

Comparison of Electrolyte Levels Measured by a Blood Gas Analyzer and an Autoanalyzer

Ali Mazhar Shaheen* 

Dr. Faisal Radwan**

Dr. Akeel Khaddam***

(Received 21 / 5 / 2025. Accepted 1 / 7 / 2025)

□ ABSTRACT □

Introduction: Electrolyte imbalance is a common clinical and laboratory abnormality in critically ill patients.

Objective: comparison of electrolyte levels measured by arterial blood gas analyzers (ABG) and auto laboratory analyzer (AA), the gold standard for electrolyte measurement, and thus studying the reliability of electrolyte measurement by ABG.

Materials and Methods: Matched arterial and venous blood samples were collected from 138 patients at Latakia University Hospital between 2023 and 2024. Arterial blood samples were analyzed using ABG analyzer (MEDICA EasyStat), Venous blood samples were centrifuged and the same parameters measured using AA (URIT 910 Plus) and the data were compared.

Results: The mean values of sodium and potassium measured on ABG analyzer were lower than those of the AA analyzer, with a statistically significant difference (P-value < 0.001).

Conclusions: blood gas analyzer does not provide accurate results and cannot be used interchangeably with the autoanalyzer.

Keywords: Blood gas analyzer, Autoanalyzer, Ion selective electrodes, Electrolytes.



Copyright : Latakia University Journal (formerly Tishreen) – Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* MSc Student - Department of Laboratory Medicine, Faculty of Medicine, Latakia University (formerly Tishreen), Latakia, Syria. ali.m.shaheen@tishreen.edu.sy

** Associate Professor – Department of Laboratory Medicine, Faculty of Medicine, Latakia University (formerly Tishreen), Latakia, Syria.

*** Associate Professor - Emergency Department, Faculty of Medicine, Latakia University (formerly Tishreen), Latakia, Syria.

دراسة مقارنة لمستويات الشوارد المقاسة بواسطة محلل غازات الدم ومحلل الشوارد الآلي

علي شاهين * 

د. فيصل رضوان **

د. عقيل خدام ***

(تاريخ الإيداع 21 / 5 / 2025. قبل للنشر في 1 / 7 / 2025)

□ ملخص □

المقدمة: عدم توازن الشوارد هو الشذوذ السريري والمخبري الشائع في المرضى المصابين بأمراض خطيرة.
الهدف: مقارنة مستويات الشوارد المقاسة بمحلل غازات الدم الشرياني (ABG) والمحلل الآلي للمخبر (AA) الذي يعد المعيار الذهبي لقياس الشوارد ، بالتالي دراسة موثوقة قياس الشوارد بواسطة جهاز ABG
المواد والطرائق: تم جمع عينات الدم الشرياني والوريدي المطابقة من 138 مريضاً في مستشفى اللاذقية الجامعي بين عامي 2023-2024، تم تحليل عينات الدم الشرياني باستخدام محلل (ABG (MEDICA EasyStat)، تم طرد عينات الدم الوريدي مركزياً و قياس نفس المعالم باستخدام جهاز (AA (URIT 910 Plus). وقُورنت البيانات.
النتائج: كان متوسط قيمة الصوديوم والبوتاسيوم المقاس على محلل ABG، أقل من محلل AA، مع وجود فرق احصائي هام ($P\text{-value} < 0.001$).

الاستنتاجات: محلل غازات الدم لا يعطي نتائج دقيقة و لا يمكن استخدامه بالتبادل مع المحلل الآلي.

الكلمات المفتاحية: محلل غازات الدم، المحلل الآلي للمخبر، الإلكترونيات الإنتقائية للأيونات، الشوارد.



حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً) - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

* طالب ماجستير - قسم الطب المخبري، كلية الطب البشري، جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)، اللاذقية، سوريا.

ali.m.shahen@tishreen.edu.sy

** أستاذ مساعد - قسم الطب المخبري، كلية الطب البشري، جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)، اللاذقية، سوريا.

*** أستاذ مساعد - قسم الطوارئ، كلية الطب البشري، جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)، اللاذقية، سوريا.

مقدمة:

الصوديوم والبوتاسيوم شوارد مهمة في الجسم وترتبط بالعديد من العمليات الفيزيولوجية والفيزيولوجية المرضية ومنها : الحفاظ على التوازن الخلوي حيث تتأثر معظم عمليات الاستقلاب بهذه الشوارد، الحفاظ على الضغط التناضحي وتوزيع الماء في مختلف سوائل الجسم ، الحفاظ على درجة الحموضة المناسبة، تنظيم الوظيفة المناسبة للقلب والعضلات الأخرى، المشاركة في تفاعلات الأكسدة والارجاع (النقل الإلكتروني) ، بالإضافة لدورها كعوامل مساعدة للإنزيمات. [1،2]

ولأن العديد من هذه الوظائف تتطلب إبقاء تركيز الشوارد ضمن نطاقات ضيقة، فإن الجسم لديه أنظمة معقدة لمراقبة والحفاظ على تركيز هذه الشوارد. [1،3]

❖ الصوديوم [Na⁺]

الصوديوم هو أكثر الشوارد الموجبة وفرة في السائل خارج الخلوي ECF . [4-1] يمثل 90% من مجمل الشوارد الموجبة خارج الخلية، ويحدد بشكل كبير أسمولية البلازما. [4-1]

جدول(1) النطاقات المرجعية للصوديوم [1]

المصل والبلازما	135-145 mmol/l	(Serum, plasma)
-----------------	----------------	-----------------

☒ نقص صوديوم الدم [Na⁺]

✓ **تعريف:** يعرف نقص صوديوم الدم بأنه مستوى صوديوم مصل / بلازما أقل من الحد الأدنى للنطاق المرجعي (135 mmol/l). [1،2] نقص صوديوم الدم هو أحد أكثر اضطرابات الشوارد شيوعاً لدى المرضى المقيمين وغير المقيمين في المستشفى. [4-1] المستويات التي تقل عن 130 mmol/l لها أهمية سريرية بالغة. [1] يمكن تقييم نقص صوديوم الدم من خلال سبب الانخفاض أو مستوى الضغط الأسمولي. [1،3،4] قد يكون سبب الانخفاض هو الفقد الزائد للصوديوم أو احتباس الماء أو اختلال توازن الماء في الجسم. [1،4]

