیش‌آگهی در طول زمان است، با تأکید بر اهمیت ویژه پایش آن در ۶ تا ۱۲ ساعت اول پس از پذیرش.

جدول ۶. سطح پیش‌بینی‌کنندگی و نقاط برش کسر قلیا ساعات گوناگون جهت پیش‌بینی مورتالیتی براساس نمودار ROC

Area Under the Curve								
Asymptotic 95% Confidence Interval					Asymptotic Sig.b	Std. Errora	Area	Test Result Variable
Specificity	Sensivity	Optimal Cutoff	Upper Bound	Lower Bound				
۸۴/۴	۹۳/۲	-۲/۱۵	۰/۹۷۷	۰/۹۰۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۹۴۱	کسر قلیا ۶ ساعت اول
۹۶/۹	۹۴/۵	-۳/۲۵	۰/۹۹۸	۰/۹۲۹	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۹۶۴	کسر قلیا ۶ ساعت دوم
۸۷/۵	۹۷/۶	-۳/۲۵	۰/۹۹۱	۰/۹۲۰	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۹۵۵	کسر قلیا ۶ ساعت سوم
۹۳/۷	۹۴/۹	-۲/۵۰	۰/۹۹۷	۰/۹۲۶	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۹۶۲	کسر قلیا روز اول
۸۷/۵	۹۸/۶	-۴/۵۰	۰/۹۹۳	۰/۹۲۲	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۹۵۸	کسر قلیا روز دوم
۹۰/۶	۹۸/۶	-۴/۵۰	۰/۹۹۰	۰/۹۱۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۹۵۴	کسر قلیا روز سوم

این مطالعه نشان داد درصد مورتالیتی در گروه سنی ۳۵ سال و بیشتر از آن، از سایر گروه‌های سنی بیشتر بوده است و همچنین میانگین سنی در موارد مرگ بیشتر از بهبودی نسبی بوده است. همچنین درصد مورتالیتی در بیماران با سوختگی ۵۰ تا ۷۵ درصد (۵۹/۲ درصد) و ۷۵ درصد و بالاتر (۸۸/۹ درصد)، بیشتر از درجات پایین‌تر بوده است. اگرچه پیامد سوختگی بین ۲ جنس اختلاف معنی‌داری نداشت.

براساس مقایسه‌های اسید لاکتیک به تفکیک زمان‌های اندازه‌گیری، در همه زمان‌ها میانگین و میانه لاکتات در بیمارانی که دچار مرگ شده‌اند نسبت به بیماران با بهبودی نسبی بیشتر بوده است.

در مطالعه کوکران و همکاران بیان شد متوسط سطح سرمی لاکتات به شکل معنی‌داری بین گروه بیماران نجات‌یافته و موارد فوت‌شده متفاوت بوده است. همچنین افرادی که نجات یافته بودند سطح سرمی لاکتات کمتری نسبت به افراد فوت‌شده داشتند [۱۶]. در مطالعه اندل و همکاران نیز بیان شده است سطح سرمی لاکتات با مرگ‌ومیر بیماران در ارتباط است [۱۷].

در مقایسه‌های درون گروهی تغییرات اسید لاکتیک در گروهی که بهبودی نسبی داشته‌اند به‌طور کلی کاهش معنی‌داری داشته است. اما در گروه بیماران دچار مرگ اگرچه تغییرات معنی‌دار بوده است، اما با افزایش اسید لاکتیک بعد از ۶ ساعت اول روبه‌رو بوده‌ایم. این افزایش لاکتات می‌تواند دلیل کاهش پرفیوژن بافتی باشد که در صورتی که این کاهش پرفیوژن در ارگان‌های حساس اتفاق افتاده باشد، صدمات جبران‌ناپذیری به این ارگان‌ها وارد خواهد شد. در مطالعه کوکران و همکاران بیان شده است که آنچه در مورد لاکتات حائز اهمیت است این موضوع است که در افرادی که دچار مرگ‌ومیر شدند، سطح لاکتات تا ۳۶ ساعت پس از پذیرش به حالت عادی برنگشته است [۱۶]. در این مطالعه نیز مشابه مطالعه ما سطح لاکتات سرمی در ساعات اولیه بستری در گروه بیمار دچار مرگ‌ومیر افزایش داشته است. ناتوانی در از بین بردن اسیدوز لاکتیکی خود به‌عنوان یک فاکتور مرگ‌ومیر در بیماران سپسیس و ترومایی شناخته شده و کلیرانس لاکتات در مطالعات متفاوتی به‌عنوان یک فاکتور پیشگویی‌کننده مرگ‌ومیر معرفی شده است.