✓ أعراض نقص صوديوم الدم: [1،3،4]

تعتمد الأعراض على المستوى المصلي للصوديوم، المستويات بين 125-130 mmol/l، تكون الأعراض في المقام الأول معدية معوية. [1] عند مستويات أقل من 125 mmol/l، تظهر الأعراض العصبية والنفسية، بما في ذلك الغثيان والإقياء والضعف العضلي والصداع والخمول والرنج. قد تتطور لأعراض أكثر شدة مثل الاختلاجات والغيبوبة وتنشيط التنفس. [1] المستويات الأقل من 120 mmol/l لمدة 48 ساعة أو أقل تسمى (نقص صوديوم الدم الحاد) وتعتبر حالة طبية طارئة. [1،4]

☒ فرط صوديوم الدم [Na⁺]

تعريف: يُعرّف فرط صوديوم الدم بأنه مستوى صوديوم مصل / بلازما أكبر من الحد الأعلى للنطاق المرجعي (145 mmol/l). [1،2] ينتج فرط صوديوم الدم (زيادة تركيز الصوديوم في المصل) عن الفقد الزائد للماء نسبياً بالمقارنة مع فقدان الصوديوم، أو قلة تناول الماء، أو زيادة تناول الصوديوم أو احتباسه. [1،4] نادراً ما يُرى فرط صوديوم الدم لدى المرضى المقيمين في المستشفى مقارنة بنقص صوديوم الدم. [4-1]

✓ أعراض فرط صوديوم الدم: [1-4]

الأعراض الأكثر شيوعاً تتعلق بالجهاز العصبي المركزي نتيجة لحالة زيادة الضغط الأسمولي. تشمل هذه الأعراض تغير الحالة العقلية، والحمول، والتهيج، والأرق، والاختلاجات، والرعاش العضلي، وفرط المنعكسات، والحمى، والغثيان أو الإقياء، وصعوبة التنفس، والعطش. يرتبط ارتفاع مستوى الصوديوم في المصل إلى أكثر من 160 mmol/l بمعدل وفيات يتراوح بين (60-70%)

❖ البوتاسيوم [K+]

تعريف : هو الشاردة الموجبة الرئيسية داخل الخلية [4،3،1]، بتركيز أكبر بمقدار 20 مرة داخل الخلايا من خارجها [1]

جدول(2): النطاقات المرجعية للبوتاسيوم[1]

Serum	المصل	3.5-5.1 mmol/l
Plasma	البلازما	Males: 3.5-4.5 mmol/l (رجال)
		Females: 3.4-4.4 mmol/l (نساء)

❖ نقص بوتاسيوم الدم [K+]

تعريف : نقص بوتاسيوم الدم هو تركيز بوتاسيوم (مصل / بلازما) أقل من الحد الأدنى للنطاق المرجعي. [1،2] يمكن أن يحدث نقص بوتاسيوم الدم مع زيادة الفقد المعدي المعوي أو البولي أو مع زيادة دخول البوتاسيوم للخلايا. [1،4]

✓ أعراض نقص بوتاسيوم الدم [K+]: [1-4]

غالبًا ما تصبح الأعراض (مثل الضعف والتعب والإمساك) واضحة مع انخفاض البوتاسيوم في البلازما إلى أقل من 3 mmol/l. يمكن أن يؤدي نقص بوتاسيوم الدم إلى ضعف العضلات أو الشلل، مما قد يتداخل مع التنفس. [1] نقص بوتاسيوم الدم مهم عند جميع المرضى، ولكن بشكل خاص أولئك الذين يعانون من اضطرابات القلب والأوعية الدموية بسبب زيادة خطر الإصابة باللانظميات القلبية، والتي قد تسبب الموت المفاجئ لدى بعض المرضى. [1] نقص بوتاسيوم الدم الخفيف (3-3.4 mmol/l) عادة ما يكون بدون أعراض. [1،4] التعب هو أكثر أعراض نقص البوتاسيوم المزمن شيوعاً. [2]

❖ فرط بوتاسيوم الدم [K+]:

تعريف: فرط بوتاسيوم الدم هو تركيز بوتاسيوم (مصل / بلازما) أكبر من الحد الأعلى للنطاق المرجعي. [2] غالبًا ما يعاني مرضى فرط بوتاسيوم الدم من اضطراب كامن، مثل القصور الكلوي، أو الداء السكري، أو الحمض الاستقلابي، مما يساهم في فرط بوتاسيوم الدم. [1،4]

✓ أعراض فرط بوتاسيوم الدم [K+]:

[1-4] يمكن أن يسبب فرط بوتاسيوم الدم ضعف العضلات، أو الوخز، أو التشنج، أو التخليط العقلي عن طريق التأثير على الوصل العصبي العضلي. [1] لا يتطور ضعف العضلات عادةً حتى يصل مستوى البوتاسيوم في البلازما إلى 8 mmol/l [1]. قد تؤدي مستويات البوتاسيوم في البلازما بين 6-7 mmol/l إلى تغير مخطط القلب الكهربائي (ECG)، وقد تؤدي المستويات التي تزيد عن 10 mmol/l إلى السكتة القلبية المميتة. [1] فرط البوتاسيوم يعيق التوصيل القلبي، وقد يؤدي إلى عدم انتظام ضربات القلب مع احتمال توقف القلب. [1]

أهمية البحث وأهدافه:

اضطراب توازن الشوارد من أكثر الاضطرابات شيوعاً لدى المرضى المراجعين لقسم الطوارئ ومرضى العناية بالإضافة للمرضى المصابين بأمراض خطيرة، يمكن قياس معظم الشوارد الرئيسية (الصوديوم والبوتاسيوم) بواسطة محلل غازات الدم الشرياني (ABG) ARTERIAL BLOOD GAS ANALYZER، إلا أنه عادة ما يتم قياس الشوارد بواسطة المحلل الآلي للمخبر (AA) AUTO ANALYZER، بالرغم من التأخير الحاصل وذلك بسبب عدم موثوقية قياس الشوارد بواسطة جهاز ABG، هناك تباين كبير في الأدبيات بالتوصيات المتعلقة بقياس الشوارد بواسطة جهاز ABG دون أي توصية قاطعة.

هدف البحث:

دراسة مقارنة لمستويات الشوارد (الصوديوم والبوتاسيوم) المقاسة بمحلل غازات الدم الشرياني (ABG) والمحلل الآلي للمخبر (AA) الذي يعد المعيار الذهبي لقياس الشوارد، بالتالي دراسة موثوقية قياس الشوارد بواسطة جهاز ABG مما يساهم في توفير الوقت والاعباء المادية واتخاذ القرار السريع والتقليل من اتخاذ القرار الأعمى المتعلق بالشوارد عند مرضى الطوارئ وبالتالي تحسين جودة الرعاية في مستشفى اللاذقية الجامعي.

طرائق البحث ومواده:

نمط الدراسة ومدتها:

- تصميم البحث: Comparative study
- مكان البحث: قسم الطب المخبري في مستشفى اللاذقية الجامعي
- مدة البحث: سنة

عينة البحث: شملت عينة البحث 138 مريضاً من مرضى الإسعاف والعناية المشددة المراجعين أو المقبولين في مستشفى اللاذقية الجامعي لأي سبب وذلك في الفترة بين عامي 2023-2024 والمحققين معايير الاشتمال في البحث. **معايير الإشتمال:** جميع المرضى الذين تم إجراء تحليل ABG لهم، عدم وجود أي من معايير الإشتعال. **معايير الإشتعال:** وجود أي تسريب في الوريد أو نقل دم قبل أخذ العينات بـ 24 ساعة، الحمل، العينات: المنحلة – المتخثرة

الإعتيان:

- ☒ تم جمع عينات الدم الشرياني في محاقن خاصة سعة 1ml حيث تم إضافة 0.05 ml من الهيبارين السائل للمحقنة sodium Heparin مباشرة قبل سحب العينة لقياس الشوارد باستخدام محلل ABG
- ✓ العينة: دم شرياني كامل
- ☒ تم جمع عينات الدم الوريدي بمقدار (2-3 ml) ضمن أنبوب Lithium Heparin بالتزامن مع وقت أخذ العينة الشريانية أو خلال مدة أقصاها ساعة لقياس الشوارد في البلازما باستخدام محلل AA
- ✓ العينة: بلازما بعد الطرد المركزي، تم طرد العينات مركزياً بسرعة 4000 دورة/دقيقة لمدة 10 دقائق ثم القياس بدون تأخير على محلل AA.
- ☒ تم إجراء جميع المقاييسات فور جمع العينات مع مراعاة جميع الشروط اللازمة لإجراء التحاليل

✗ تم توثيق جميع القياسات مباشرة في استمارة البحث، شمل تقييم المرضى العمر والجنس بالإضافة لقياسات الشوارد على المحللين.

✗ تم تحليل جميع العينات باستخدام الأجهزة المتوفرة في مخبر مستشفى اللاذقية الجامعي:

✓ ABG (MEDICA EasyStat) - العينة: دم شرياني كامل

✓ AA (URIT 910 Plus) - العينة: بلازما بعد الطرد المركزي

في ظل ظروف مماثلة (كلاهما موجود في المخبر الاسعافي).

تم ضبط الجودة من خلال:

✓ جمع عينات الدم بمساعدة طاقم فني تمريضي مدرب وبكفاءة عالية

✓ معايرة كلا المحللين وفقاً لمواد معايرة قياسية قبل كل دورة قياس

✓ تقوم أجهزة ABG - AA بإجراء معايرة نقطة واحدة كل ساعتين ومعايرة نقطتين كل ثماني ساعات.

تم قبول الاختلاف بين الجهازين وفقاً لتوجيهات (US-CLIA The United States Clinical Laboratory Improvement Amendment) والتي توجه إلى إمكانية قبول الاختلاف في قيم الشوارد على النحو التالي:

$Na (\pm 4.0 \text{ mmol/L}) / K (\pm 0.5 \text{ mmol/L}) / CL (\pm 5 \text{ mmol/L})$ [9,8]

كانت دراستنا تحوي فرضية صفرية مفادها لا يوجد اختلاف بين الشوارد المقاسة بواسطة محلل ABG ومحلل AA.

الأقطاب الكهربائية الانتقائية للأيونات (Ion selective electrodes (ISEs)

المبدأ: تعتمد تقنية ISE على مبدأ الخلية الكلفانية وتتكون من: إلكترود مؤشر Indicator Electrode - إلكترود مرجعي Reference Electrode متصلين بطرفي مقياس فولتميتر Readout Meter وموضعين داخل محلول العينة. [1]

نميز طريقتين من تقنية الأقطاب الكهربائية الانتقائية للأيونات: مباشرة - غير مباشرة [1,10]

تقنية (طريقة) جهاز ABG في قياس الشوارد:

❖ يعتمد جهاز ABG على مبدأ الأقطاب الأيونية الانتقائية المباشرة (d-direct-Ion selective electrodes (ISEs) [1, 3-5, 7, 9-11]

✓ يمكن إجراء التحليل على الدم الكامل أو المصل أو البلازما. [10]

✓ تقيس (d-ISEs) النشاط الأيوني للشوارد في بلازما الدم الكامل بشكل مباشر (أي بدون تمديد مسبق). [1, 3-5, 7, 9-11]

تقنية (طريقة) جهاز AA في قياس الشوارد:

❖ يعتمد جهاز AA على مبدأ الأقطاب الانتقائية الأيونية غير المباشرة (indirect-Ion selective electrodes (i-ISEs) [1, 3-5, 7, 9-11]

electrodes (i-ISEs) تتميز ب: [1, 3-5, 7, 9-11]

إمكانية تحليل عدة أنواع من العينات (البلازما، المصل، البول، سوائل البزل)، القضاء على التداخلات العديدة عن طريق تمديد العينة، كشف وتقييم (الانحلال الدموي أو اليرقاني أو الشحمي) التي تتداخل مع العديد من المعالم، الحجم الصغير المطلوب للتحليل. [10]

تقنية (i-ISEs) تمر بخطوة التمديد، وتتطلب استخدام عامل تمديد قياسي لتصحيح النشاط الأيوني المقاس. [1, 3-5, 7, 9-11]

التحليل الإحصائي

تصميم الدراسة: Comparative Study

1- إحصاء وصفي Statistical Description:

مقاييس النزعة المركزية Central Tendency، مقاييس التشتت Measures of dispersion التكرارات Frequencies، النسب المئوية Percentile Values

2- إحصاء استدلال Inferential Statistical بالاعتماد على قوانين الإحصاء:

اختبار Independent T student لدراسة الفرق بين متوسطي مجموعتين مستقلتين.