همانند اسید لاکتات، میزان کسر قلیایی پلاسما بین ۲ گروه بیماران با بهبود نسبی و دچار مرگ از لحاظ آماری در همه زمان‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار بوده است ($P < 0.001$). تغییرات کسر قلیایی پلاسما در گروه بیماران با بهبود نسبی تقریباً ثابت بوده است. اما در گروه موارد بیماران دچار مرگ یک روند کاهشی با شیب بالا از ساعت اول تا پایان روز سوم دیده می‌شود. مشابه سطح سرمی لاکتات، کسر قلیایی پلاسما نیز با مرگ‌ومیر ارتباط قوی دارد. اختلاف‌نظرهایی در خصوص ارزش

کسر قلیایی پلاسما در پیش‌آگهی بیماران وجود دارد. مطالعه کوکران و همکاران بیان کرد ارتباط بین میزان درصد عفونت سیستمیک و نمره سندرم اختلال عملکرد ارگان‌ها در مقاطع زمانی که کسر قلیایی پلاسما اندازه‌گیری شده بود وجود نداشت. باین حال کسر قلیایی پلاسما در افراد فوت‌کرده به‌طور معنی‌داری کمتر از افرادی که زنده ماندند بود [۱۶]. در مطالعه صالحی و همکاران بیان شد از کسر قلیایی پلاسما می‌توان به‌عنوان یک مارکر ارزشمند در مانیتورینگ احیای بیماران سوختگی همراه با معیارهای بالینی استفاده کرد [۱۸]. ابراهیم و همکاران در مروری بر مقالات ۲۵ ساله نشان دادند کسر قلیایی پلاسما بیشتر ۶ در با مرگ‌ومیر بیماران مرتبط است [۱۹]. در مطالعه موچلر و همکاران نیز عدد ۶- به‌عنوان یک نقطه جداسازی مناسب جهت تعیین مورتالیتی بیماران معرفی شد [۲۰]. نقطه قوت مطالعه ما نسبت به دیگر مطالعات این است که با حجم نمونه بسیار بیشتر از سایر مطالعات انجام شده است. میزان کسر قلیایی پلاسما جهت پیش‌بینی مورتالیتی در ۶ ساعت اول برابر با ۲/۱۵- (حساسیت ۹۳/۲ درصد و ویژگی ۸۴/۴ درصد)، نقطه برش در ۶ ساعت دوم کسر قلیایی پلاسما برابر با ۳/۲۵- (حساسیت ۹۴/۵ درصد و ویژگی ۹۶/۹ درصد)، نقطه برش در ۶ ساعت سوم برابر با ۳/۲۵- کسر قلیایی پلاسما (حساسیت ۹۷/۶ درصد و ویژگی ۸۷/۵ درصد)، نقطه برش در ۲۴ ساعت (روز اول) کسر قلیایی پلاسما برابر با ۲/۵- (حساسیت ۹۴/۹ درصد و ویژگی ۹۳/۷ درصد)، نقطه برش در روز دوم یا ۴۸ ساعت کسر قلیایی پلاسما برابر با ۴/۵- (حساسیت ۹۸/۶ درصد و ویژگی ۸۷/۵ درصد) و نقطه برش در روز سوم یا ۷۲ ساعت با کسر قلیایی پلاسما برابر با ۴/۵- (حساسیت ۹۸/۶ درصد و ویژگی ۹۰/۶ درصد) تعیین شد.

مطالعه حاضر به‌صورت تک‌مرکزی انجام شد و پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی به‌صورت چندمرکزی، با حجم نمونه بیشتر و به‌صورت آینده‌نگر و با بررسی سایر شاخص‌های بیوشیمیایی انجام شود. در رابطه با نحوه ثبت بیماران در سیستم کمبود اطلاعات پایه‌ای نظیر شاخص توده بدنی^۷ و سوابق پزشکی قبلی^۸ حس می‌شود.