معامل الارتباط Pearson correlation لدراسة الارتباط بين المتغيرات الكمية.

Bland Altman Plot لدراسة الاتفاق بين طريقتي القياس

تعتبر النتائج هامة إحصائياً مع $P\text{-value} < 5\%$

اعتماد البرنامج IBM SPSS statistics لحساب المعاملات الإحصائية وتحليل النتائج.

النتائج والمناقشة:

❖ توزيع عينة البحث تبعاً للجنس والعمر:

شملت عينة الدراسة 138 مشاركاً حيث كان التوزيع أعلى لدى مجموعة الذكور منه لدى مجموعة الإناث وكان 38.41% من المرضى من الفئة العمرية دون 60 سنة في مقابل 61.59% من الفئة فوق 60 كما يوضح الجدول (1)

جدول (1): توزيع عينة البحث تبعاً للجنس والفئة العمرية

المتغير المدروس		العينة	
الجنس	ذكر	N=138	%
	أنثى	81	58.7
		57	41.3
الفئة العمرية	أقل من 60 سنة	53	38.41
	أكبر أو يساوي 60	85	61.59

❖ مقارنة مستويات الصوديوم المقاسة على محلي (AA-ABG) باستخدام اختبار T student

كان متوسط الصوديوم المقاس على محلل ABG أقل من متوسط الصوديوم المقاس على محلل AA مع وجود فرق

هام إحصائياً بالتالي تم رفض الفرضية الصفرية $P < 0.001$ كما يوضح الجدول (2)

جدول (2): مقارنة مستويات الصوديوم المقاسة بواسطة محلي (AA-ABG)

Electrolyte	Analysis method	Mean level $\pm$ SD	Pearson's correlation coefficient	Mean difference in results of the two methods	Min. difference	Max. difference	SD	P value
Sodium(mmol/L)	AA	137.33 $\pm$ 5.12	0.67	1.56	0.2	15.7	4.87	P<0.001
	ABG	135.77 $\pm$ 6.48						

❖ مقارنة مستويات الصوديوم في كل من مجموعات نقص الصوديوم - طبيعية الصوديوم - فرط الصوديوم المصنفة بناءً على المعيار الذهبي AA

كانت متوسطات قياس الصوديوم على محلل ABG أقل من محلل AA في كل المجموعات مع وجود فرق هام احصائياً بالتالي تم رفض الفرضية الصفرية، $P\text{-value} < 0.05$ في كل المجموعات، كما يوضح الجدول (3)

جدول (3) مقارنة مستويات الصوديوم في كل من مجموعات نقص الصوديوم-طبيعية الصوديوم- فرط الصوديوم

Parameter value (mmol/L)	N (number of samples)	AA sample	ABG sample	Mean difference	Range of difference	P
<135	42	131.37 $\pm$ 2.5	129.79 $\pm$ 4.11	1.58	-5.9/10.4	0.023
135-145	85	139.02 $\pm$ 2.54	137.68 $\pm$ 5.42	1.33	-15.7/13.5	0.022
>145	11	147.06 $\pm$ 1.61	143.79 $\pm$ 2.58	3.27	-3.4/7.6	0.0017

❖ مقارنة قياسات الصوديوم باستخدام محلي AA-ABG حسب الأزواج الفردية

الزوج الفردي هو مريض واحد تم قياس صوديوم الدم لديه على محلل ABG وعلى محلل AA.

كان محلل ABG يميل الى قياس الصوديوم أقل من محلل AA في 56.52% من الحالات كما يوضح الجدول (4)

جدول (4) مقارنة قياسات الصوديوم حسب الأزواج الفردية

%	N	Analyzer	الصوديوم
43.48	60	ABG>AA	القياس
56.52	78	ABG<AA	

❖ مقارنة فروق الأزواج الفردية في قياسات الصوديوم على المحللين حسب معايير US-CLIA

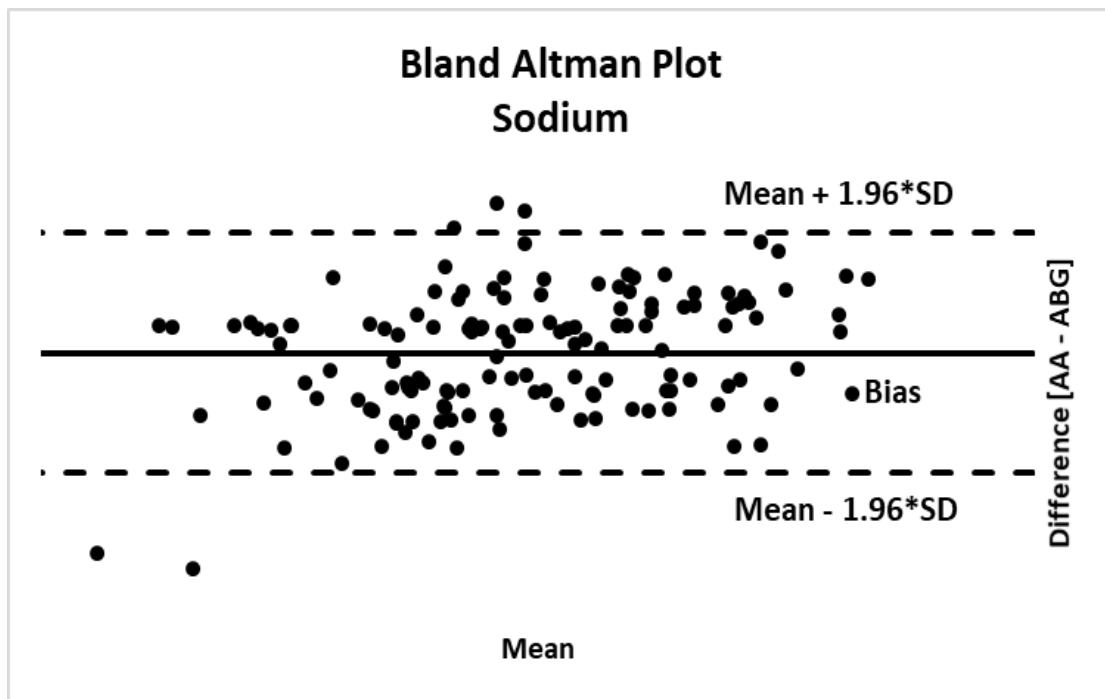
فرق الزوج الفردي: الفرق بين قياس الصوديوم على محلل ABG وقياس الصوديوم على محلل AA في كل مريض على حدى ثم يتم مقارنة الفرق بناءً على توجيهات US-CLIA والتي توجه الى أن القياس على محلل ABG لا يجب أن يتجاوز القياس على محلل AA ب 4mmol/l زيادة أو نقصان حتى يكون القياس دقيقاً وموثوقاً وقابلًا للتبادل) 63.04% من الأزواج كانت ضمن النطاق المقبول ل US-CLIA في حين 36.96% كانت خارج النطاق المقبول ل US-CLIA مما يدل الى تحيز كبير ل ABG عن AA وذلك بسبب فروق الأزواج الفردية، كما يوضح الجدول (5)