نتیجه‌گیری

سهولت و سرعت اندازه‌گیری کسر قلیایی پلاسما و سطح لاکتات سرمی، این تست را به‌عنوان یک شاخص ارزشمند در احیای بیماران سوختگی مطرح کرده است. این مطالعه تأیید می‌کند از کسر قلیایی پلاسما می‌توان به‌عنوان یک وسیله ارزشمند در مانیتورینگ احیای بیماران سوختگی همراه با معیارهای بالینی استفاده کرد. در این مطالعه ما به تعیین نقاط برش برای مقادیر کسر قلیایی پلاسما و ارتباط آن با مرگ‌ومیر به

7. Body Mass Index (BMI)

8. Past medical history

تفکیک زمان‌های اندازه‌گیری پرداختیم تا بتوان در بالین از آن‌ها جهت تریاژ بیماران سوختگی استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه با کد اخلاق IR.GUMS.REC.1398.459 در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی گیلان تصویب شده است. بنا بر رهنمود کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان هویت بیماران هنگام گردآوری داده‌ها به صورت محرمانه حفظ شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: بهزاد زهره‌وندی، سیامک ریماز، ماهان عزیززاده دوبخشری، جعفر صابری؛ روش‌شناسی: بهزاد زهره‌وندی، سیامک ریماز، ماهان عزیززاده دوبخشری، جعفر صابری؛ اعتبارسنجی: بهزاد زهره‌وندی، سیامک ریماز، سید مهدی ضیای ضیابری؛ تحلیل: بهزاد زهره‌وندی، ماهان عزیززاده دوبخشری، احسان کاظم‌نژاد لیلی و جعفر صابری؛ تحقیق و بررسی منابع: بهزاد زهره‌وندی، ماهان عزیززاده دوبخشری و جعفر صابری؛ نگارش پیش‌نویس: ماهان عزیززاده دوبخشری، بهزاد زهره‌وندی و سیامک ریماز؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: ماهان عزیززاده دوبخشری، بهزاد زهره‌وندی و سیامک ریماز؛ بصری‌سازی: بهزاد زهره‌وندی، ماهان عزیززاده دوبخشری، احسان کاظم‌نژاد لیلی و جعفر صابری؛ نظارت، مدیریت پروژه: بهزاد زهره‌وندی، سیامک ریماز و سید مهدی ضیای ضیابری.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از مرکز توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان پورسینا، مرکز تحقیقات سوختگی و پزشکی بازساختی ولایت استان گیلان و همه شرکت‌کنندگان که در این پژوهش همراهی کردند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