جدول(5): مقارنة فروق الأزواج الفردية للصوديوم حسب معايير US-CLIA

الصوديوم	US-CLIA	N	%
القياس	ضمن US-CLIA	87	63.04
	خارج US-CLIA	51	36.96

❖ تقييم التوافق بين المحللين في قياس الصوديوم باستخدام مخطط (Bland Altman)

✓ مخطط بلاند ألتمان: حدود التوافق بين المحللين كانت كبيرة نسبياً حيث كان حد التوافق الأعلى Upper LoA=11.11 وحد التوافق الأدنى Lower LoA = -7.98 مما يشير الى فرق واضح للأزواج الفردية وعلى الرغم من أن أغلب القياسات كانت ضمن حدود التوافق بين المحللين الا أن التحليل الإحصائي قد يكون مضللاً بسبب التباين الكبير في الأزواج الفردية الملاحظ في دراستنا، كما يوضح الشكل (1)



شكل(1) مخطط بلاند ألتمان يظهر غالبية قياسات الصوديوم بين المحللين كانت ضمن حدود التوافق المقبولة إحصائياً

مما سبق نستنتج: وجود اختلاف كبير بين محلل AA-ABG في قياس الصوديوم، محلل ABG لا يعطي نتائج دقيقة ويميل الى تخفيض قيمة الصوديوم المقاس والذي قد يكون له آثار واضحة على الممارسة السريرية مما يشير الى أن نتائج ABG غير دقيقة وغير قابلة للتبادل مع نتائج المعيار الذهبي AA.

❖ مقارنة مستويات البوتاسيوم المقاسة على محلي (AA-ABG) باستخدام اختبار T student

كان متوسط البوتاسيوم المقاس على محلل ABG أقل من متوسط البوتاسيوم المقاس على محلل AA مع وجود فرق هام احصائياً بالتالي تم رفض الفرضية الصفرية $P < 0.001$ ، كما يوضح الجدول (6)

جدول (6) مقارنة مستويات البوتاسيوم المقاسة بواسطة محلي (AA-ABG)

Electrolyte	Analysis method	Mean level $\pm$ SD	Pearson's correlation coefficient	Mean difference in results of the two methods	Min. difference	Max. difference	SD	P value
Potassium(mmol/L)	AA	4.16 $\pm$ 0.64	0.784	0.21	0.01	1.22	0.43	<0.001 P
	ABG	3.95 $\pm$ 0.67						

❖ مقارنة مستويات البوتاسيوم في كل من مجموعات نقص البوتاسيوم - طبيعية البوتاسيوم - فرط البوتاسيوم المصنفة بناءً على المعيار الذهبي AA

كانت متوسطات قياس البوتاسيوم على محلل ABG أقل من محلل AA في كل المجموعات مع وجود فرق هام احصائياً في كل من مجموعتي (طبيعية - فرط) البوتاسيوم المقاسة على كل من المحللين بالتالي تم رفض الفرضية الصفرية حيث كانت $P\text{-value} < 0.001$ في كلا المجموعتين، لم يلاحظ وجود فرق هام احصائياً في مجموعة نقص البوتاسيوم $P\text{-value} = 0.52$ بالتالي تم قبول الفرضية الصفرية وعلى الرغم من ذلك كانت مجموعة نقص البوتاسيوم صغيرة (12 مريضاً)، بالتالي لا يمكننا الاعتماد على هذه النتيجة للتأكيد على عدم وجود فرق بين المحللين، كما يوضح الجدول (7)

جدول (7) مقارنة مستويات البوتاسيوم في كل من مجموعات (نقص - طبيعية - فرط) البوتاسيوم

Parameter value (mmol/L)	N (number of samples)	AA sample	ABG sample	Mean difference	Range of difference	P
<3.5	12	3.16 $\pm$ 0.21	3.07 $\pm$ 0.44	0.098	-1.05/0.49	0.52
3.5-4.5	93	3.95 $\pm$ 0.23	3.79 $\pm$ 0.43	0.15	-0.84/1.1	0.0002
>4.5	33	5.11 $\pm$ 0.4	4.71 $\pm$ 0.59	0.4	-0.8/1.22	<0.001

❖ مقارنة قياسات البوتاسيوم باستخدام محلي AA-ABG حسب الأزواج الفردية

الزوج الفردي هو مريض واحد تم قياس بوتاسيوم الدم لديه على محلل ABG وعلى محلل AA. غالبية قياسات البوتاسيوم (N=105) 76.09% على محلل ABG كانت أقل من محلل AA، كما يوضح الجدول (8)

جدول (8) مقارنة قياسات البوتاسيوم حسب الأزواج الفردية

البوتاسيوم	Analyzer	N	%
القياس	ABG>AA	33	23.91
	ABG<AA	105	76.09

❖ مقارنة فروق الأزواج الفردية في قياسات البوتاسيوم على المحللين حسب معايير US-CLIA

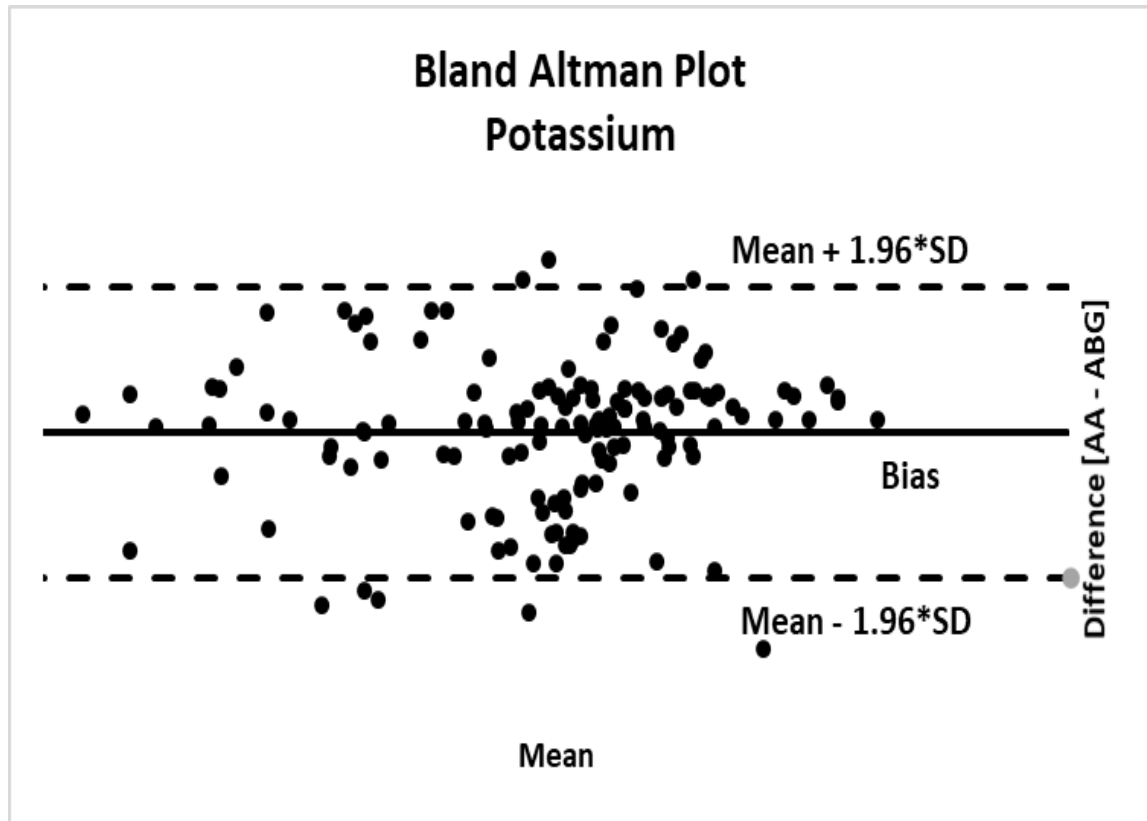
فرق الزوج الفردي: الفرق بين قياس البوتاسيوم على محلل ABG وقياس البوتاسيوم على محلل AA في كل مريض على حدى ثم يتم مقارنة الفرق بناءً على توجيهات US-CLIA والتي توجه الى أن القياس على محلل ABG لا يجب أن يتجاوز القياس على محلل AA ب 0.5mmol/l زيادة أو نقصان حتى يكون القياس دقيقاً وموثوقاً وقابلًا للتبادل) 77.54 % فقط من الأزواج كانت ضمن النطاق المقبول ل US-CLIA في حين كانت 22.46% خارج النطاق المقبول ل US-CLIA مما يشير الى تحيز كبير ل ABG، وذلك بسبب فروق الأزواج الفردية، كما يوضح الجدول (9)

جدول (9) مقارنة فروق الأزواج الفردية للبوتاسيوم حسب معايير US-CLIA

البوتاسيوم	US-CLIA	N	%
القياس	ضمن US-CLIA	107	77.54
	خارج US-CLIA	31	22.46

❖ تقييم التوافق بين المحللين في قياس البوتاسيوم باستخدام مخطط (Bland Altman):

✓ مخطط بلاند ألتمان: حدود التوافق بين المحللين كانت كبيرة نسبياً حيث كان حد التوافق الأعلى Upper LoA=1.06 وحد التوافق الأدنى Lower LoA = -0.63 مما يشير الى فرق واضح للأزواج الفردية وعلى الرغم من أن أغلب القياسات كانت ضمن حدود التوافق بين المحللين الا أن التحليل الإحصائي قد يكون مضللاً بسبب التباين الكبير في الأزواج الفردية الملاحظ في دراستنا، كما يوضح الشكل (2)



شكل (2) مخطط بلاند ألمان يظهر غالبية قياسات البوتاسيوم بين المحللين كانت ضمن حدود التوافق المقبولة إحصائياً

مما سبق نستنتج: وجود اختلاف كبير بين محلل AA-ABG في قياس البوتاسيوم، محلل ABG لا يعطي نتائج دقيقة ويميل الى تخفيض قيمة البوتاسيوم المقاس والذي قد يكون له أثار واضحة على الممارسة السريرية مما يشير الى أن نتائج ABG غير دقيقة وغير قابلة للتبادل مع نتائج المعيار الذهبي AA

المناقشة:

تعد اضطرابات الشوارد أحد الأسباب الشائعة للوفيات القابلة للعكس للمرضى المقبولين في قسم الطوارئ ووحدات العناية المركزة. [7،11]

يجب مراقبة مستويات الشوارد بشكل منتظم لدى هؤلاء المرضى والتي من المفترض أنه يمكن قياسها وفقاً للعينة المأخوذة بواسطة محلل ABG ومحلل AA بطريقة قابلة للتبادل مع افتراض أنها متكافئة. [7،11]

العديد من التقارير أبلغت عن مستويات مختلفة للشوارد المقاسة على محلي. AA-ABG [7،11]

العامل الأكثر أهمية الذي يؤدي إلى الاختلاف في نتائج الصوديوم على محلل ABG ومحلل AA هو التخفيف المسبق للعينة في محلل AA. [11]

وقد أفادت الدراسات بنتائج إحصائية أعلى بشكل ملحوظ مع أجهزة التحليل التلقائي (AA) القائمة على ISE غير المباشرة. [5،11]

وجدت دراستنا التي أنجزت على المرضى المراجعين لمستشفى اللاذقية الجامعي 2023-2024 والتي شملت 138 مريضاً فيما يتعلق بالمقارنة بين محلي AA-ABG ما يلي بالنسبة:

للسوديوم:

1- وجود علاقة ارتباط طردية متوسطة بين (AA-ABG) في قياس الصوديوم (Pearson (r)=0.67) تفاوت الارتباط بين المحللين تبعاً للدراسات حيث تراوح من:

✓ [ارتباط قوي] (r:0.9) في دراسة Huo-Chun Yi et وآخرين (2020) [5] و (r:0.92) في دراسة Shivesh Prakash وآخرين (2018) [9]

✓ الى [ارتباط متوسط] (r:0.72) في دراسة Ibrahim Altunok وآخرين (2018) [6]

✓ الى [ارتباط ضعيف] (r:0.55) في دراسة Saeid Amirkhanlouet وآخرين (2017) [7]

2- قياسات الصوديوم كانت مختلفة بشكل كبير بين محلي ABG و AA، مع وجود فرق احصائي هام (P-value < 0.001)، محلل غازات الدم لا يعطي نتائج دقيقة ولا يمكن استخدامه بالتبادل مع المحلل التلقائي تتفق دراستنا مع:

✓ دراسة Mahnaz Narimani وآخرين (2022) [8] ودراسة Huo-Chun Yi وآخرين (2020) [5] ودراسة Ibrahim Altunok وآخرين (2018) [6] ودراسة Shivesh Prakash وآخرين (2018) [9] ودراسة Saeid Amirkhanlouet وآخرين (2017) [7] ودراسة Shalini Gupta وآخرين (2016) [11] ودراسة Emin Uysal وآخرين (2015) [12] في هذه الدراسة العينة المستخدمة على جهاز ABG كانت عينة مختلطة (عينة شريانية 20%-وريدية 80%) كانت نتائج العينة الشريانية مماثلة لدراستنا

✓ وتختلف دراستنا مع دراسة Arjyal B وآخرين (2020) [13] "كانت قيم الصوديوم التي تم قياسها بواسطة محلل ABG قابلة للمقارنة مع القيم التي تم الحصول عليها بواسطة AA وبالتالي يمكن اعتبار محلل غازات الدم الشرياني كنقطة رعاية في وحدة العناية المركزة لقياس الشوارد"

3- بينت دراستنا أن أجهزة ABG تميل الى التقليل من قيم الصوديوم المقاسة حيث كانت القيمة المتوسطة للصوديوم على محلل ABG أقل من القيمة المتوسطة على محلل AA

✓ تتشابه دراستنا مع دراسة Huo-Chun Yi وآخرين (2020) [5] ودراسة Ibrahim Altunok وآخرين (2018) [6] ودراسة Shalini Gupta وآخرين (2016) [11] ودراسة Emin Uysal وآخرين (2015) [12] (العينة الشريانية)

✓ وتختلف دراستنا مع دراسة Mahnaz Narimani وآخرين (2022) [8] ودراسة Saeid Amirkhanlouet وآخرين (2017) [7] حيث كانت القيمة المتوسطة للصوديوم أعلى على محلل ABG

للبيوتاسيوم:

1- وجود علاقة ارتباط متوسطة بين (AA-ABG) في قياس البيوتاسيوم (Pearson correlation (r)=0.78) تفاوت الارتباط بين المحللين تبعاً للدراسات حيث تراوح من:

[ارتباط قوي] (r:0.95) في دراسة Shivesh Prakash وآخرين (2018) [9] و (r:0.86) في دراسة Seyyid Bilal Acikgoz وآخرين (2016) [14]

الى [ارتباط ضعيف] (0.59) في دراسة Ibrahim Altunok وآخرين (2018) [6] (r:0.53) في دراسة Saeid Amirkhanlouet وآخرين (2017) [7]

2- قياسات البوتاسيوم المقاسة كانت مختلفة بشكل كبير بين محلي ABG و AA، محلل غازات الدم لا يعطي نتائج دقيقة ولا يمكن استخدامه بالتبادل مع المحلل التلقائي ($P\text{-value} < 0.001$)

☒ تتفق دراستنا مع:

دراسة Huo-Chun Yi وآخرين (2020)، [5] ودراسة Ibrahim Altunok وآخرين (2018)، [6] ودراسة Saeid Seyyid Bilal وآخرين (2017)، [7] ودراسة Shalini Gupta وآخرين (2016)، [11] ودراسة Acikgoz وآخرين (2016)، [14] ودراسة Emin Uysal وآخرين (2015)، [12] في هذه الدراسة العينة المستخدمة على جهاز ABG كانت عينة مختلطة (عينة شريانية 20%-وريدية 80%) كانت نتائج العينة الشريانية مماثلة لدراستنا.

☒ وتختلف دراستنا مع: دراسة Arjyal B وآخرين (2020)، [13] (كانت قيم البوتاسيوم التي تم قياسها بواسطة محلل ABG قابلة للمقارنة مع القيم التي تم الحصول عليها بواسطة AA وبالتالي يمكن اعتبار محلل غازات الدم الشرياني كنقطة رعاية في وحدة العناية المركزة لقياس الشوارد) ودراسة Shivesh Prakash وآخرين (2018)، [9] (هناك توافق معتدل بين ABG و AA ومن الممكن استخدام البوتاسيوم بالتبادل)

3- بينت دراستنا أن أجهزة ABG تميل إلى التقليل من قيمة البوتاسيوم المقاسة حيث كانت القيمة المتوسطة للبوتاسيوم على محلل ABG أقل من القيمة المتوسطة على محلل AA تتشابه دراستنا مع دراسة Huo-Chun Yi وآخرين (2020)، [5] ودراسة Ibrahim Altunok وآخرين (2018)، [6] ودراسة Saeid Amirkhanlouet وآخرين (2017)، [7] ودراسة Shalini Gupta وآخرين (2016)، [11] ودراسة Seyyid Bilal Acikgoz وآخرين (2016)، [14]

❖ قد يكون السبب وراء هذه النتيجة غير المتوافقة بين جهاز (ABG – AA) في دراستنا وبين دراستنا والدراسات السابقة هو:

☒ الهيبارين السائل المستخدم (نعتقد أن له دور كبير في التباين الملاحظ. [9،11])
✓ استخدام المحاقن التقليدية المطلية بالهيبارين السائل يؤدي إلى تمديد حجم العينة وبالتالي التقليل من قياس الشوارد على محلل غازات الدم. [11]

✓ استخدام أنواع مختلفة من الهيبارين يمكن أن يؤدي إلى تحيز ما قبل التحليل. [11]
✓ يرتبط الهيبارين بالأيونات المشحونة إيجابياً ويمكن أن يؤدي إلى تحيزات سلبية مختلفة عند قياس مستويات الشوارد على جهاز ABG. [11]

☒ استخدام أجهزة مختلفة بأقطاب كهربائية مختلفة والاختلاف في المعايير قد يكون مسؤولاً عن الاختلاف الملحوظ في النتائج. [11]

من المعروف أن الأدوات القائمة على ISE من مصنعين مختلفين تعطي نتائج Na⁺ و K⁺ تختلف بنسبة 2-5% [8،11]

☒ الاختلاف في حجم العينة وطرق أخذ العينات [9،11]

التوصيات:

✓ نوصي بعدم الاعتماد على قياسات الشوارد بمحلل ABG في الممارسة السريرية.

✓ نوصي بالاعتماد على قياس الشوارد بمحلل AA في الممارسة السريرية

- ✓ نقرح اجراء الدراسة بحجم عينة أكبر، مع التأكيد على استخدام محاقن هيبارين مجفف مسبقة الصنع بالنسبة لمحلل ABG لضمان دقة القياسات.
- ✓ إجراء المقارنة بأجهزة تابعة لنفس الشركة المصنعة.

References:

- [1] M. L. Bishop, E. P. Fody, L. E. Shoef, Principle, Techniques, Correlations. (7th ed.). Wolters Kluwer & Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia & Baltimore & New York & London & Buenos Aires & Hongkong & Sydney & Tokyo, (2013).
- [2] H. R. Pohl, J.S. Wheeler, H. E. Murray, Sodium and potassium in health and disease, journal of Interrelations between essential metal ions and human diseases. Vol. 13, pp. 29-47, (2013).
- [3] D. Larson, J. Hayden, H. Nair,. Clinical chemistry: fundamentals and laboratory techniques, Elsevier Health Sciences, (2017).
- [4] W. J. Marshall, M. Lapsley, A. Day, K Shipman,. Clinical Chemistry. (9th ed.), Elsevier Health Sciences, (2020).
- [5] H. Yi, W. Shi, Y. Zhang, X. Zhu, Y. Yu, X. Wang, Z. Dai, Y. Lin, Comparison of electrolyte and glucose levels measured by a blood gas analyzer and an automated biochemistry analyzer among hospitalized patients, Journal of clinical laboratory analysis. Vol. 34, pp. e23291 (2020).
- [6] İ. Altunok, G. Aksel, S. Eroğlu, Correlation between sodium, potassium, hemoglobin, hematocrit, and glucose values as measured by a laboratory autoanalyzer and a blood gas analyzer, The American Journal of Emergency Medicine. Vol. 37, pp. 1048-1053 (2019)
- [7] S. Amirkhanlou, A. Rashedi, S. Heydarzadeh, M. Molseghi, A. Shahmirzadi, S. Mostafavi, S. Eshghinia, T. Bakhshi , Comparison of Serum Sodium and Potassium Levels; Based On Two Methods Arterial Blood Gas and Automatic Laboratory Analyzers. Journal of Advanced Biotechnology and Research. Vol. 8, pp. 97-101 (2017).
- [8] M.N. Zamanabadi, T.N. Zamanabadi, R. Alizadeh, Measuring serum sodium levels using blood gas analyzer and auto analyzer in heart and lung disease patients: A cross-sectional study, Journal of Annals of Medicine and Surgery. Vol. 78, pp. 103713 (2022).
- [9] S. Prakash, S. Bihari, Z.Y. Lim, S. Verghese, H. Kulkarni, A. D. Bersten, Concordance between point-of-care blood gas analysis and laboratory autoanalyzer in measurement of hemoglobin and electrolytes in critically ill patients, Journal of clinical laboratory analysis. Vol. 32, pp. e22425 (2018).
- [10] M. S. zelmat, Potentiométries directe et indirecte: différences précisées à travers un cas de maladie de Waldenström [Direct and indirect ion selective electrodes methods: the differences specified through a case of Waldenström's macroglobulinemia], journal of Annales de Biologie Clinique. Vol. 73, pp. 345-352, (2015).
- [11] S. Gupta, A. Gupta, K. Singh, M. Verma, Are sodium and potassium results on arterial blood gas analyzer equivalent to those on electrolyte analyzer?, Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine. Vol. 20, pp. 233 (2016).

- [12] E. Uysal, Y.A. Acar, A. Kutur, E. Cevik, N. Salman, O. Tezel, How reliable are electrolyte and metabolite results measured by a blood gas analyzer in the ED?, The American journal of emergency medicine. Vol. 34, pp. 419-424 (2016).
- [13] B. Arjyal, L.K. Rajbanshi, K. Khanal, A. Bajracharya, Comparison of Arterial blood gas analysis versus Central Laboratory Electrolyte and Hemoglobin determination in Birat Medical College and Teaching Hospital, Birat Journal of Health Sciences. vol.5, pp. 960-963 (2020).
- [14] S.B. Acikgoz, A.B. Genc, S. Sipahi, M. Yildirim, B. Cinemre, A. Tamer, Y. Solak, Agreement of serum potassium measured by blood gas and biochemistry analyzer in patients with moderate to severe hyperkalemia, The American journal of emergency medicine. vol. 34, pp. 794-797 (2016).