- [1] Holm C, Melcer B, Hörbrand F, Wörl H, von Donnersmarck GH, Mühlbauer W. Intrathoracic blood volume as an end point in resuscitation of the severely burned: An observational study of 24 patients. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2000; 48(4):728-34. [DOI:10.1097/00005373-200004000-00023] [PMID]
- [2] Germann G, Steinau HU. [Current aspects of burn treatment (German)]. *Zentralblatt für Chirurgie*. 1993; 118(5):290-302. [PMID]
- [3] Abarca L, Guilbert P, Martin N, Usúa G, Barret JP, Colomina MJ. Epidemiology and mortality in patients hospitalized for burns in Catalonia, Spain. *Scientific Reports*. 2023; 13(1):14364. [DOI:10.1038/s41598-023-40198-2] [PMID]
- [4] Cartotto RC, Innes M, Musgrave MA, Gomez M, Cooper AB. How well does the Parkland formula estimate actual fluid resuscitation volumes? *The Journal of Burn Care & Rehabilitation*. 2002; 23(4):258-65. [DOI:10.1097/00004630-200207000-00006] [PMID]
- [5] Saffle JR. The phenomenon of "fluid creep" in acute burn resuscitation. *Journal of Burn Care & Research*. 2007; 28(3):382-95. [DOI:10.1097/BCR.0B013E318053D3A1] [PMID]
- [6] Kamolz LP, Anel H, Schramm W, Meissl G, Herndon DN, Frey M. Lactate: Early predictor of morbidity and mortality in patients with severe burns. *Burns*. 2005; 31(8):986-90. [DOI:10.1016/j.burns.2005.06.019] [PMID]
- [7] Jeng JC, Jablonski K, Bridgeman A, Jordan MH. Serum lactate, not base deficit, rapidly predicts survival after major burns. *Burns*. 2002; 28(2):161-6. [DOI:10.1016/S0305-4179(01)00098-5] [PMID]
- [8] Newgard CD, Rudser K, Hedges JR, Kerby JD, Stiell IG, Davis DP, et al. A critical assessment of the out-of-hospital trauma triage guidelines for physiologic abnormality. *The Journal of trauma*. 2010; 68(2):452-62. [DOI:10.1097/TA.0b013e3181ae20c9] [PMID]
- [9] McNelis J, Marini CP, Jurkiewicz A, Szomstein S, Simms HH, Ritter G, et al. Prolonged lactate clearance is associated with increased mortality in the surgical intensive care unit. *The American Journal of Surgery*. 2001; 182(5):481-5. [DOI:10.1016/S0002-9610(01)00755-3] [PMID]
- [10] Nasser S, Magdy AMR, EL-BARBARY A, HANAFY ABDEA. Relevance of blood lactate measurements as a marker of resuscitation in patients with severe burns. *Egypt J Plast Reconstr Surg*. 2008; 32:293-7.
- [11] Rizzo JA, Rowan MP, Driscoll IR, Chung KK, Friedman BC. Vitamin C in burn resuscitation. *Critical Care Clinics*. 2016; 32(4):539-46. [DOI:10.1016/j.ccc.2016.06.003] [PMID]
- [12] Husain FA, Martin MJ, Mullenix PS, Steele SR, Elliott DC. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. *The American Journal of Surgery*. 2003; 185(5):485-91. [DOI:10.1016/S0002-9610(03)00044-8] [PMID]
- [13] Lipsky AM, Gausche-Hill M, Henneman PL, Loffredo AJ, Eckhardt PB, Cryer HG, et al. Prehospital hypotension is a predictor of the need for an emergent, therapeutic operation in trauma patients with normal systolic blood pressure in the emergency department. *The Journal of Trauma*. 2006; 61(5):1228-33. [DOI:10.1097/01.ta.0000196694.52615.84] [PMID]
- [14] Liu J, Chen X, Xu LX. New thermal wave aspects on burn evaluation of skin subjected to instantaneous heating. *IEEE Transactions on Bio-Medical Engineering*. 1999; 46(4):420-8. [DOI:10.1109/10.752939] [PMID]
- [15] Holm C, Mayr M, Tegeler J, Hörbrand F, Henckel von Donnersmarck G, Mühlbauer W, et al. A clinical randomized study on the effects of invasive monitoring on burn shock resuscitation. *Burns*. 2004; 30(8):798-807. [DOI:10.1016/j.burns.2004.06.016] [PMID]
- [16] Cochran A, Edelman LS, Saffle JR, Morris SE. The relationship of serum lactate and base deficit in burn patients to mortality. *Journal of Burn Care & Research*. 2007; 28(2):231-40. [DOI:10.1097/BCR.0B013E318031A1D1] [PMID]
- [17] Anel D, Kamolz LP, Roka J, Schramm W, Zimpfer M, Frey M, et al. Base deficit and lactate: Early predictors of morbidity and mortality in patients with burns. *Burns*. 2007; 33(8):973-8. [DOI:10.1016/j.burns.2007.06.016] [PMID]
- [18] Salehi SH, As'adi K, Mousavi J. Comparison of the outcome of burn patients using acute-phase plasma base deficit. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 2011; 24(4):203-8. [PMID]
- [19] Ibrahim I, Chor WP, Chue KM, Tan CS, Tan HL, Siddiqui FJ, et al. Is arterial base deficit still a useful prognostic marker in trauma? A systematic review. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2016; 34(3):626-35. [DOI:10.1016/j.ajem.2015.12.012] [PMID]
- [20] Mutschler M, Nienaber U, Brockamp T, Wafaisade A, Fabian T, Paffrath T, et al. Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: A base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU®. *Critical Care*. 2013; 17(2):R42. [DOI:10.1186/cc12555] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank